



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 568 858 A2**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
31.08.2005 Bulletin 2005/35

(51) Int Cl.7: **F01L 9/04**

(21) Numéro de dépôt: **05300061.8**

(22) Date de dépôt: **26.01.2005**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL BA HR LV MK YU

(30) Priorité: **27.02.2004 FR 0450387**

(71) Demandeurs:
• **Peugeot Citroen Automobiles SA**
78943 Vélizy-Villacoublay Cedex (FR)
• **CENTRE NATIONAL DE**
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
75016 Paris Cédex (FR)

(72) Inventeurs:
• **SEDDA, Emmanuel**
78700, CONFLANS SAINTE HONORINE (FR)
• **FAGEON, Christophe**
92120, MONTROUGE (FR)
• **CHILLET, Christian**
39100, GRENOBLE (FR)
• **YONNET, Jean-Paul**
38240, MEYLAN (FR)

(74) Mandataire: **Grynwald, Albert et al**
Cabinet Grynwald
94, rue Saint Lazare
75009 Paris (FR)

(54) **Dispositif d'actionnement électromagnétique de soupape pour moteur à combustion interne**

(57) L'invention concerne un dispositif d'actionnement de soupape de moteur à combustion interne comprenant une palette magnétique (42) commandant la position de la soupape et coopérant, à cet effet, avec au moins un circuit magnétique comportant au moins un aimant pour attirer la palette alternativement vers une première position d'extrémité pour laquelle la soupape est en position fermée et une seconde position d'extrémité, pour laquelle la soupape est en position ouverte. Une bobine à ressorts commandant le déplacement de la palette d'une extrémité à l'autre.

Le circuit magnétique comporte deux parties (30, 32) non-coplanaires dont chacune a une forme sensiblement en C.

Une première bobine (34) entoure la branche principale de la première partie et une seconde bobine (36) entoure la branche principale de la seconde partie.

Au moins un aimant (46, 48) relie des faces latérales en regard des deux parties. Les extrémités correspondantes des branches ouvertes sont sensiblement coplanaires.

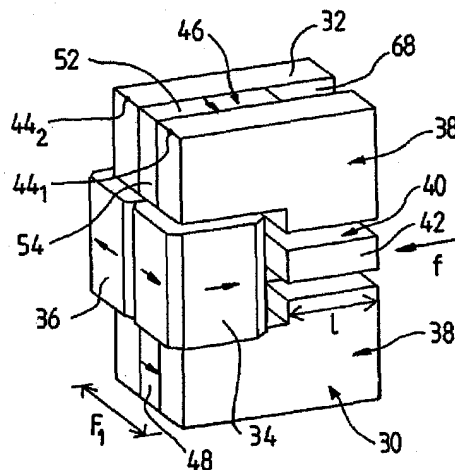


FIG.2

Description

[0001] L'invention est relative à un dispositif d'actionnement électromagnétique de soupape(s) pour moteur à combustion interne.

[0002] On sait qu'un moteur à combustion interne comporte des soupapes, au moins une par cylindre, pour l'admission ou l'échappement des gaz. Ces soupapes sont commandées en synchronisme avec le fonctionnement du moteur. Leur moment d'ouverture ou de fermeture doit être contrôlé de façon très précise.

[0003] Jusqu'à présent, la commande d'ouverture ou de fermeture des soupapes est effectuée principalement de façon mécanique. Mais depuis quelques années, on a proposé une commande d'ouverture ou de fermeture de soupape de type électromécanique qui permet une simplification de la réalisation du moteur et des fonctions supplémentaires de commande du moteur puisque la commande des soupapes peut être effectuée à volonté grâce à des moyens électroniques de commande, indépendamment de la structure du moteur.

[0004] Ces dispositifs de commande de type électromécanique d'ouverture ou fermeture de soupape comportent une palette ou plateau magnétique coopérant avec un ou deux électroaimants et des ressorts. La palette se déplace entre les deux électroaimants. Une extrémité de la course de la palette correspond à la position fermée de la soupape et l'autre extrémité de la course correspond à la position ouverte. Dans chacune des positions d'extrémité, un ressort est comprimé et un autre ressort est détendu. L'électroaimant sert à maintenir la palette dans chaque position d'extrémité alors que les ressorts aident au déplacement de la palette d'une extrémité de sa course à l'autre.

[0005] Un type de dispositif d'actionnement particulièrement simple a été décrit dans le brevet européen n° 1 174 596. Ce dispositif est représenté sur la figure 1. Dans cette réalisation connue, on prévoit un seul électroaimant 1 à l'intérieur duquel est disposé un aimant permanent 5. Le circuit magnétique de l'électroaimant comporte en coupe, symétriquement par rapport à l'axe d'une tige 16, d'une part, deux branches 8 et 9 contre les extrémités desquelles vient en contact une palette magnétique 15 pour la position fermée de la soupape 17 et, d'autre part, des branches 10 et 11 contre les extrémités desquelles la palette s'applique pour la position ouverte de la soupape.

[0006] L'induction magnétique créée par l'aimant permanent 5 maintient la palette 15 dans chacune des positions d'extrémité, soit contre les extrémités des branches 8 et 9, soit contre les extrémités des branches 10 et 11.

[0007] Pour passer d'une position à l'autre, on alimente une bobine 2 enroulée autour d'une branche du circuit magnétique de façon à créer un champ magnétique qui s'oppose à l'effet de l'aimant. Dans ces conditions, le ressort comprimé repousse la palette 15 vers l'autre po-

sition d'extrémité. Dans la position représentée sur la figure 1, le ressort 18 comprimé repousse la palette 15 vers les extrémités des branches 10 et 11.

[0008] La structure de ce dispositif d'actionnement est particulièrement simple et la consommation en énergie électrique est faible. Cependant, cette structure présente un encombrement difficilement compatible avec la compacité recherchée pour la réalisation de moteurs. De plus, le démarrage est difficile à partir de la position mi-course qui correspond à la position d'équilibre des ressorts.

[0009] L'invention a pour but de permettre la réalisation d'un dispositif d'actionnement de type polarisé (c'est-à-dire à aimant permanent) d'encombrement réduit et qui soit aisément fabriqué en grande série.

[0010] Le dispositif d'actionnement selon l'invention comprend deux pièces ferromagnétiques sensiblement en forme de C se trouvant dans des plans différents et séparées par deux aimants permanents dont les champs magnétiques sont sensiblement parallèles et dans le même sens, les plans des deux pièces ferromagnétiques en C étant parallèles ou formant un angle aigu, la palette étant disposée pour pouvoir se déplacer entre les extrémités desdites branches des deux pièces en C et une bobine est enroulée autour d'une branche de chaque C, de préférence autour de la branche principale, les enroulements de ces deux bobines étant en sens inverses.

[0011] On comprend que, par rapport à la structure représentée sur la figure 1, l'encombrement est fortement diminué puisque avec la structure de l'invention, le circuit magnétique est replié autour de l'axe central, celui de la tige de soupape.

[0012] Les pièces magnétiques en C présentent une bonne rigidité, ce qui est important pour des pièces de véhicule automobile.

[0013] Etant donné que l'aimant ou les aimants se trouve(nt) entre les pièces magnétiques en C, il peut (ou ils peuvent) s'étendre dans un volume plus important que dans la structure connue. Il en résulte que le champ rémanent de l'aimant (ou des aimants) peut être plus faible. En outre, la structure peut être telle que l'aimant peut être remplacé aisément.

[0014] La structure du dispositif d'actionnement est également telle que la palette est d'un encombrement et donc d'un poids réduit.

[0015] Dans une réalisation préférée, les pièces magnétiques en C sont réalisées en tôles feuilletées.

[0016] L'invention concerne de façon générale un dispositif d'actionnement de soupape de moteur à combustion interne comprenant une palette magnétique commandant la position de la soupape et coopérant, à cet effet, avec au moins un circuit magnétique comportant au moins un aimant pour attirer la palette alternativement vers une première position d'extrémité pour laquelle la soupape est en position fermée et une seconde position d'extrémité pour laquelle la soupape est en position ouverte, au moins une bobine et des moyens élas-

tiques, notamment à ressort(s), étant prévus pour commander le déplacement de la palette d'une position d'extrémité à l'autre qui est caractérisé en ce que :

- le circuit magnétique comporte deux parties non-coplanaires dont chacune a une forme sensiblement en C,
- une première bobine entoure la branche principale de la première partie,
- une seconde bobine entoure la branche principale de la seconde partie,
- au moins un aimant relie des faces latérales en regard des deux parties, et
- les deux parties sont disposées de façon telle que les extrémités correspondantes des branches ouvertes soient sensiblement coplanaires, la palette magnétique étant disposée entre les paires d'extrémités.

[0017] Dans un exemple, le dispositif comprend un second aimant reliant les faces latérales en regard des deux parties.

[0018] La première et/ou la seconde bobine est, par exemple, sur une branche opposée à la branche ouverte de la première ou seconde partie.

[0019] Dans une réalisation, l'aimant (ou les aimants) présente(nt) au moins une tranche (52, 54) sensiblement co-planaire avec des tranches des deux parties du circuit magnétique.

[0020] Les deux parties du circuit magnétique sont, de préférence, en tôle feuilletée.

[0021] Dans une réalisation, la palette présente deux parties d'extrémité dont chacune a la même forme et les mêmes dimensions que les tranches d'extrémités correspondantes des branches ouvertes des parties du circuit magnétique en C.

[0022] Chacune des deux parties du circuit magnétique présente selon un mode de réalisation une forme sensiblement plane et ces deux parties planes, séparées par un ou deux aimants, sont sensiblement parallèles. Dans ce cas, les deux parties du circuit magnétique peuvent être pratiquement identiques et disposées symétriquement par rapport à un plan médian parallèle à ces deux parties. En variante, les deux branches pleines de chaque partie en C du circuit magnétique sont à l'opposé l'une de l'autre en projection sur un plan parallèle aux deux parties.

[0023] Suivant une réalisation, chacune des deux parties du circuit magnétique présente une forme sensiblement plane et ces deux parties planes sont séparées par un ou deux aimants et forment entre elles un angle aigu de façon que la distance séparant les extrémités des branches ouvertes du C soit plus faible que la distance séparant les grandes branches des parties

en C.

[0024] Suivant une autre réalisation, chacune des deux parties du circuit magnétique en C présente une première section de forme sensiblement plane et parallèle à la section correspondante de l'autre partie, l'aimant ou les aimants étant disposé(s) entre ces deux sections parallèles et une seconde section de forme et disposition telles que la distance séparant les extrémités des branches ouvertes du C soit plus faible que la distance séparant les grandes branches des deux parties en C.

[0025] Au moins une face de la palette peut présenter au moins un épaulement auquel correspond un épaulement d'une extrémité d'une branche ouverte d'une partie du circuit en C. L'épaulement peut s'étendre selon une direction rectiligne ou curviligne.

[0026] La palette peut présenter une forme générale rectangulaire, orthogonale ou circulaire.

[0027] La section de l'aimant ou des aimants en contact avec les deux parties de circuit magnétique est par exemple supérieure à la section des extrémités des deux branches ouvertes des deux parties en C du circuit magnétique.

[0028] Dans une réalisation, l'aimant ou les aimants est (sont) en ferrite.

[0029] L'invention concerne aussi un ensemble d'au moins deux dispositifs d'actionnement de soupape disposés de façon telle que les bobines des deux dispositifs d'actionnement soient éloignées les unes des autres.

[0030] L'invention concerne également un moteur à combustion interne comprenant au moins un dispositif d'actionnement du type défini ci-dessus.

[0031] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront avec la description de certains de ses modes de réalisation, cette description étant effectuée en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1, déjà décrite, correspond à une structure de dispositif d'actionnement connue,

la figure 2 est un schéma en perspective d'un dispositif d'actionnement conforme à l'invention,

la figure 3 est une vue selon la flèche f de la figure 2,

les figures 3a et 3b sont des coupes selon les lignes AA et BB respectivement de la figure 3,

les figures 3c et 3d sont des vues analogues à celles de la figure 3a illustrant un procédé d'optimisation d'une structure conforme à l'invention,

la figure 4 est un schéma destiné à expliquer le fonctionnement du dispositif représenté sur les figures 2 et 3,

la figure 5 est un schéma en perspective, analogue

à celui de la figure 2, pour une variante de dispositif selon l'invention,

la figure 6 est une vue analogue à celle de la figure 3 pour une seconde variante,

la figure 7 est une vue selon la flèche f_1 de la figure 6,

la figure 8 représente une réalisation de palette pour le dispositif montré sur les figures 6 et 7,

la figure 9 est une vue analogue à celle de la figure 7 pour une variante,

la figure 10 représente une palette pour le dispositif montré sur la figure 9,

la figure 11 est également une vue analogue à celle de la figure 6 pour encore une autre variante,

la figure 12 est également une vue analogue à celle de la figure 6 pour une autre variante,

la figure 13 montre une palette pour le dispositif de la figure 12,

la figure 14 représente une autre configuration de palette pour le dispositif de la figure 12,

la figure 15 montre une autre réalisation de palette utilisable pour tous les dispositifs d'actionnement selon l'invention,

la figure 16 montre une structure conforme à l'invention d'implantation de deux dispositifs d'actionnement conformes à l'invention, et

les figures 17 et 18 sont des vues analogues à celles de la figure 16 pour des variantes.

[0032] L'actionneur de soupape représenté sur les figures 2 et 3 comprend un circuit magnétique formé de deux pièces 30 et 32 dont chacune a la forme générale d'un C. Ces deux pièces magnétiques 30 et 32 sont réalisées en tôle feuilletée et sont identiques. Chacune d'elles comporte une branche centrale autour de laquelle est enroulée une bobine 34, 36. Ces deux bobines présentent des enroulements qui génèrent des champs magnétiques en sens contraires.

[0033] La branche ouverte 38 du C ménage un espace 40 dans lequel est disposée une palette magnétique 42 destinée à se déplacer dans cet espace (entrefer) 40 selon une direction parallèle aux branches principales du C.

[0034] Cette palette coopère avec des tiges et une queue de soupape ainsi qu'avec des ressorts comme décrit en relation avec la figure 1. Ces éléments n'ont

donc pas été représentés sur les figures 2 et 3.

[0035] Les deux pièces 30 et 32 ont des faces latérales planes. Elles sont disposées parallèlement l'une à l'autre et, dans l'exemple, de façon que les quatre arêtes de la tranche soient alignées. Par exemple l'arête 44₁ de la pièce 30 est alignée avec l'arête 44₂ de la pièce 32.

[0036] Entre les faces en regard des pièces 30 et 32, le dispositif d'actionnement comporte deux aimants permanents, respectivement 46 et 48, qui sont identiques et dont les aimantations sont dans le même sens. Chacun des aimants présente une tranche dans le même plan que la tranche supérieure ou inférieure des pièces en C et une autre tranche dans le même plan que la tranche extérieure des pièces en C. Ainsi, la tranche supérieure 52 de l'aimant 46 est coplanaire avec les tranches supérieures des pièces 30 et 32 et la tranche verticale extérieure 54 de l'aimant 46 est coplanaire avec la tranche extérieure verticale des pièces en C 30 et 32.

[0037] Les deux aimants 46 et 48 jouent un rôle similaire dans la création du champ magnétique de polarisation. En variante, on utilise un seul aimant (46 par exemple) qui peut être réalisé par un aimant unique ou par plusieurs aimants aimantés dans la même direction.

[0038] On obtient ainsi une structure particulièrement compacte puisque les pièces magnétiques en C 30 et 32 peuvent être constituées à partir de plaques relativement peu épaisses. Les aimants 46 et 48 ont aussi une épaisseur modérée. Ce dispositif est aisément industrialisable en réalisant des pièces magnétiques en matériau feuilleté. On peut faire appel à des aimants de champ rémanent relativement faible car, par rapport à l'aimant représenté sur la figure 1, ils occupent un volume sensiblement plus important. En outre, dans la structure représentée sur la figure 2, les aimants ne sont pas entourés par les bobines 34 et 36 et sont accessibles de l'extérieur de la structure. Il en résulte qu'ils sont aisément remplaçables.

[0039] Si l'actionneur est installé dans la direction représentée, son encombrement dans la direction f_1 (figure 2) est faible, ce qui permet de l'utiliser en combinaison avec un autre actionneur du même type pour un moteur à plusieurs soupapes dans lequel la distance entre les soupapes est relativement faible. En outre, la structure est telle que la palette 40 est d'un encombrement réduit et donc d'une masse faible, ce qui minimise l'énergie de fonctionnement du dispositif.

[0040] Un avantage de réaliser les pièces magnétiques 30 et 32 en tôle feuilletée réside dans le fait que l'induction créée par les bobines 34 et 36 est dans le plan de ces tôles (comme montré sur la figure 2) et, en conséquence, les courants induits sont dans la direction perpendiculaire, c'est-à-dire qu'ils sont coupés par les circuits ouverts entre tôles.

[0041] On a montré sur la figure 3 la tige 50 solidaire de la palette 42 qui coopère avec la queue de soupape (non montrée sur les figures 2 et 3).

[0042] On va maintenant décrire, à l'aide de la figure 4, le fonctionnement du dispositif décrit en relation avec

les figures 2 et 3.

[0043] Sur cette figure 4, les deux pièces magnétiques 30 et 32 ont été représentées dans le même plan et les aimants 46 et 48, entre les pièces magnétiques 30 et 32, sont également montrés dans le même plan.

[0044] Les champs magnétiques produits par les aimants 46 et 48 sont représentés par des doubles flèches tandis que les champs magnétiques produits par les bobines 34 et 36 sont représentés par une simple flèche.

[0045] On voit que les flux magnétiques créés par les aimants s'ajoutent dans la palette 40. Ainsi, quand la palette 40 est en position haute (sur la figure 4), le circuit magnétique de polarisation (créé par les aimants) est complètement fermé et l'induction magnétique B_a est maximale tandis que dans l'entrefer inférieur, entre la palette 40 et les circuits en C 30 et 32, l'induction magnétique créée par les aimants est nulle.

[0046] Comme précédemment, les aimants 46 et 48 jouent un rôle similaire dans la création du champ magnétique de polarisation. En conséquence, on utilise un seul aimant (46 par exemple) qui peut être réalisé par un aimant unique ou par plusieurs aimants aimantés dans la même direction.

[0047] Le flux magnétique créé par les bobines 34, 36 traverse l'entrefer fermé et un entrefer 52 de l'ordre de 8 mm. Il en résulte que l'induction créée par les bobines reste faible mais suffisante pour permettre le fonctionnement. De plus, une partie du flux des bobines se referme directement entre les circuits magnétiques feuilletés au niveau des aimants 46 et 48.

[0048] La figure 5 montre une variante dans laquelle, comme dans la réalisation représentée sur les figures 2 et 3, les deux circuits magnétiques en C 30₁ et 32₁ sont des pièces plates également en tôle feuilletée et ces pièces plates sont dans des plans sensiblement parallèles. Toutefois, à la différence du mode de réalisation montré sur les figures 2 et 3, les branches principales ne sont pas rapprochées mais opposées. Il en est donc de même des bobines 34₁, 36₁.

[0049] Les aimants 46₁ et 48₁ ont sensiblement la largeur des branches ouvertes des C et relient les faces en regard de ces C. Ainsi, l'aimant 46₁ présente une arête supérieure 60 alignée avec l'arête supérieure 62 de la pièce 30₁ du côté de la branche ouverte du C. De façon analogue, l'autre arête supérieure 64 de l'aimant 46₁ est alignée avec l'arête supérieure 66 du côté du C de la pièce 32₁.

[0050] L'aimant 48₁ est disposé de façon analogue à l'aimant 46₁. Toutefois, il présente une ouverture (non montrée) pour laisser passer la queue de soupape ou la tige de la palette 42₁, cette queue ou cette tige n'étant également pas représentée sur la figure 5.

[0051] Par rapport à la réalisation représentée sur les figures 2 et 3, les pièces magnétiques sont plus éloignées l'une de l'autre, ce qui diminue les fuites de champ magnétique. En effet, dans la réalisation montrée sur la figure 2, il peut se produire des fuites magné-

tiques entre les parties 68 des pièces 30 et 32 qui ne sont pas séparées par les aimants 46 et 48.

[0052] Ainsi, du fait de la diminution des fuites, le maintien de la palette 42₁ contre les pièces magnétiques sera plus efficace que dans la réalisation présentée sur la figure 2. Mais, il faudra, de ce fait, un courant plus important pour passer de l'état ouvert à l'état fermé et réciproquement.

[0053] Le mode de réalisation représenté sur les figures 6, 7 et 8 se distingue de celui représenté sur les figures 2 et 3 par le fait que les pièces magnétiques 30₂ et 32₂ ne sont pas parallèles mais forment un angle aigu de façon telle qu'elles soient rapprochées du côté de la branche ouverte du C afin de minimiser la dimension et donc la masse de la palette 42₂. Dans cet exemple, on prévoit deux aimants ayant, en coupe parallèle à la partie plate de la palette, une forme de trapèze. Ces aimants portent les références 72 et 74.

[0054] Comme dans les autres exemples, les bobines 76 et 78 sont enroulées autour de la partie centrale de la branche pleine de chaque pièce en C.

[0055] Comme montré sur la figure 8, la palette 42₂ présente, dans l'exemple, en plan une forme adaptée à celle des extrémités en regard des branches ouvertes des pièces en C. Ainsi, la pièce 42₂ présente une partie centrale 76 en forme de trapèze dont les côtés non parallèles sont les petits côtés de rectangles, respectivement 78, 80. Le rectangle 78 correspond aux extrémités en regard 82₁, 82₂ des branches ouvertes du C de la pièce 30₂ et le rectangle 80 correspond aux extrémités correspondantes pour la pièce 32₂.

[0056] Ainsi, la masse de la palette peut encore être réduite par une optimisation des surfaces en regard des circuits magnétiques.

[0057] Le faible encombrement de la palette permet d'installer le dispositif d'actionnement de soupape pour des moteurs dont l'écartement entre soupapes est faible. On peut aussi, avec cette réalisation, maximiser la puissance du dispositif d'actionnement pour un entraxe donné entre soupapes. En outre, les aimants sont épais, ce qui permet de conférer des efforts importants de maintien des aimants en position d'ouverture de soupape ou en position de fermeture de soupape.

[0058] L'exemple représenté sur la figure 9 se rapporte à une autre variante dans laquelle, pour réaliser des aimants parallélépipédiques 90, chaque circuit en C présente deux parties formant entre elles un angle obtus, à savoir une première partie 92 comportant la branche pleine autour de laquelle est enroulée la bobine correspondante 94 et le début 96 des branches perpendiculaires et, d'autre part, une partie 98 comportant la branche ouverte du C (non montrée) entre lesquelles se déplace la palette 100 (figures 9 et 10).

[0059] La palette 100 a une forme trapézoïdale comme montrée sur la figure 10, ses deux extrémités correspondant aux extrémités en forme de parallélogrammes 102 et 104 des extrémités libres des branches ouvertes du C.

[0060] Ce mode de réalisation montré sur les figures 9 et 10 présente les mêmes avantages que celui représenté sur les figures 6, 7 et 8. Toutefois, la réalisation de l'aimant est plus simple.

[0061] L'exemple de réalisation représenté sur la figure 11 se distingue de celui montré sur la figure 3 par le fait que les extrémités 106, 108 et 110, 112 des branches ouvertes de chaque pièce magnétique en C forment des becs afin que ces extrémités soient plus rapprochées l'une de l'autre que les pièces magnétiques. Dans ces conditions, la palette 114 peut être de dimension plus réduite.

[0062] Dans les exemples montrés sur les figures 12, 13 et 14, la palette magnétique 116 présente des épaulements 118 et 120 et les extrémités des branches ouvertes des pièces en C comportent des épaulements correspondants. Le but de cette disposition est de linéariser l'effort d'attraction des pièces magnétiques sur la palette 116 en fonction de l'entrefer.

[0063] Ainsi, la palette 116 présente une plus grande épaisseur dans sa partie centrale et des épaisseurs plus réduites aux extrémités ménageant ainsi quatre épaulements 118, 120, 118₁, 120₁.

[0064] Les extrémités des pièces magnétiques en C présentent des épaulements complémentaires. Ainsi, l'extrémité 122 d'une des branches ouvertes 124 d'une pièce magnétique en C 126 présente un épaulement 128 destiné à venir en regard de l'épaulement correspondant 118 quand la palette est attirée vers le haut.

[0065] Dans l'exemple représenté sur la figure 13, les épaulements 118, 120 ainsi que les épaulements 118₁ et 128₁ sont rectilignes, tandis que dans l'exemple montré sur la figure 14, les épaulements 118', 120' sont courbes. Il en est bien entendu de même des épaulements correspondants sur les extrémités des pièces magnétiques en « C ».

[0066] Avec la réalisation montrée sur la figure 14, la palette n'est plus sensible à des décentrages angulaires de cette palette.

[0067] En variante, on prévoit plusieurs épaulements formant des escaliers et/ou des formes en V sur la palette et les circuits ferromagnétiques.

[0068] Bien entendu, la forme de la palette n'est pas limitée à celle décrite. Ainsi, on a représenté sur la figure 15, un autre exemple dans lequel la palette présente une section octogonale. Une telle palette octogonale sera d'ailleurs préférée à une palette rectangulaire car avec une telle géométrie, on peut montrer que pour une même masse, les efforts exercés sur la palette sont plus importants que dans le cas d'une palette de forme rectangulaire. On peut aussi diminuer la masse de la palette à force d'attraction identique.

[0069] Les figures 3a, 3b, 3c et 3d illustrent des dispositions permettant de faire appel à des aimants d'aimantation rémanente faible, notamment des aimants en ferrite, tout en générant des niveaux d'induction élevés dans le circuit magnétique et dans l'entrefer, afin d'optimiser la force d'attraction et de minimiser la

masse du circuit magnétique.

[0070] A cet effet, on utilise le principe de la concentration de flux qui consiste à conférer une section S_a (figure 3b) d'aimant supérieure à la section des circuits ferromagnétiques S_f (figures 3a, 3c et 3d) et à celle des entrefers.

[0071] Dans l'exemple montré sur la figure 3c, on fait appel à des parties magnétiques en C d'épaisseur réduite et dans l'exemple de la figure 3d, la largeur l des extrémités des branches ouvertes (la largeur l est la dimension dans la direction perpendiculaire à la grande branche du C) est réduite.

[0072] Ainsi, dans l'exemple de la figure 3c, la longueur de la palette est réduite dans les mêmes proportions que la distance séparant les faces latérales externes des deux pièces magnétiques.

[0073] On a représenté sur la figure 16 deux dispositifs de commande du type de ceux décrits en relation avec les figures 2 et 3 dont l'un, 130, est destiné à commander une première soupape et dont l'autre, 132, est destiné à commander une seconde soupape à proximité de la première. Ces deux dispositifs de commande sont disposés de façon que les plans des pièces magnétiques soient parallèles. Cependant, les branches principales des circuits magnétiques et donc les bobines sont en des positions opposées. Ainsi, la distance L entre les axes des deux soupapes, commandées par dispositifs 130 et 132, est sensiblement égale à l'épaisseur e d'un dispositif de commande sans tenir compte de la surépaisseur des bobines 134. L'épaisseur e est la distance séparant les faces externes des deux pièces magnétiques d'un dispositif de commande.

[0074] La figure 17 est une figure analogue à celle de la figure 16 mais dans le cas où l'on prévoit deux dispositifs de commande 136 et 138 du type de ceux représentés sur la figure 5.

[0075] Sur la figure 18, on a représenté deux dispositifs de commande 140 et 142 du type de ceux représentés sur les figures 6 et 7. On constate que, par rapport aux figures 16 et 17, on peut réduire dans des proportions importantes la distance séparant deux soupapes. Cette réalisation est donc particulièrement intéressante pour équiper un moteur de faible cylindrée ou pour obtenir des efforts importants, par exemple dans le cas d'actionneurs pour l'échappement.

Revendications

1. Dispositif d'actionnement de soupape de moteur à combustion interne comprenant une palette magnétique commandant la position de la soupape et coopérant, à cet effet, avec au moins un circuit magnétique comportant au moins un aimant pour attirer la palette alternativement vers une première position d'extrémité pour laquelle la soupape est en position fermée et une seconde position d'extrémité pour laquelle la soupape est en position ouverte, au

moins une bobine et des moyens élastiques, notamment à ressort(s), étant prévus pour commander le déplacement de la palette d'une position d'extrémité à l'autre, **caractérisé en ce que** :

- le circuit magnétique comporte deux parties (30, 32) non-coplanaires dont chacune a une forme sensiblement en C, 5
 - une première bobine (34) entoure la branche principale de la première partie, 10
 - une seconde bobine (36) entoure la branche principale de la seconde partie, 15
 - au moins un aimant (46, 48) relie des faces latérales en regard des deux parties, et 20
 - les deux parties sont disposées de façon telle que les extrémités correspondantes des branches ouvertes soient sensiblement coplanaires, la palette magnétique (42) étant disposée entre les paires d'extrémités.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comprend un second aimant reliant les faces latérales en regard des deux parties. 25
 3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la première et/ou la seconde bobine est disposée sur une branche opposée à la branche ouverte de la première ou seconde partie. 30
 4. Dispositif selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** l'aimant (ou les aimants) présente (nt) au moins une tranche (52, 54) sensiblement coplanaire avec des tranches des deux parties du circuit magnétique. 35
 5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les deux parties du circuit magnétique sont en tôle feuilletée. 40
 6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la palette présente deux parties d'extrémité dont chacune a la même forme et les mêmes dimensions que les tranches d'extrémités correspondantes des branches ouvertes des parties du circuit magnétique en C. 45
 7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chacune des deux parties du circuit magnétique présente une forme sensiblement plane et **en ce que** ces deux parties planes, séparées par un ou deux aimants, sont sensiblement parallèles. 50
 8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les deux parties du circuit magnétique sont pratiquement identiques et disposées symétriquement par rapport à un plan médian parallèle à ces deux parties.
 9. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les deux branches pleines de chaque partie en C du circuit magnétique sont à l'opposé l'une de l'autre en projection sur un plan parallèle aux deux parties.
 10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6 **caractérisé en ce que** chacune des deux parties du circuit magnétique présente une forme sensiblement plane et **en ce que** ces deux parties planes sont séparées par un ou deux aimants et forment entre elles un angle aigu de façon que la distance séparant les extrémités des branches ouvertes du C soit plus faible que la distance séparant les grandes branches des parties en C.
 11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** chacune des deux parties du circuit magnétique en C présente une première section de forme sensiblement plane et parallèle à la section correspondante de l'autre partie, l'aimant ou les aimants étant disposé(s) entre ces deux sections parallèles et une seconde section de forme et disposition telles que la distance séparant les extrémités des branches ouvertes du C soit plus faible que la distance séparant les grandes branches des deux parties en C.
 12. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'au** moins une face de la palette présente au moins un épaulement auquel correspond un épaulement d'une extrémité d'une branche ouverte d'une partie du circuit en C.
 13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'épaulement s'étend selon une direction rectiligne.
 14. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'épaulement s'étend selon une direction curviligne.
 15. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la palette présente une forme générale rectangulaire, orthogonale ou circulaire.
 16. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la section de l'aimant ou des aimants en contact avec les deux parties de circuit magnétique est supérieure à la section des extrémités des deux branches ouvertes des deux parties en C du circuit magnétique. 55

17. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'aimant ou les aimants est (sont) en ferrite.

18. Ensemble d'au moins deux dispositifs d'actionnement de soupape selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les deux dispositifs sont disposés de façon telle que les bobines des deux dispositifs d'actionnement soient éloignées les unes des autres.

19. Moteur à combustion interne comprenant au moins un dispositif d'actionnement selon l'une des revendications 1 à 17.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

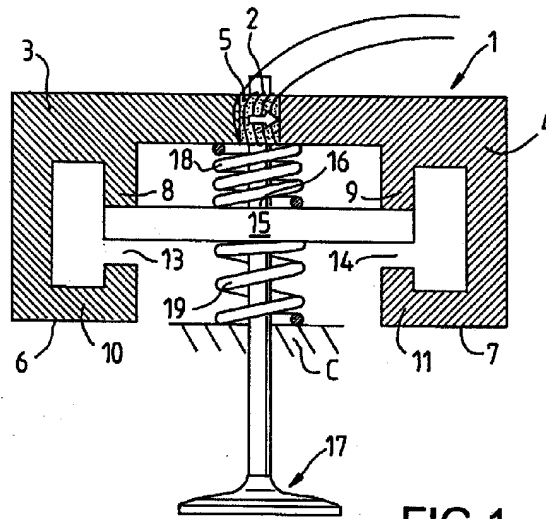


FIG. 1

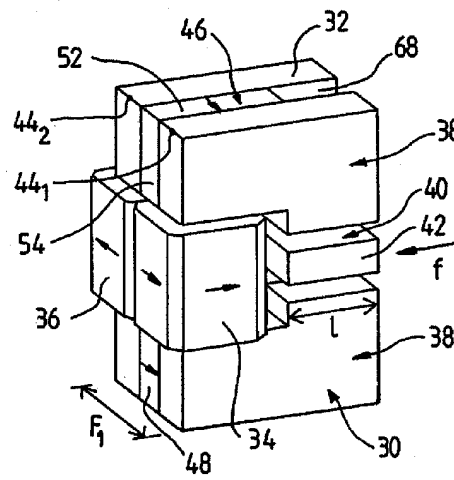


FIG. 2

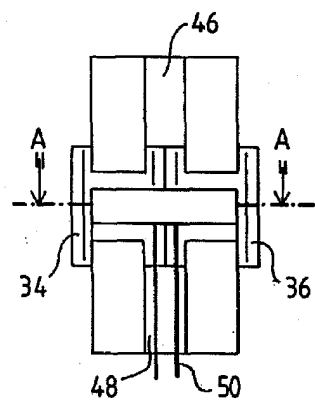


FIG. 3

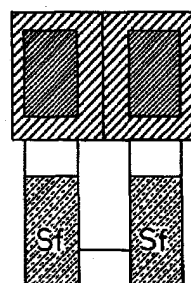


FIG. 3a

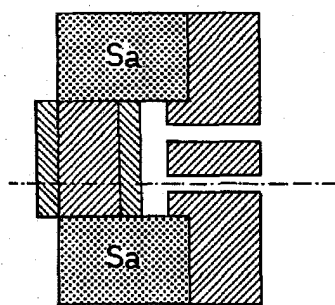


FIG. 3b

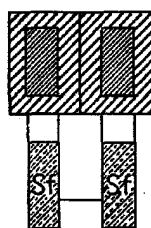


FIG. 3c

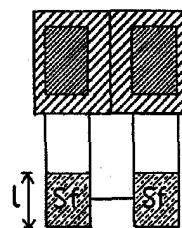


FIG. 3d

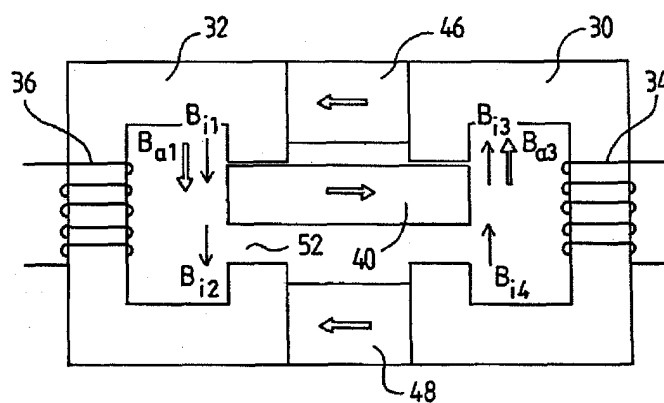
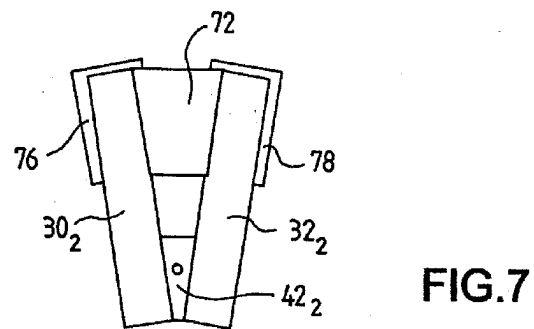
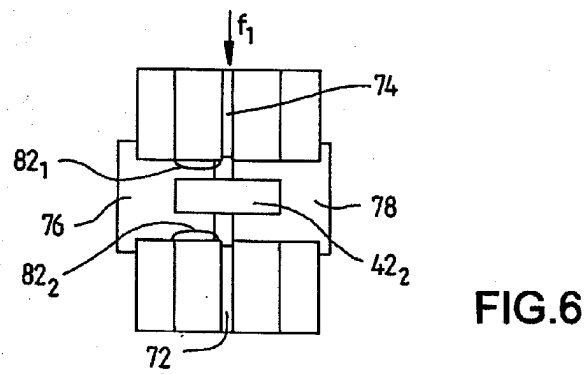
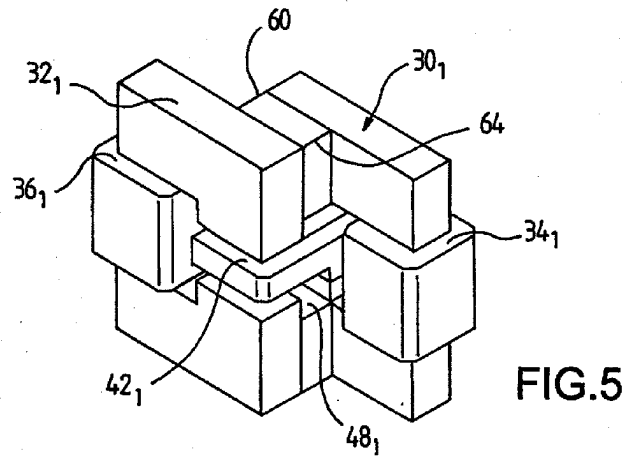


FIG. 4



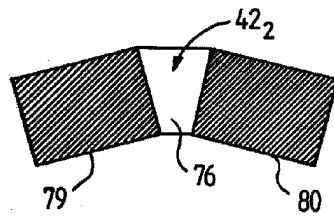


FIG. 8

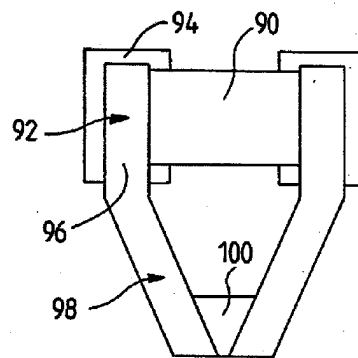


FIG. 9

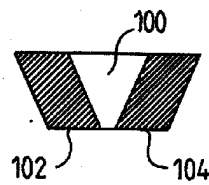


FIG. 10

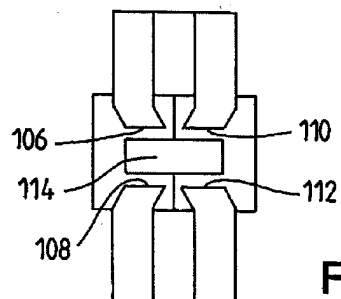


FIG. 11

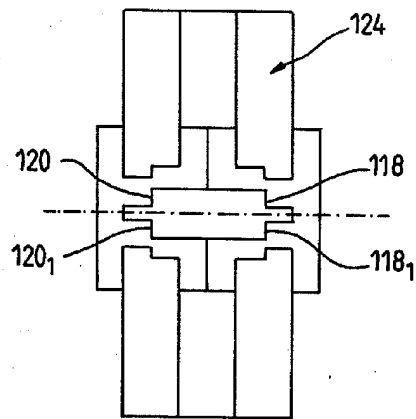


FIG. 12

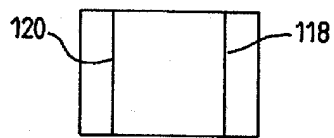


FIG. 13

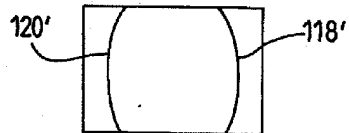


FIG. 14

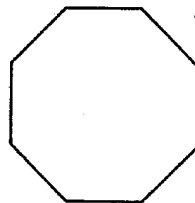


FIG. 15

