

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

**2 577 619**

②1 N° d'enregistrement national : **86 01229**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : F 02 F 1/18, 3/28.

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 29 janvier 1986.

③0 Priorité : JP, 29 janvier 1985, n° 13513/1985; 13 février 1985, n°s 25807/1985 et 25808/1985.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 34 du 22 août 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA. — JP.

⑦2 Inventeur(s) : Tomita Takao, Matsuura Masaaki, Hirano Makoto, Handa Masao et Shiozaki Tomoo.

⑦3 Titulaire(s) :

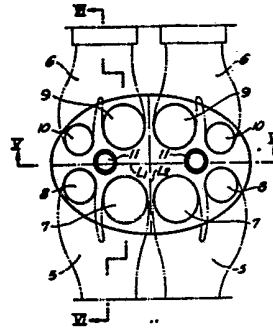
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Lavoix.

⑤4 Moteur à combustion interne à cylindres de section transversale ovale symétrique.

⑤7 Le problème posé consiste à éviter des discontinuités dans le profil de la section transversale du cylindre afin d'éviter des difficultés d'usinage.

Suivant l'invention, le moteur comprend un cylindre présentant une section transversale ovale symétrique à courbure continue et comportant un axe principal de symétrie  $L_1$  et un axe secondaire de symétrie  $L_2$ , un piston ovale disposé dans ce cylindre, et une culasse recouvrant une extrémité de ce cylindre et comportant plusieurs orifices pour soupape 7-8-9-10 situés dans cette culasse et disposés de manière symétrique par rapport audit axe secondaire  $L_2$ , avec certains des orifices 7-8-9-10 se trouvant par rapport à l'axe secondaire  $L_2$ , à une distance différente de celle des autres orifices, les orifices les plus proches de l'axe secondaire  $L_2$  présentant une aire plus grande que les orifices plus éloignés de cet axe secondaire  $L_2$ .

L'invention trouve une application avantageuse sur les moteurs à combustion interne.



FR 2 577 619 - A1

La présente invention concerne les moteurs à combustion interne présentant des cylindres à section transversale non circulaire.

On a mis au point des moteurs qui utilisent des cylindres à section transversale non circulaire. De tels moteurs qui ont une  
5 section transversale oblongue peuvent accroître les aires des orifices d'entrée et de sortie par rapport à l'aire en section transversale du cylindre, au-delà de ce qui est possible avec des cylindres de section transversale circulaire. On a conçu des agencements de soupapes pour de tels moteurs afin d'accroître le rendement d'aspiration. Un tel moteur  
10 est représenté dans le brevet US n° 4 256 068.

De tels moteurs à combustion interne existants dont les cylindres ne sont pas circulaires en section transversale ont été mis au point conformément aux formes représentées sur les figures 1, 2 et 3 des dessins annexés. Sur la figure 1, le cylindre H est représenté  
15 avec deux sections semi-circulaires reliées par deux segments rectilignes. Les sections semi-circulaires ont un rayon  $r$  et les sections rectilignes s'étendent entre des points  $P_1$ . La figure 2 représente un autre mode de réalisation d'un cylindre H présentant des segments circulaires  $S_1$  de faible rayon  $r_1$  et des segments circulaires  $S_2$  de plus grand rayon  $r_2$ .  
20 Les segments sont reliés en des points  $P_2$ . Les cylindres de moteur tels que représentés sur les figures 1 et 2, constitués de segments de courbures différentes distinctes, exigent des points de discontinuité de courbure tels qu'on en trouve en  $P_1$  et  $P_2$ . Avec de telles discontinuités, un outil de coupe utilisé dans la réalisation des surfaces de tels cylindres est incapable de traverser ces points en douceur. Il en résulte que  
25 l'on ne peut obtenir une précision élevée, qu'un temps excessif est requis pour l'usinage du cylindre et que l'outil de coupe subit une usure précoce. Ainsi, la production en série devient difficile, bien que des moteurs respectant les conceptions de cylindre des figures 1 et 2 puissent  
30 améliorer le rendement du débit de gaz et puissent être réalisés en utilisant des techniques limitées de production.

Un autre cylindre H qui a été précédemment envisagé pour des cylindres à section transversale non circulaire est représenté sur la figure 3. Il présente une forme elliptique exacte et convient  
35 mieux pour les techniques de production en série. Etant donné qu'il n'existe pas de discontinuité de courbure, on peut obtenir une précision élevée, un temps réduit d'usinage et une durée de vie plus grande pour

l'outil de coupe. Toutefois, une telle ellipse exacte crée à chaque extrémité du cylindre des zones D qui sont considérablement rétrécies par rapport à la section médiane du cylindre. Des espaces morts apparaissent dans ces zones étant donné qu'il se présente une place insuffisante pour la mise en place des soupapes. En outre, les parties extrêmes du cylindre sont incurvées de manière si serrée qu'il devient difficile de préparer et d'assembler dans ces zones un segment sur un piston de forme correspondante.

On a mis au point des segments de piston pour de tels cylindres présentant une section transversale non circulaire. Un tel type de segment est le type "expansion" qui est repoussé vers l'extérieur, contre la paroi du cylindre, à l'aide d'un dispositif placé entre le piston et le segment de piston. Un tel dispositif est représenté dans le brevet US n° 4 362 135. Un autre type de segment de piston qui a été mis au point pour de tels cylindres est le type à auto-tension qui est appliqué contre la paroi du cylindre sous l'effet de sa propre contrainte élastique, le segment à l'état libre étant plus grand que le cylindre à l'intérieur duquel on le comprime. Un tel segment pour un cylindre non circulaire se trouve décrit dans le brevet US n° 4 198 065. Ce type de segment de piston à auto-tension a eu tendance à être utilisé plus largement étant donné qu'il offre plus d'avantages en ce qui concerne la meilleure qualité de l'étanchéité et le meilleur prix de revient.

Comme indiqué plus haut, certains problèmes peuvent accompagner la fabrication et l'installation de segments de piston sur des pistons conçus pour épouser des cylindres non circulaires. Avec chacune des formes de sections transversales des cylindres représentés sur les figures 1 et 2, la variation brusque ou discontinue de courbure aux points  $P_1$  et  $P_2$ , qui est également exigée du segment de piston, peut entraîner des concentrations de contraintes en cours d'usage. La fabrication de segments avec de telles courbures peut également être plus difficile et, lorsqu'on emploie des sections rectilignes, celles-ci présentent de préférence des conformations incurvées vers l'intérieur à l'état libre, afin de vaincre les efforts de flexion lorsqu'ils sont mis en place dans le cylindre. Le maintien de la précision dans la fabrication de telles courbures complexes devient difficile.

En conséquence, la fabrication et l'assemblage d'éléments pour moteurs présentant des cylindres non circulaires tels que représentés sur les figures 1 et 2 peuvent être difficiles. La configura-

tion de la figure 3 surmonte certains des problèmes de fabrication rencontrés avec les configurations des figures 1 et 2, mais l'assemblage des segments peut alors être difficile et il peut apparaître des espaces morts aux extrémités rétrécies du cylindre elliptique.

5 C'est pourquoi la présente invention a pour objet un  
moteur à combustion interne, caractérisé en ce qu'il comprend un cylindre  
présentant une section transversale ovale symétrique à courbure continue  
et comportant un axe principal de symétrie et un axe secondaire de symé-  
trie, un piston ovale disposé dans ce cylindre, et une culasse recouvrant  
10 une extrémité de ce cylindre et comportant plusieurs orifices pour sou-  
pape situés dans cette culasse et disposés de manière symétrique par rap-  
port audit axe secondaire, avec certains des orifices se trouvant, par  
rapport à l'axe secondaire, à une distance différente de celle des autres orifices,  
les orifices les plus proches de l'axe secondaire présentant une aire plus  
15 grande que les orifices plus éloignés de cet axe secondaire.

L'invention a également pour objet un moteur à combus-  
tion interne, caractérisé en ce qu'il comprend un cylindre présentant une  
section transversale ovale symétrique à courbure continue et comportant  
un premier axe de symétrie et un second axe de symétrie perpendiculaire  
20 à ce premier axe, cette section transversale ovale étant engendrée à une  
distance perpendiculaire vers l'extérieur, constante et prédéterminée,  
par rapport à une courbe fermée, cette courbe fermée comportant deux  
points espacés situés sur le premier axe et deux parties incurvées  
s'étendant entre ces points et s'incurvant vers l'extérieur en s'éloignant  
25 dudit premier axe, cette courbe fermée étant conformée de façon à présen-  
ter une courbure sans discontinuité.

L'invention a encore pour objet un moteur à combustion  
interne, caractérisé en ce qu'il comprend un cylindre présentant une sec-  
tion transversale ovale symétrique à courbure continue et comportant un  
30 axe principal de symétrie et un axe secondaire de symétrie, un piston  
ovale disposé dans ce cylindre, une culasse recouvrant une extrémité de  
ce cylindre et comportant plusieurs orifices d'admission et d'échappe-  
ment situés dans cette culasse et disposés de manière symétrique par  
rapport audit axe secondaire, avec certains orifices se trouvant, par  
35 rapport à l'axe secondaire, à une distance différente de celle des autres orifices,  
les orifices les plus proches de l'axe secondaire étant, par rapport à  
l'axe principal, à une distance différente de celle des orifices les plus  
éloignés de cet axe secondaire, des soupapes d'admission situées dans les

orifices d'admission, des soupapes d'échappement situées dans les orifices d'échappement, un premier arbre à cames accouplé à ces soupapes d'admission et un second arbre à cames accouplé à ces soupapes d'échappement.

- 5 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, à titre d'exemples non limitatif et en regard des dessins annexés sur lesquels :
- 10 - la figure 1 est une représentation d'une première configuration de cylindre non circulaire de la technique antérieure,
  - la figure 2 est une représentation schématique d'une seconde configuration de cylindre non circulaire de la technique antérieure,
  - la figure 3 est une représentation schématique d'une troisième configuration connue de cylindre non circulaire ,
  - 15 - la figure 4 est une vue schématique en plan d'un premier mode de réalisation de la présente invention, représentant un cylindre à section transversale non circulaire,
  - la figure 5 est une élévation en coupe transversale prise suivant la ligne V-V de la figure 4,
  - 20 - la figure 6 est une élévation en coupe transversale prise suivant la ligne VI-VI de la figure 4,
  - la figure 7 est une vue schématique en plan d'un second mode de réalisation de la présente invention,
  - la figure 8 est une élévation en coupe transversale prise suivant la ligne VIII-VIII de la figure 7,
  - 25 - la figure 9 est une élévation en coupe transversale prise suivant la ligne IX-IX de la figure 7,
  - la figure 10 est une vue schématique en plan d'un troisième mode de réalisation de la présente invention,
  - 30 - la figure 11 est une élévation en coupe transversale prise suivant la ligne XI-XI de la figure 10,
  - la figure 12 est une vue en plan d'un segment de piston représenté en trait plein à l'état comprimé et en trait mixte à l'état libre et qui peut être utilisé dans les modes de réalisation des
  - 35 figures 4, 7 et 10,
  - la figure 13 illustre la construction d'un cylindre conformément à la présente invention, avec un graphique correspondant du rayon de courbure en fonction de la position axiale le long de l'axe

- 5 -

principal de la section transversale du cylindre,

5 - la figure 14 illustre un quatrième mode de réalisation d'un cylindre à section transversale non circulaire conforme à l'invention, avec son profil associé du rayon de courbure en fonction de la position axiale le long de l'axe principal de la section transversale de cylindre,

- la figure 15 est une courbe illustrant la relation entre la distance des centres des orifices et le rapport des diamètres du cylindre,

10 - la figure 16 est une courbe illustrant la relation entre le rapport des diamètres de la courbe fermée et le rapport des diamètres du cylindre.

Si l'on se reporte de manière détaillée à ces dessins, les figures 4, 5 et 6 illustrent un premier mode de réalisation de la présente invention. Le moteur qui y est représenté comprend une culasse 1 et un bloc-cylindres 2. Le bloc-cylindres 2 comprend intérieurement un cylindre 3. Le cylindre 3 comprend, comme le montre la figure 4, une section transversale ovale symétrique à courbure continue et présentant un axe principal de symétrie le long d'une ligne  $L_1$  et un axe secondaire de symétrie le long d'une ligne  $L_2$ . La culasse 1 ferme une extrémité de ce cylindre et est fixée sur le bloc-cylindres 2. Cette culasse 1 présente un plafond 4 délimitant une partie de la chambre de combustion. Deux conduits d'admission 5 dirigent un mélange entrant dans la chambre de combustion, tandis que deux conduits d'échappement 6 éloignent les gaz d'échappement de cette chambre de combustion, sur l'autre côté de celle-ci. On voit que chacun des conduits d'admission 5 et chacun des conduits d'échappement 6 présentent un embranchement afin de se diriger vers des orifices séparés. Des orifices d'admission plus larges 7 sont disposés à proximité de l'axe secondaire de symétrie  $L_2$  et d'un côté de l'axe principal de symétrie  $L_1$ . Des orifices d'admission plus petits 8 sont disposés à une plus grande distance de l'axe secondaire de symétrie  $L_2$  et plus près de l'axe principal de symétrie  $L_1$  que les orifices plus grands 7. D'une manière analogue, il est prévu des orifices d'échappement 9 et 10. Les orifices d'échappement 9 sont plus grands que les orifices d'échappement 10 et sont plus près de l'axe secondaire de symétrie  $L_2$  et plus éloignés de l'axe principal de symétrie  $L_1$ . Deux orifices pour bougies d'allumage 11 sont disposés de manière espacée entre eux le long de l'axe principal de symétrie  $L_1$ .

- 6 -

Le piston 12 épouse la section transversale symétrique à courbure continue du cylindre 3. Des segments de piston et des segments racleurs 13 assurent l'étanchéité entre le piston 12 et la paroi de cylindre 3 qui l'entoure. Le piston est astreint à se déplacer en va-et-5 vient à l'intérieur du cylindre 3, en étant fixé au moyen d'un maneton 14 associé à des bielles doubles 15.

L'écoulement à travers les conduits d'admission 5, à partir des carburateurs 16, est commandé au niveau des orifices d'admission 7 et 8 à l'aide de soupapes d'admission 17 et 18. Dans ce premier 10 mode de réalisation, on voit que ces soupapes d'admission 17 et 18 sont disposées de biais l'une par rapport à l'autre afin de mieux épouser le plafond incurvé 4 de la culasse 1. D'une manière analogue, des soupapes d'échappement 19 et 20 commandent respectivement les orifices d'échappement 9 et 10, afin de mettre à l'échappement les gaz par l'intermédiaire 15 des conduits d'échappement 6, jusqu'à un système d'échappement non représenté.

L'agencement des orifices 7 à 10 fournit une utilisation avantageuse de la configuration de cylindre considéré. Les orifices plus petits 8 et 10 peuvent être placés plus près les uns des autres, et par 20 conséquent plus près des extrémités rétrécies de la section transversale du cylindre. Leur positionnement plus près de l'axe principal de symétrie  $L_1$  de la section transversale du cylindre permet également de les placer dans les positions les plus extrêmes. Sous certaines conditions, il peut être plus avantageux de n'employer que les orifices centraux 7 et 9. Des 25 mécanismes ont été conçus pour rendre inactives les soupapes sous certaines conditions de fonctionnement. Le positionnement des bougies d'allumage, il réduit la longueur du trajet de flamme à l'allumage et évite une interférence avec les soupapes et la zone des orifices de soupape.

L'agencement précédent représente un cylindre non circulaire présentant quatre soupapes d'admission sur un côté de l'axe principal de symétrie de la section transversale du cylindre et quatre soupapes d'échappement sur l'autre côté de cet axe. On voit que les soupapes sont 30 disposées de manière symétrique par rapport à l'axe secondaire de symétrie de la section transversale du cylindre. Toutefois, on peut utiliser si on le désire des nombres différents ou des agencements différents de 35 soupapes d'admission. C'est ainsi par exemple qu'on peut positionner une soupape supplémentaire d'admission sur l'axe secondaire de symétrie afin d'améliorer encore le fonctionnement de l'admission. D'autres configura-

tions pourraient inclure une troisième bougie d'allumage placée en position centrale dans la section transversale.

Un second mode de réalisation de la présente invention est représenté sur les figures 7 à 9. On a donné des chiffres de référence analogues aux éléments de cette seconde réalisation qui sont identiques ou équivalents. Une modification essentielle par rapport au premier mode de réalisation réside dans la dimension et l'orientation des orifices d'admission 21 et des orifices d'échappement 22. Les deux groupes d'orifices sont disposés dans ce mode de réalisation le long de lignes droites parallèles à l'axe principal de symétrie  $L_1$  de la section transversale du cylindre. Les orifices 21 sont tous de la même taille, comme le sont les orifices 22. En conformité avec la taille et l'orientation de ces orifices 21 et 22, les soupapes d'admission 23 sont toutes alignées parallèlement entre elles, comme le sont les soupapes d'échappement 24.

Un troisième mode de réalisation est représenté sur les figures 10 et 11. Là encore, des chiffres de référence analogues ont été affectés à des éléments identiques ou équivalents. Sur la figure 11 se trouve représentée l'orientation des soupapes, avec chaque soupape d'admission 25 et chaque soupape d'échappement 26 se dirigeant respectivement vers un arbre à cames d'admission 27 et un arbre à cames d'échappement 28. De cette manière, les soupapes 25 et 26 peuvent être entraînées directement par ces cames. Comme on peut le voir sur la figure 10, les soupapes 25 et 26 situées aux extrémités extérieures du cylindre sont placées plus près de l'axe principal de symétrie du cylindre que ne le sont les soupapes intérieures.

Sur la figure 12 se trouve représenté un segment de piston qui peut être utilisé avec les cylindres et pistons des figures 4 à 11. On voit que ce segment de piston 23 présente une interruption à une extrémité. A l'état libre de ce segment de piston, représenté en trait mixte, on peut voir que ce segment s'incurve en continu sans inverser sa courbure en aucun point. En conséquence, les normales ou lignes perpendiculaires dirigées vers l'extérieur 29 ne se recoupent pas les unes les autres. Le segment 23 est représenté à l'état comprimé en trait plein.

La structure du cylindre présentant une section transversale ovale symétrique à courbure continue se comprendra mieux en se reportant à la figure 13. La courbe définissant la paroi du cylindre est engendrée, à partir d'une courbe fermée, à une distance constante prédéterminée sur les normales dirigées vers l'extérieur. Cette courbe fer-



mée porte la référence X sur la figure 13 et le cylindre incurvé est engendré à partir des normales à celle-ci. On pourra mieux considérer qu'une telle normale est le lieu des points les plus extérieurs déterminés par un cercle d'un rayon donné  $r$  lorsque le centre de ce cercle se déplace  
5 autour de la courbe fermée X. Cette courbe X s'étend de façon symétrique par rapport à l'axe principal de symétrie de la section transversale du cylindre, entre deux points espacés  $C_1$  et  $C_2$ . Cette courbe X est incurvée vers l'extérieur à partir de cet axe principal et entre ces points, sur  
10 chaque côté du même axe principal. Comme on peut le voir d'après la courbe associée à la figure 13 et qui représente la relation existant entre le rayon de courbure et la position le long de l'axe principal, la courbure est continue autour de la section transversale entière du cylindre. Le choix de la courbe X est prévu pour obtenir ce résultat.

Si on choisit la courbe fermée X de façon que ce soit  
15 une ellipse formelle, on obtiendra une telle courbure à variation continue, sans discontinuités dans celle-ci. La nature de la courbe fermée X utilisée pour engendrer la courbe du cylindre détermine le trajet qu'un outil de coupe devra suivre suivant un rayon  $r$  pour tailler la paroi  
voulue de cylindre. Si la courbe fermée X est une ellipse formelle, par  
20 exemple, l'outil de coupe n'aura pas besoin de subir de mouvements discontinus quelconques. Cela facilite l'usinage, réduit la durée d'usinage, accroît la durée de vie de l'outil de coupe et accroît la précision. La courbure résultante du cylindre, du piston associé et des segments asso-  
ciés de piston évite également des points à contrainte élevée et des  
25 concentrations de contrainte thermique liés à des discontinuités. L'utilisation de cette technique dans la génération de la configuration du cylindre crée des parties extrêmes élargies que l'on n'obtient pas avec un cylindre d'une forme elliptique. En conséquence, les orifices d'admission et d'échappement peuvent être positionnés loin dans les parties  
30 rétrécies du cylindre, afin d'éviter des espaces morts.

On peut choisir diverses courbes pour définir la paroi  
cylindrique. La figure 14 représente encore un autre agencement de cylindre engendré par le même moyen. En dépit des pentes abruptes évidentes  
sur ces courbes, elles demeurent continues. Ces pentes reflètent les  
35 courbes très serrées au voisinage des points  $C_1$  et  $C_2$  sur la courbe X où elles passent aux sections plus rectilignes. Naturellement, plus la courbe est abrupte, plus l'outil de coupe a de la difficulté à suivre la courbe X pour tailler le cylindre. Une ellipse formelle qui peut éga-

lement être utilisée pour la courbe X, de manière typique, se répercute par des pentes plus progressives sur de telles courbes, ce qui entraîne un travail moins abrupt de l'outil de coupe pour réaliser le cylindre associé.

5 Si l'on considère maintenant les figures 15 et 16, on y voit représentées les caractéristiques particulières des cylindres conformes aux modes précédents de réalisation, en supposant que Les diamètres des orifices d'admission et d'échappement h, tels que représentés sur la figure 13, sont de 18 millimètres, que le rayon r du cercle générateur est de 20 millimètres et que l'aire en section transversale du cylindre est fixe. La figure 15 représente la relation existant entre le rapport du diamètre allongé A et le diamètre court B de la courbe de cylindre, et la distance entre les centres des orifices les plus éloignés parmi les orifices d'admission ou d'échappement h, lorsque ces orifices d'admission et d'échappement sont disposés comme sur la figure 7. En supposant quatre orifices d'admission et quatre orifices d'échappement avec un diamètre de 18 millimètres, la distance L, telle qu'on la voit sur la figure 13, qui sépare les centres des orifices doit être d'au moins 54 millimètres. Dans ce cas, A/B devient supérieur à 1,6 conformément à la figure 15. Si l'on se reporte à la figure 16, on y voit représentée la relation existant entre le rapport précédent A/B et le rapport du diamètre allongé a de la courbe fermée X et du diamètre court b de cette courbe fermée X. Comme on peut le voir sur la figure 16, pour n'importe quelle valeur de a/b, A/B ne dépasse jamais 2,3. En conséquence, on peut voir d'après les figures 15 et 16 que, sous les hypothèses précédentes, avec des orifices respectant la relation précédente, le rapport A/B est supérieur ou égal à 1,6 et est inférieur ou égal à 2,3. Il en résulte que des relations préférées entre les constituants satisfont de préférence les conditions limites précédentes.

30 Ainsi, on a décrit des cylindres présentant des sections transversales non circulaires qui peuvent être fabriquées dans des conditions de production en série, qui évitent des espaces morts dans la chambre de combustion au voisinage des extrémités des cylindres oblongs et qui fournissent une configuration améliorée des soupapes et des configurations améliorées des segments de piston.

35

RE V E N D I C A T I O N S

1. Moteur à combustion interne, caractérisé en ce qu'il comprend un cylindre (3) présentant une section transversale ovale symétrique à courbure continue et comportant un axe principal de symétrie ( $L_1$ ) et un axe secondaire de symétrie ( $L_2$ ), un piston ovale (12) disposé dans ce cylindre (3), et une culasse (1) recouvrant une extrémité de ce cylindre (3) et comportant plusieurs orifices pour soupape (7-8-9-10, 21-22) situés dans cette culasse et disposés de manière symétrique par rapport audit axe secondaire ( $L_2$ ), avec certains des orifices (7-8-9-10, 21-22) se trouvant par rapport à l'axe secondaire ( $L_2$ ), à une distance différente de celle des autres orifices, les orifices les plus proches de l'axe secondaire ( $L_2$ ) présentant une aire plus grande que les orifices plus éloignés de cet axe secondaire ( $L_2$ ).  
5
2. Moteur à combustion interne selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un segment de piston (13) disposé autour du piston (12) et s'étendant jusqu'au cylindre (3).  
15
3. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la série d'orifices comprend des orifices d'admission (7-8, 21) sur un côté de l'axe principal ( $L_1$ ) et des orifices d'échappement (9-10, 22) sur l'autre côté de cet axe principal.  
20
4. Moteur à combustion interne selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il existe quatre orifices d'admission (7-8, 21).
5. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, caractérisé en ce qu'il existe quatre orifices d'échappement (9-10, 22).  
25
6. Moteur à combustion interne selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il existe un nombre égal d'orifices d'admission (7-8, 21) et d'échappement (9-10, 22).
7. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que tous lesdits orifices (7-8-9-10, 21-22) sont disposés de manière symétrique par rapport à l'axe secondaire ( $L_2$ ).  
30
8. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que lesdits orifices (8, 10) les plus éloignés de l'axe secondaire ( $L_2$ ) sont plus proches de l'axe principal ( $L_1$ ) que les orifices (7, 9) les plus proches de cet axe secondaire.  
35

9. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend en outre deux bougies d'allumage (11) disposées de manière symétrique sur les côtés respectifs de l'axe secondaire ( $L_2$ ) et sur l'axe principal ( $L_1$ ).

5 10. Moteur à combustion interne, caractérisé en ce qu'il comprend un cylindre (3) présentant une section transversale ovale symétrique à courbure continue et comportant un premier axe de symétrie ( $L_1$ ) et un second axe de symétrie ( $L_2$ ) perpendiculaire à ce premier axe ( $L_1$ ), cette section transversale ovale étant engendrée à une distance perpendiculaire vers l'extérieur, constante et prédéterminée, par rapport à une  
10 courbe fermée (X), cette courbe fermée (X) comportant deux points espacés ( $L_1$ ,  $L_2$ ) situés sur le premier axe et deux parties incurvées s'étendant entre ces points ( $L_1$ ,  $L_2$ ) et s'incurvant vers l'extérieur en s'éloignant dudit premier axe, cette courbe fermée (X) étant conformée de façon à  
15 présenter une courbure sans discontinuité.

11. Moteur à combustion interne selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un piston ovale (12) placé dans ledit cylindre (3), et un segment de piston (13) disposé autour de ce piston (12) et s'étendant jusqu'au cylindre (3) afin d'assurer l'étanchéité entre ce piston (12) et ce cylindre (3), ce segment de piston (13) étant incurvé, à l'état libre, de façon que des lignes dirigées vers  
20 l'extérieur perpendiculairement à ce segment ne se recoupent pas entre elles.

12. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que ledit premier axe est  
25 l'axe principal de symétrie ( $L_1$ ) de la section transversale ovale symétrique.

13. Moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisé en ce que ladite courbe fermée  
30 (X) est une ellipse.

14. Moteur à combustion interne, caractérisé en ce qu'il comprend un cylindre (3) présentant une section transversale ovale symétrique à courbure continue et comportant un axe principal de symétrie ( $L_1$ ) et un axe secondaire de symétrie ( $L_2$ ), un piston ovale (12) disposé dans  
35 ce cylindre, une culasse (1) recouvrant une extrémité de ce cylindre (3) et comportant plusieurs orifices d'admission et d'échappement situés dans cette culasse et disposés de manière symétrique par rapport audit axe secondaire ( $L_2$ ), avec certains des orifices (7-8-9-10, 21-22) se trouvant,

- 12 -

- par rapport à l'axe secondaire ( $L_2$ ) à une distance différente de celle des autres orifices, les orifices les plus proches de l'axe secondaire ( $L_2$ ) étant, par rapport à l'axe principal ( $L_1$ ), à une distance différente de celle des orifices les plus éloignés de cet axe secondaire ( $L_2$ ),
- 5 des soupapes d'admission (17-18, 23, 25) situées dans les orifices d'admission (7-8, 21), des soupapes d'échappement (19-20, 24, 26) situées dans les orifices d'échappement, un premier arbre à cames (27) accouplé à ces soupapes d'admission (17, 18) et un second arbre à cames (28) accouplé à ces soupapes d'échappement (19, 20).
- 10 15. Moteur à combustion interne selon la revendication 14, caractérisé en ce que les soupapes d'admission (17-18, 23, 25) sont situées sur un côté de l'axe principal ( $L_1$ ) et sont dirigées vers l'axe médian du premier arbre à cames (27) et les soupapes d'échappement (19-20, 24, 26) sont situées sur l'autre côté de l'axe principal et sont
- 15 dirigées vers la ligne médiane du second arbre à cames (28).

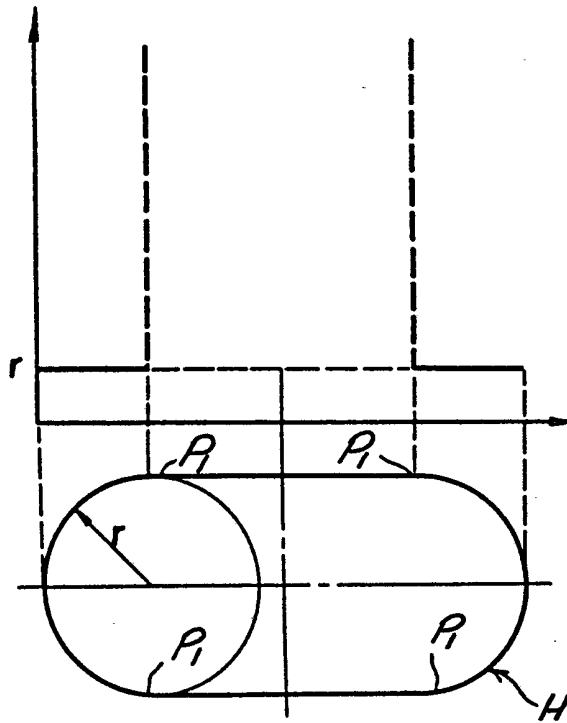


FIG. 1.

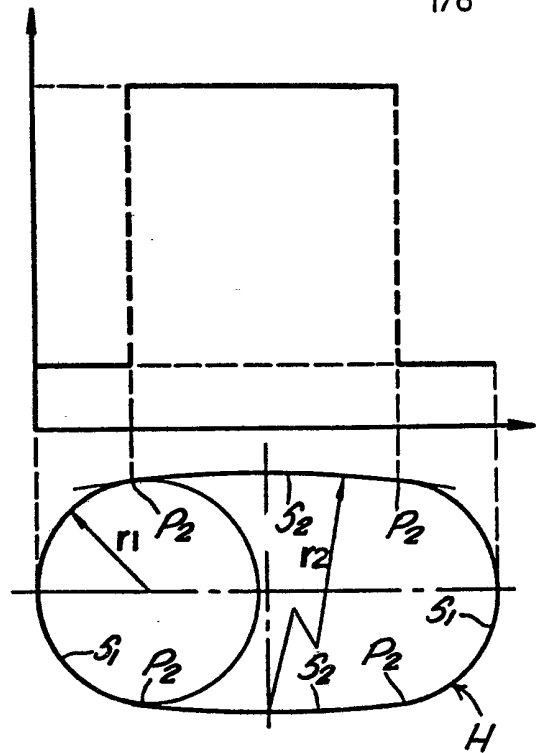


FIG. 2.

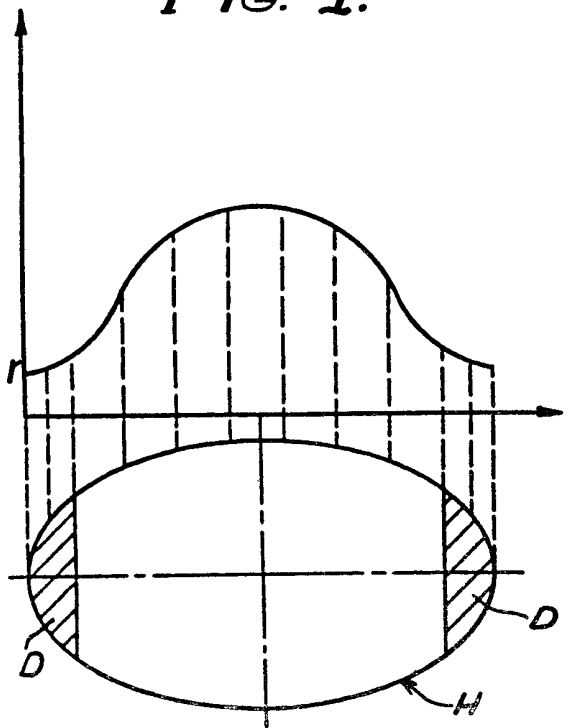


FIG. 3.

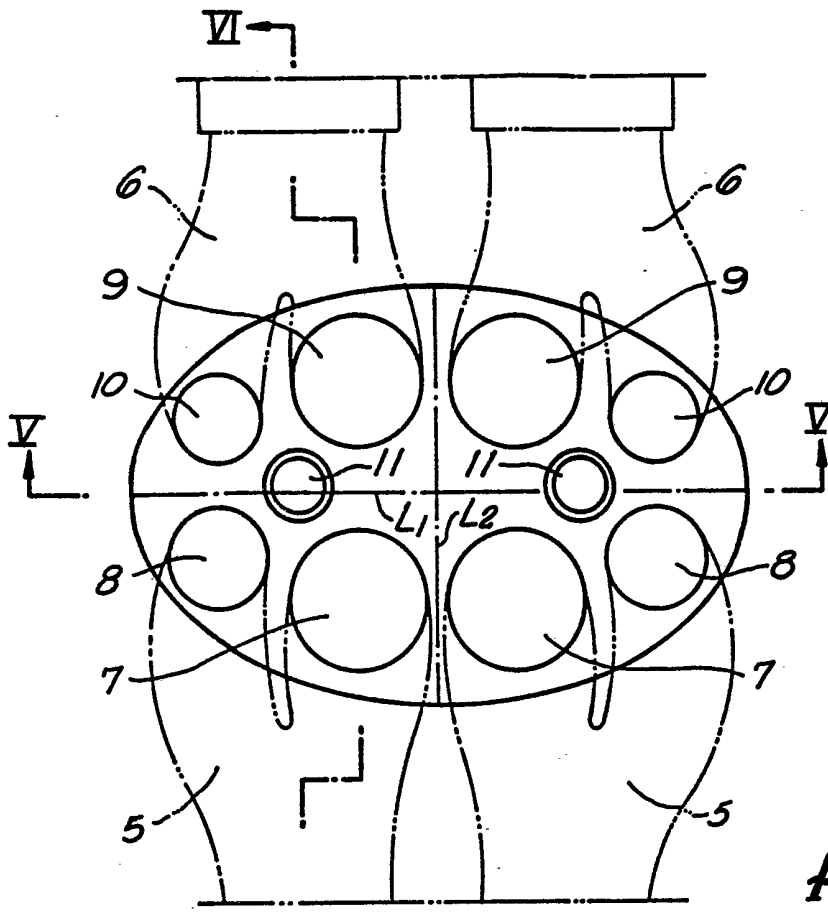


FIG. 4.

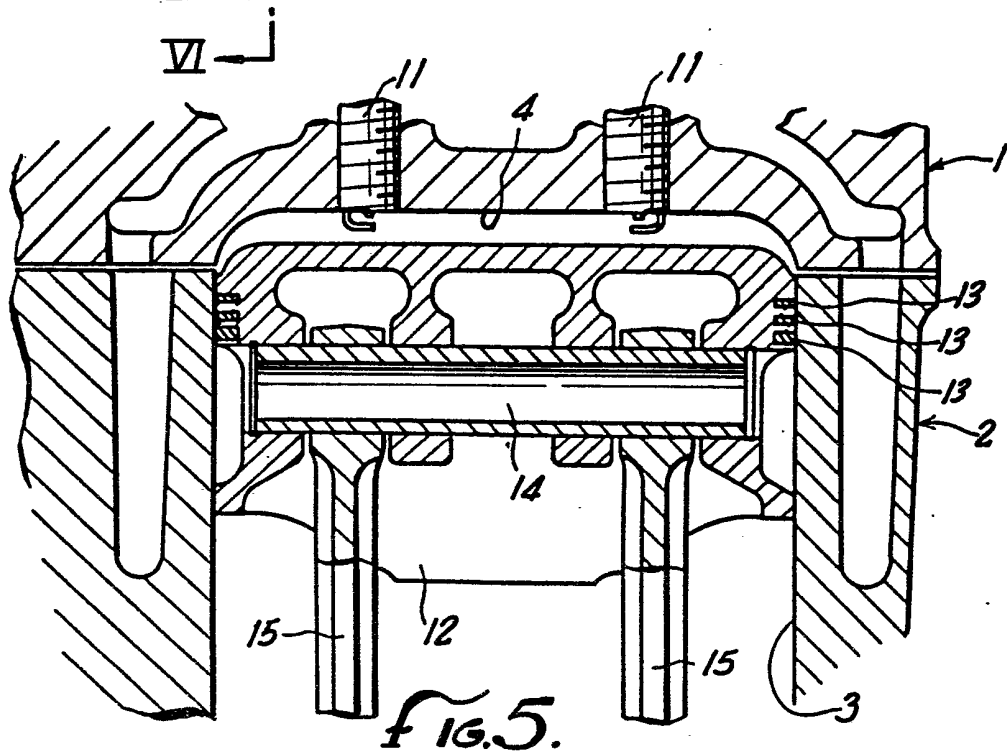


FIG. 5.

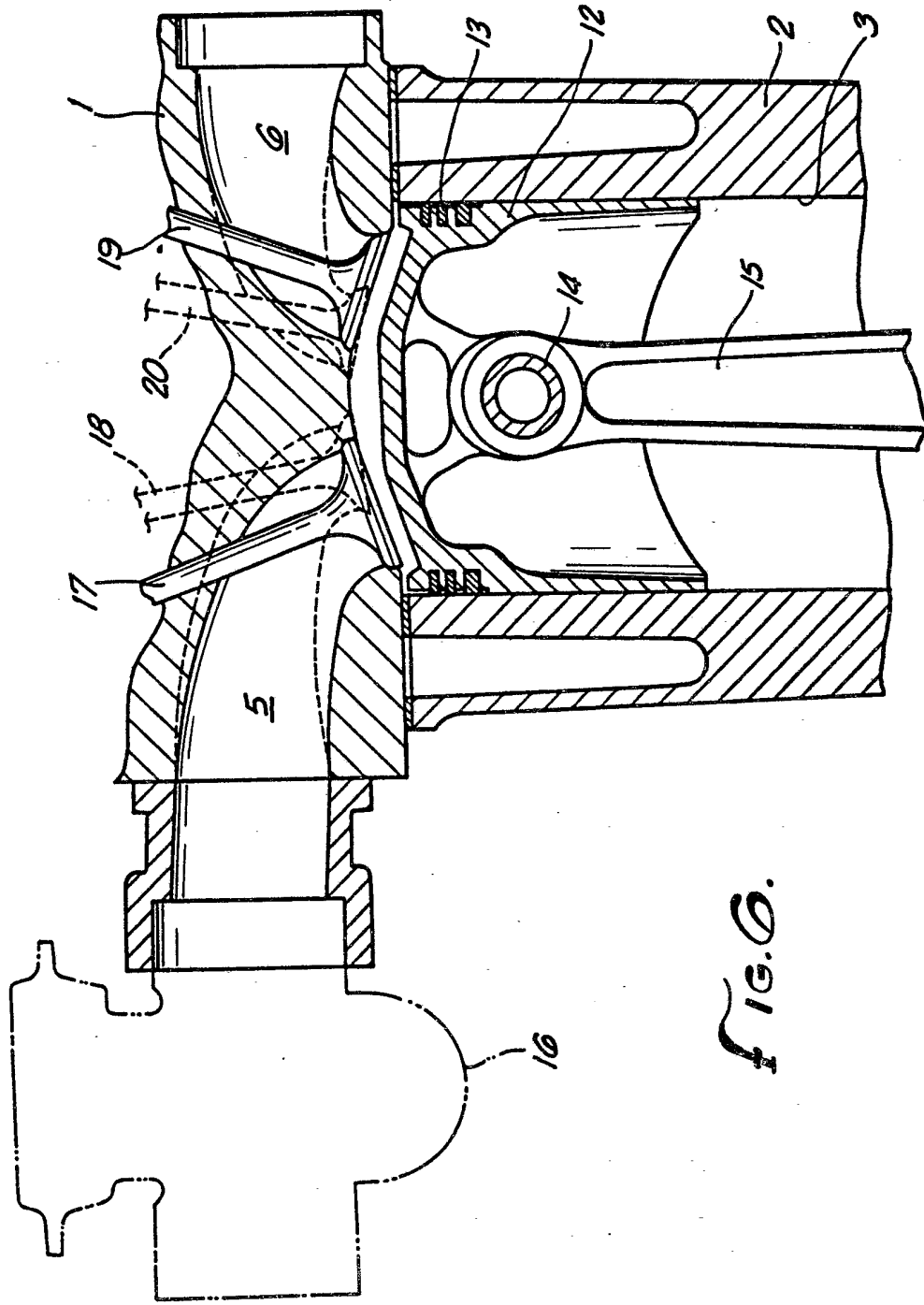
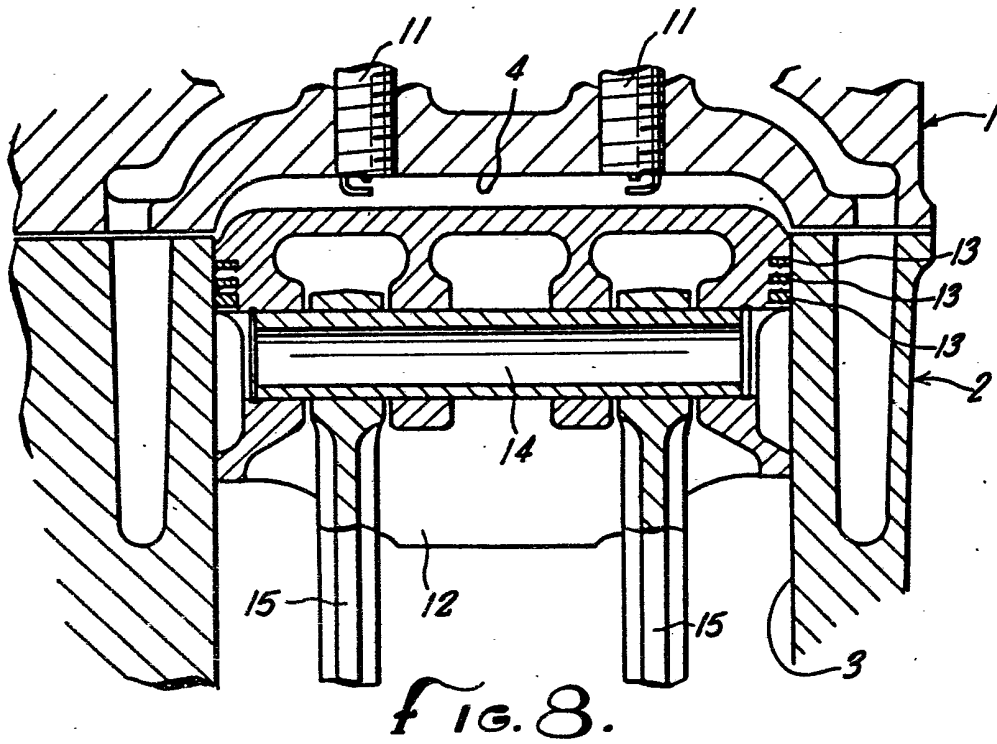
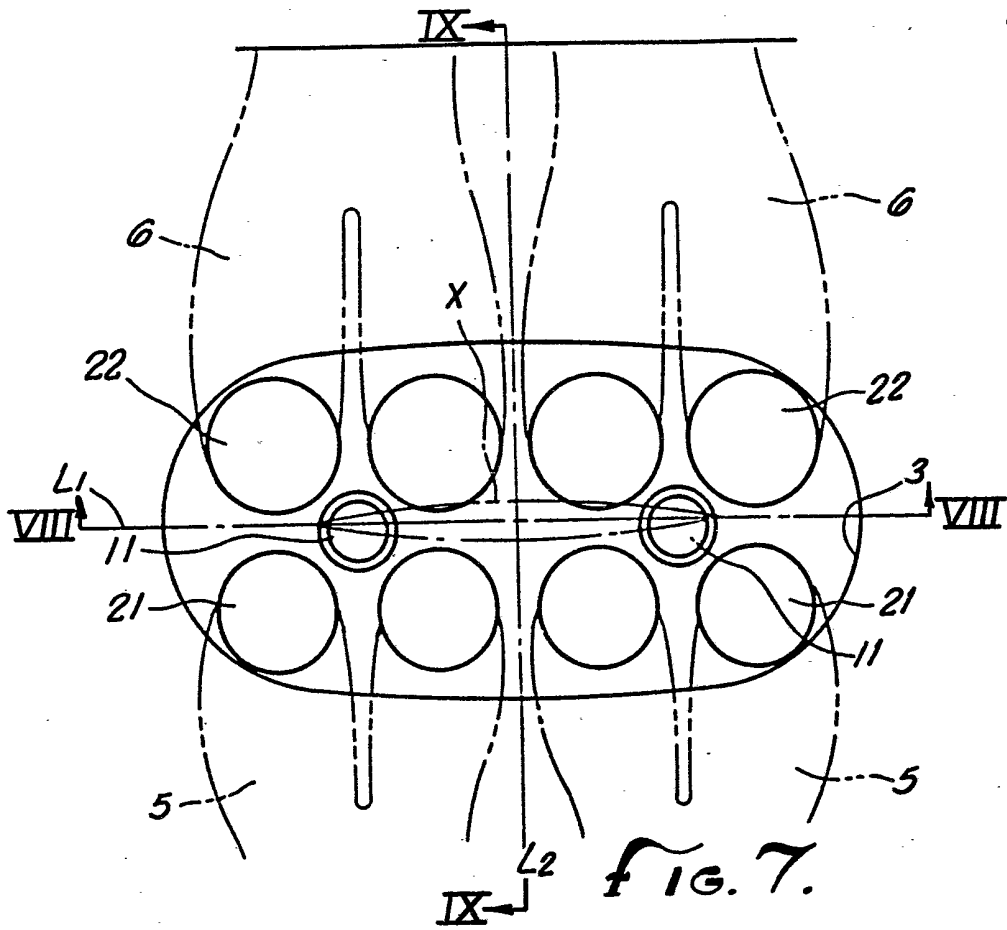


FIG. 0.





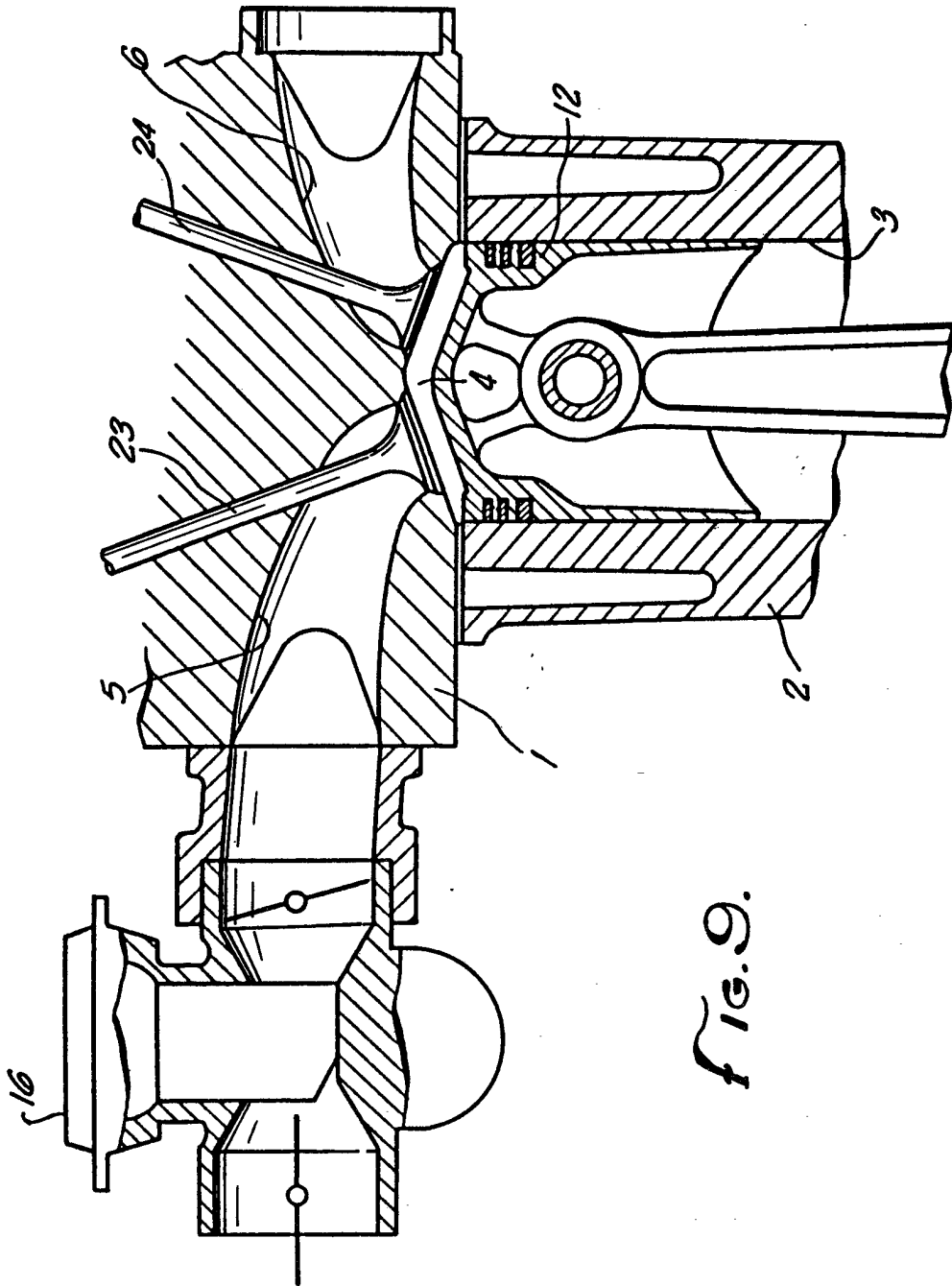


Fig. 9.

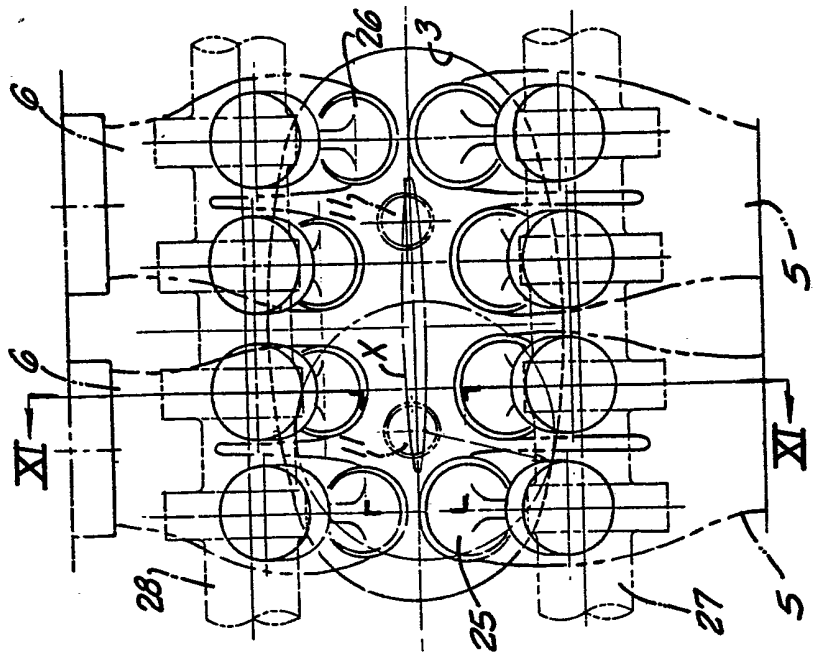


FIG. 10.

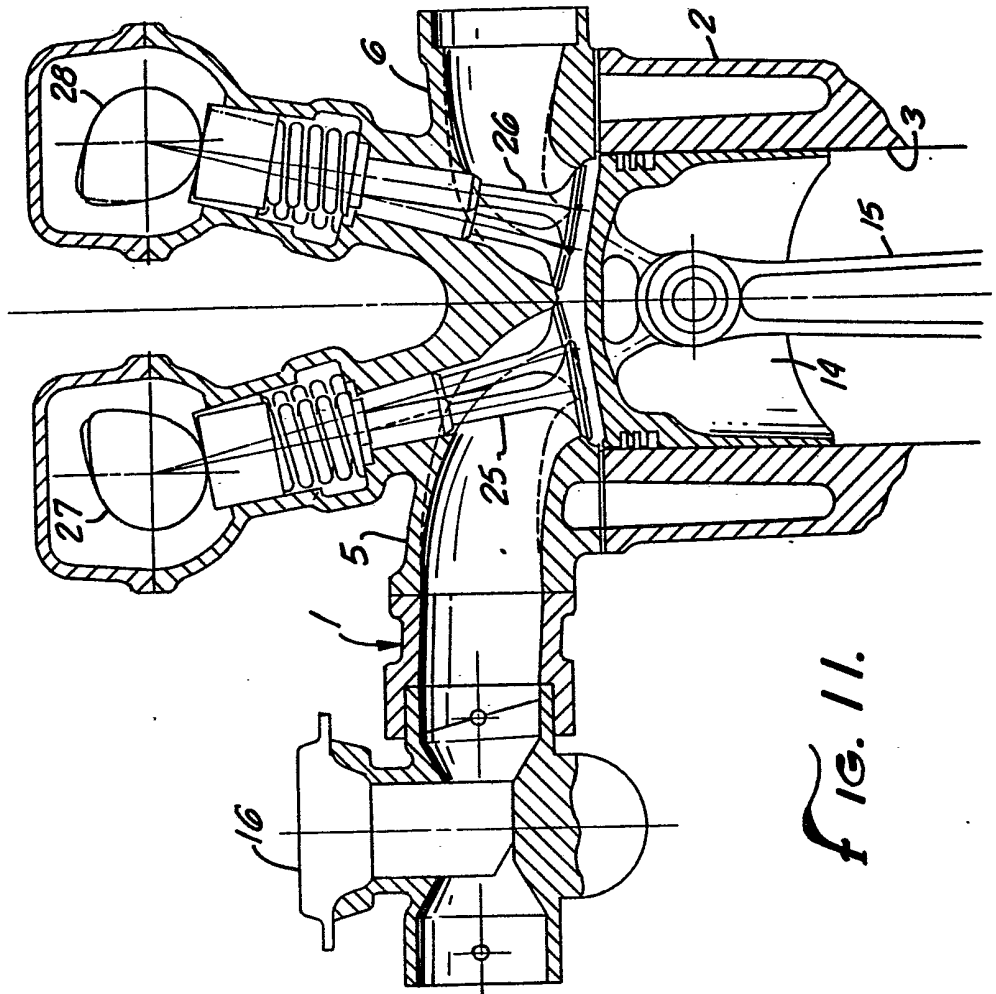


FIG. 11.

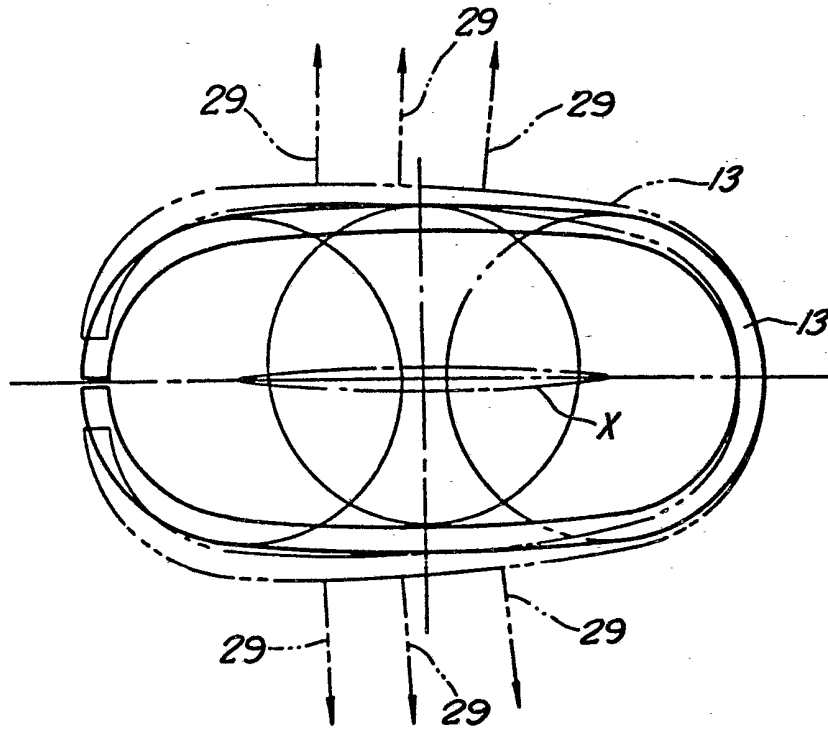


FIG. 12.

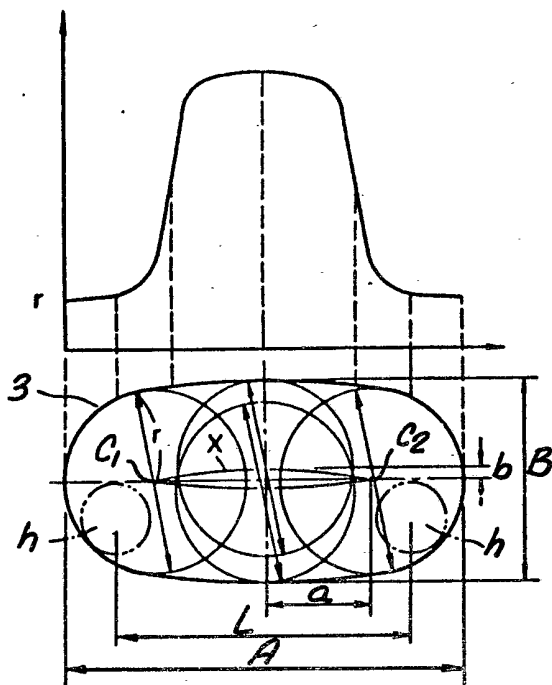


FIG. 13.

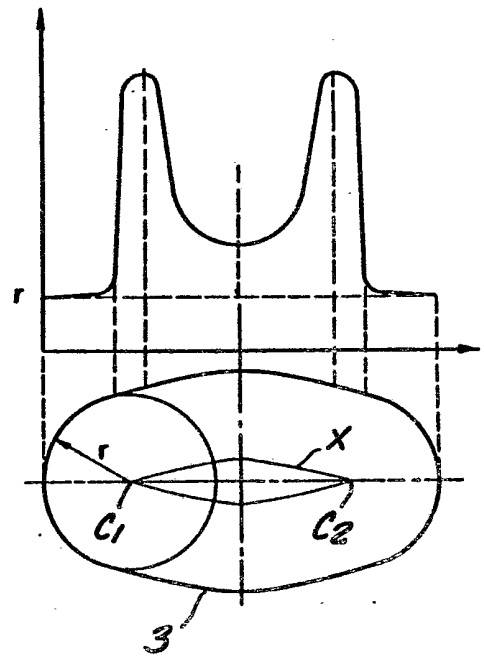


FIG. 14.

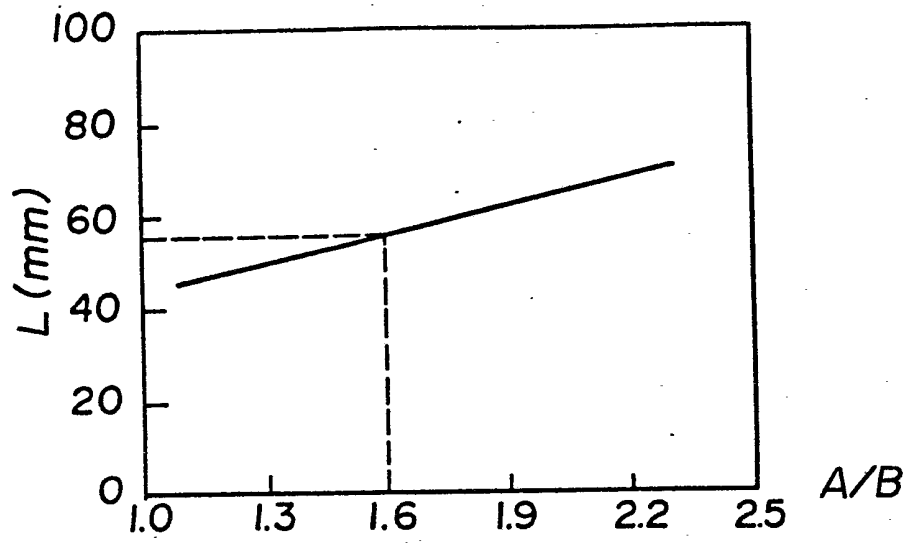


FIG. 15.

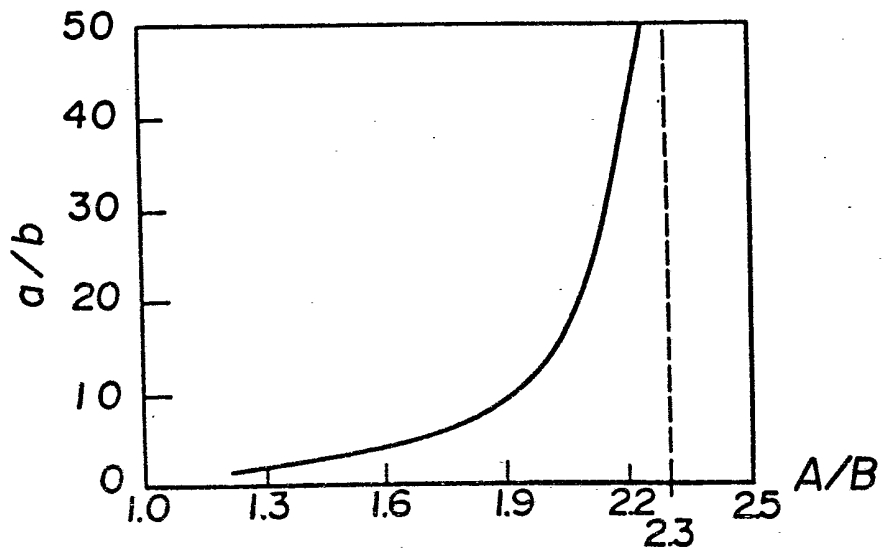


FIG. 16.