



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
25.08.2004 Bulletin 2004/35

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

(21) Numéro de dépôt: **04300049.6**

(22) Date de dépôt: **27.01.2004**

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

- **Fageon, Christophe**
92120 Montrouge (FR)
- **Guerin, Stéphane**
92250 La Garenne Colombes (FR)
- **Yonnet, Jean-Paul**
38240 Meylan (FR)

(30) Priorité: **18.02.2003 FR 0301950**

(71) Demandeur: **Peugeot Citroen Automobiles SA**
78943 Vélizy-Villacoublay Cedex (FR)

(74) Mandataire: **Grynwald, Albert et al**
Cabinet Grynwald,
127, rue du Faubourg Poissonnière
75009 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
 • **Sedda, Emmanuel**
78700 Conflans Sainte Honorine (FR)

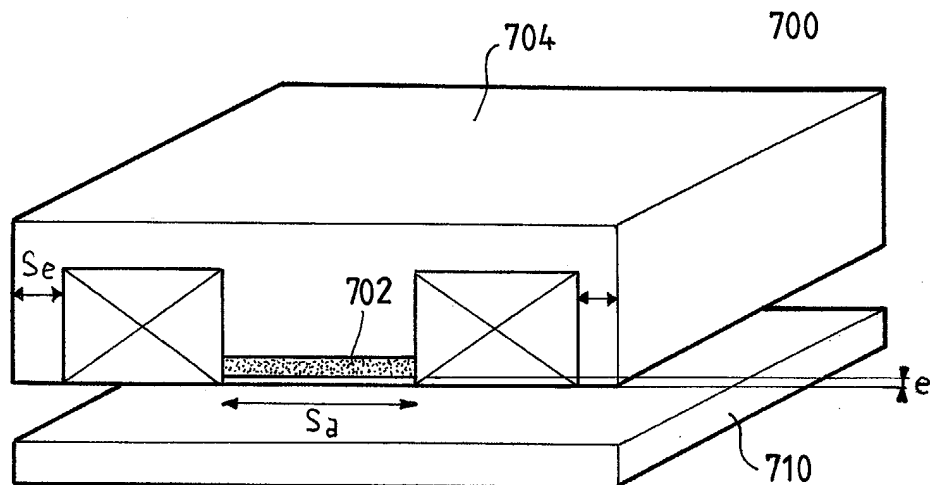
(54) **Actionneur électromécanique de commande de soupape pour moteur interne et moteur à combustion interne muni d'un tel actionneur**

(57) La présente invention concerne un actionneur électromécanique de commande de soupape pour moteur à combustion interne comprenant un électroaimant (700) à aimant (702) et un plateau (710) magnétique mobile venant au voisinage de l'électroaimant., l'aimant (702) étant situé sur une surface de l'électroaimant en

vis-à-vis du plateau (710).

Conformément à l'invention, l'actionneur est caractérisé en ce que l'électroaimant (700) comporte un circuit magnétique en forme de E, et l'aimant (702) est situé à l'extrémité d'une branche de ce circuit en forme de E.

FIG_7



Description

[0001] La présente invention se rapporte à un actionneur électromécanique de commande de soupape pour moteur à combustion interne et à un moteur à combustion interne muni d'un tel actionneur.

[0002] Un actionneur 100 électromécanique (figure 1) de soupape 110 comporte des moyens mécaniques, tels que des ressorts 102 et 104, et des moyens électromagnétiques, tels que des électroaimants 106 et 108, pour commander la position de la soupape 110 au moyen de signaux électriques.

[0003] A cet effet la queue de la soupape 110 est appliquée contre la tige 112 d'un plateau magnétique 114 situé entre les deux électroaimants 106 et 108.

[0004] Lorsqu'un courant circule dans la bobine 109 de l'électroaimant 108, ce dernier est activé et génère un champ magnétique attirant le plateau 114 qui vient à son contact.

[0005] Le déplacement simultané de la tige 112 permet au ressort 102 de placer la soupape 110 en position fermée, la tête de la soupape 110 venant contre son siège 111 et empêchant les échanges de gaz entre l'intérieur et l'extérieur du cylindre 117.

[0006] De façon analogue (non représentée), lorsqu'un courant circule dans la bobine 107 de l'électroaimant 106, l'électroaimant 108 étant désactivé, ce dernier est activé et attire le plateau 114 qui vient à son contact et déplace la tige 112, à l'aide du ressort 104, de telle sorte que cette tige 112 agit sur la soupape 110 et place cette dernière en position ouverte, la tête de la soupape étant éloignée de son siège 111 pour permettre, par exemple, une admission ou une injection de gaz dans le cylindre 117.

[0007] Ainsi, la soupape 110 alterne des positions ouvertes ou fermées, dites commutées, avec des déplacements transitoires entre ces deux positions. Par la suite, on dénommera « état commuté » l'état d'une soupape ouverte ou fermée.

[0008] Par ailleurs, l'actionneur 100 peut être muni d'aimants 118, situé dans l'électroaimant 108, et 116, situé dans l'électroaimant 106, destinés à réduire l'énergie nécessaire au maintien du plateau 114 dans une position commutée.

[0009] A cet effet, chaque aimant est situé entre deux sous éléments de l'électroaimant auquel il est associé de façon à ce que son champ magnétique, éventuellement combiné au champ créé par l'électroaimant, renforce le maintien en position ouverte ou fermée de la soupape 110. Par exemple, l'aimant 116 est compris entre deux sous-éléments 106_a et 106_b.

[0010] Grâce à l'action de l'aimant sur le plateau magnétique, un tel électroaimant 106 ou 108, dit électroaimant à aimant ou électroaimant polarisé, requiert sensiblement moins d'énergie pour contrôler une soupape, le maintien d'une soupape dans une position commutée représentant une consommation importante d'énergie pour l'actionneur.

[0011] La présente invention résulte de la constatation que l'actionneur 100 présente de nombreux inconvénients.

[0012] De fait, cet actionneur requiert l'utilisation de deux sous-éléments 106a et 106b distincts pour former un électroaimant 106. Des opérations propres à la fabrication et au stockage de chacun de ces sous-éléments sont donc nécessaires, augmentant la complexité et le coût de fabrication de l'actionneur.

[0013] De plus, l'opération d'assemblage de ces sous-éléments 106a et 106b avec l'aimant 116 augmente le coût et la complexité de fabrication de l'actionneur tandis que, lors de cet assemblage, les sous-éléments 106a et 106b et/ou l'aimant 116 risquent d'être mal assemblés ou détériorés, ce qui diminuerait la performance de l'électroaimant.

[0014] Un nouvel inconvénient réside dans la difficulté d'un éventuel remplacement d'un aimant 116 ou 118. En effet, il est nécessaire de démonter l'ensemble de l'électroaimant 106 pour remplacer un aimant 116 défectueux.

[0015] Un autre inconvénient est l'encombrement important que représente l'actionneur 100, notamment dû au fait que son hauteur h est imposée par la section Sa des aimants 116 et 118. De fait, cette section Sa est importante afin d'obtenir un flux magnétique élevé à partir de ces aimants.

[0016] En outre, un tel actionneur présente des fuites importantes dues à la dispersion du flux magnétique dans les entrefers.

[0017] Par ailleurs, l'actionneur 100 requiert l'utilisation d'un plateau 114 magnétique de masse élevée due, notamment, à sa section Sp importante. De fait, cette section est généralement égale à la section S_e des branches des électroaimants pour obtenir un fonctionnement optimal de l'actionneur, les branches du support de l'électroaimant et le plateau formant un circuit magnétique de section constante.

[0018] Cependant, l'utilisation d'un plateau 114 de section importante, et donc de masse élevée, présente de nombreux inconvénients décrits ci-dessus.

[0019] Premièrement, l'actionneur 100 requiert des ressorts de raideur élevée pour déplacer la masse importante du plateau. Dès lors, la sensibilité du contrôle exercé par les électroaimants sur le plateau au moyen du courant circulant dans les bobines est réduite, tandis que la consommation requise par les électroaimants pour contrôler le plateau est accrue.

[0020] L'utilisation de ressorts de raideurs élevées provoque, de façon corollaire, que ces derniers forment, avec les éléments mobiles de l'actionneur 100, un dispositif oscillant caractérisé par un délai de commutation sensiblement fixé par la raideur k₁₀₂ et k₁₀₄ des ressorts 102 et 104 et par la masse m_d des éléments en déplacement (plateau 114, tige 112, masse mobile des ressorts 102 et 104, et soupape 110).

[0021] Deuxièmement, l'énergie dissipée, par exemple sous la forme de bruit de fonctionnement de l'action-

neur, due à l'impact du plateau sur un électroaimant est généralement accrue par une augmentation de la masse du plateau. Or une telle augmentation de la dissipation d'énergie provoque un rendement énergétique plus faible de l'actionneur.

[0022] La présente invention remédie à au moins un des inconvénients mentionnés ci-dessus. Elle concerne un actionneur électromécanique de commande de soupape pour moteur à combustion interne comprenant un électroaimant à aimant et un plateau magnétique mobile venant au voisinage de l'électroaimant, l'aimant étant situé sur une surface de l'électroaimant en vis-à-vis du plateau, caractérisé en ce que l'électroaimant comporte un circuit magnétique en forme de E, et l'aimant est situé à l'extrémité d'une branche de ce circuit en forme de E.

[0023] Grâce à l'invention, la fabrication et l'assemblage d'un électroaimant polarisé sont aisés puisque l'aimant est fixé à la surface de cet électroaimant tandis qu'il n'est plus nécessaire d'utiliser un électroaimant formé par plusieurs sous-éléments, simplifiant ainsi les opérations de fabrication, logistique et assemblage de l'électroaimant.

[0024] Selon une variante, une tige étant solidaire du plateau, cette tige est extérieure au circuit en E.

[0025] Dans ce cas, selon une réalisation, différentes branches de support sont munies d'un aimant.

[0026] Selon une réalisation, au moins un aimant est de section supérieure à la section de la branche sur laquelle il est situé.

[0027] Dans une réalisation, le plateau est de section inférieure à la section des branches extrêmes du support en E.

[0028] Selon une réalisation, la section d'une branche extrême du support est inférieure à la moitié de la section de la branche centrale du support.

[0029] Dans une réalisation, la section de la jonction entre une branche extrême du support et la branche centrale du support en E est inférieure à la moitié de la section de la branche centrale du support.

[0030] Par ailleurs, en fixant l'aimant sur le support de l'électroaimant, on accroît l'action de cet aimant sur le plateau par rapport à un aimant analogue incorporé dans le corps de l'électroaimant, c'est-à-dire plus distant du plateau.

[0031] L'invention se rapporte aussi à un moteur à combustion interne comprenant un actionneur électromécanique de commande de soupape muni d'un électroaimant à aimant et d'un plateau magnétique mobile venant au voisinage de l'électroaimant. Conformément à l'invention, l'actionneur du moteur est conforme à l'une des réalisations d'actionneur décrites ci-dessus.

[0032] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront avec la description de l'invention effectuée ci-dessous, à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux figures ci-jointes sur lesquelles :

- La figure 1, déjà décrite, représente un actionneur polarisé connu, et

- Les figures 2 à 8 représentent des actionneurs à électroaimants polarisés conformes à l'invention,
- Les figures 9a et 9b représentent différents aimants pouvant être utilisés conformément à l'invention, et
- Les figures 10a, 10b et 10c représentent des variantes de l'invention.

[0033] Sur la figure 2 est représenté un électroaimant 200 comportant trois aimants 202, 204 et 206 situés, conformément à l'invention, sur la surface du support 208 en vis-à-vis du plateau 210 de l'actionneur.

[0034] Plus précisément, les aimants 202, 204 et 206 sont situés, respectivement, sur les branches centrale et extrêmes du support 208 en forme de E.

[0035] Les aimants sont disposés en fonction de leur polarité de façon à ce que leur champ magnétique renforce le champ magnétique créé par l'électroaimant 200 lorsque ce dernier est actif et attire le plateau 210.

[0036] Dans l'exemple donné, le pôle Nord (N) de l'aimant 202 et les pôles Sud (S) des aimants 204 et 206 sont situés vers le plateau 210.

[0037] Un tel électroaimant 200 requiert donc un support 208 en forme de E, utilisé de façon classique pour des actionneurs non polarisés.

[0038] De fait, la fabrication d'un tel support en E est aisée puisqu'il est formé d'un seul bloc. De même, la fixation sur le support 208 des aimants 202, 204 et 206 est simplifiée puisqu'elle ne requiert que le maintien de l'aimant sur une surface du support.

[0039] A cet effet, il convient de souligner qu'un aimant peut être fixé à son support par collage ou surmoulage. Dans ce cas, l'aimantation de l'aimant peut être réalisée postérieurement au surmoulage de façon à ne pas risquer la démagnétisation de l'aimant lors de ce surmoulage.

[0040] Il convient aussi d'indiquer que l'aimant peut être en une seule pièce (figure 9a) ou formé par l'assemblage de petits aimants 90 (figure 9b) juxtaposés. Dans ce dernier cas, lorsque l'aimant est conducteur, ce qui est le cas avec des aimants en terres rares, on réduit l'intensité des courants induits dans l'aimant lors du fonctionnement de l'actionneur, augmentant ainsi le rendement de ce dernier.

[0041] Selon une autre variante, l'aimant est composé de poudre d'aimant et d'un liant. Il présente alors une faible résistivité qui réduit l'intensité des courants induits lors du fonctionnement de l'actionneur.

[0042] En maintenant un aimant à proximité du plateau magnétique, on réduit les fuites de son flux améliorant ainsi le fonctionnement de l'actionneur.

[0043] Sur la figure 3 est représenté un deuxième électroaimant 300 tel qu'un seul aimant 302 est situé à la surface de son support 304.

[0044] Ce support 304 peut être usiné de façon à maintenir un entrefer résiduel e entre la surface de l'aimant et le plateau 310 lorsque ce dernier vient au contact du support, éliminant ainsi les chocs entre l'aimant 302 et le plateau. Un tel entrefer, protégeant

l'aimant, est d'autant plus avantageux que l'aimant est fragile, par exemple quand il est réalisé en terres rares.

[0045] Comme représenté sur cette figure 3, le flux du champ magnétique généré par l'électroaimant forme deux boucles 306 symétriques se rejoignant dans la colonne centrale 308. De fait, pour atteindre un niveau de saturation identique en tout point du circuit magnétique formé par la colonne centrale 308 et par les deux extrémités 312 du support 304, ces dernières ont une section S_e égale à la moitié de la section $2S_c$ de la colonne centrale.

[0046] Sur la figure 4 est représenté un troisième électroaimant 400, conforme à l'invention, comportant un unique aimant 402 central de section S_a supérieure à la section S_c du circuit magnétique formé par le plateau magnétique (non représenté) et les branches du support 404. Un tel aimant génère un champ magnétique plus important qu'un aimant de section plus faible.

[0047] Sur la figure 5 est représentée une autre variante d'électroaimant 500 utilisant un aimant 502 central de section S_a plus importante que la section S_c du circuit magnétique. Cette configuration permet d'augmenter le flux de polarisation créé par l'aimant, en particulier dans le plateau (non représenté) et dans les colonnes d'extrémités du circuit magnétique.

[0048] Il a été établi de façon empirique que, comme représenté sur la figure 8, une utilisation optimale de l'aimant requiert que le dépassement d de l'aimant 502 par rapport à la section S_c du circuit magnétique soit inférieur à l'épaisseur e_a de l'aimant.

[0049] Lorsque l'induction rémanente d'un aimant est plus faible que l'induction à saturation du plateau magnétique, on peut réduire la section de ce dernier sans limiter la force d'attraction permanente exercée par le dispositif sur ce plateau.

[0050] De façon empirique, une réduction d'un facteur 1,6 de l'épaisseur du plateau a été réalisée lorsque ce dernier présentait un seuil de saturation de 2 Tesla et qu'un aimant de champ rémanent égal à 1,2 Tesla était utilisé.

[0051] Une telle réduction de la masse du plateau permet de réduire la masse déplacée lors des commutations de la soupape, ce qui présente de nombreux avantages.

[0052] Ainsi, la dissipation d'énergie engendrée par les chocs du plateau contre l'électroaimant est réduite, améliorant le rendement de l'actionneur.

[0053] De plus, des ressorts de faible raideur peuvent être utilisés pour contrôler un plateau de masse limitée. Dès lors, on diminue la consommation électrique.

[0054] De façon corollaire, le contrôle exercé sur le plateau par l'électroaimant au moyen du champ généré par une bobine est augmentée puisque le contrôle exercé par les ressorts est abaissé en intensité. Une telle amélioration du contrôle permet, par exemple, de réduire la vitesse d'impact du plateau sur le support de l'électroaimant.

[0055] Finalement, le coût de fabrication du plateau

est réduit tandis que l'encombrement de l'électroaimant n'est plus imposé en hauteur par la section de l'aimant.

[0056] Les électroaimants représentés aux figures 2, 3, 4 et 5, en forme de E, forment un circuit magnétique comprenant une branche centrale, de section $2S_c$, et deux branches extrêmes de section S_c .

[0057] En outre, selon cet agencement optimal, le plateau magnétique a une section S_p égale à cette section S_c du circuit magnétique, comme représenté sur la figure 3.

[0058] Cependant, on peut augmenter l'effort exercé par l'électroaimant polarisé sur le plateau en concentrant le flux magnétique généré par cet électroaimant. Par exemple, on peut réduire la section des branches 606 extrêmes du support 602 (figure 6) d'un électroaimant 600 à aimant 604.

[0059] En d'autres termes, en diminuant la section $S_e < S_c$ des extrémités alors que la section $2S_c$ de la branche centrale est maintenu, on accroît l'induction magnétique dans ces extrémités, une telle augmentation d'induction ne devant pas saturer les branches.

[0060] De façon empirique, il a été établi que l'induction rémanente d'un aimant, de l'ordre de 1,2 à 1,4 Tesla pour un aimant en Néodyme-Fer-Bore, était inférieure à l'induction en saturation des extrémités, de l'ordre de 2 Tesla.

[0061] Dès lors, il a été possible de diminuer les sections des extrémités sans saturation de ces dernières.

[0062] La concentration du flux permet d'obtenir des aimantations importantes dans l'entrefer avec l'utilisation d'aimants à induction rémanente faible, par exemple en ferrite ou en matériaux composites.

[0063] Lorsque des aimants Terres Rares sont utilisés, la branche extérieure peut avoir une section inférieure au tiers de la section de la branche (ou colonne) centrale.

[0064] Il convient de signaler que, de façon analogue, il est possible de concentrer le flux magnétique généré par l'électroaimant 600 en augmentant la section S_c de la branche centrale du support et/ou en diminuant la section S_e des branches extrêmes 606.

[0065] Pour éviter les chocs entre le plateau 710 (figure 7) et l'aimant 702 de l'électroaimant 700, on peut utiliser un support 704 assurant le maintien d'un entrefer e entre l'aimant 702 et le plateau 710 lorsque ce dernier vient au contact du support.

[0066] De plus, comme montré aux figures 6 et 7, il est aussi possible de concentrer le flux du champ magnétique dans le support 704 en réduisant la section S_e des branches extrêmes de l'électroaimant, cette section étant inférieure à la moitié de la section $2S_c$ de la colonne centrale.

[0067] La présente invention est susceptible de nombreuses variantes. De fait, il peut être possible de saturer magnétiquement le plateau, en diminuant sa section, si l'action subie par le plateau est suffisante pour assurer son maintien contre l'électroaimant.

[0068] Suivant des variantes de l'invention représen-

tée sur les figures 10a, 10b et 10c, des aimants 1001 et 1002 peuvent être disposés sur une surface du plateau 1004 mobile contrôlé par l'électroaimant 1006.

[0069] Par ailleurs, l'utilisation de l'invention permet d'utiliser un actionneur de soupape d'admission distinct d'un actionneur de soupape d'échappement.

[0070] De fait, il est connu qu'une soupape d'admission requiert un actionneur de puissance moindre qu'une soupape d'échappement.

[0071] Néanmoins, le fonctionnement d'un actionneur de soupape d'admission à froid, c'est-à-dire pour les premières commutations, nécessite une puissance comparable à celle requise par un actionneur de soupape d'échappement car des problèmes de collage du plateau sur l'électroaimant rendent plus difficiles les premières commutations à froid.

[0072] Or, un actionneur de soupape d'admission conforme à l'invention est plus performant pour les maintiens de la soupape à froid qu'un actionneur classique grâce à l'action optimisée de l'aimant sur le plateau.

[0073] Dès lors, les dimensions d'un actionneur de soupape d'admission peuvent être réduites, ce qui entraîne un gain d'espace et de masse pour le moteur.

ractérisé en ce que le plateau (610) est de section (S_p) inférieure à la section (S_e) des branches (606) extrêmes du support en E.

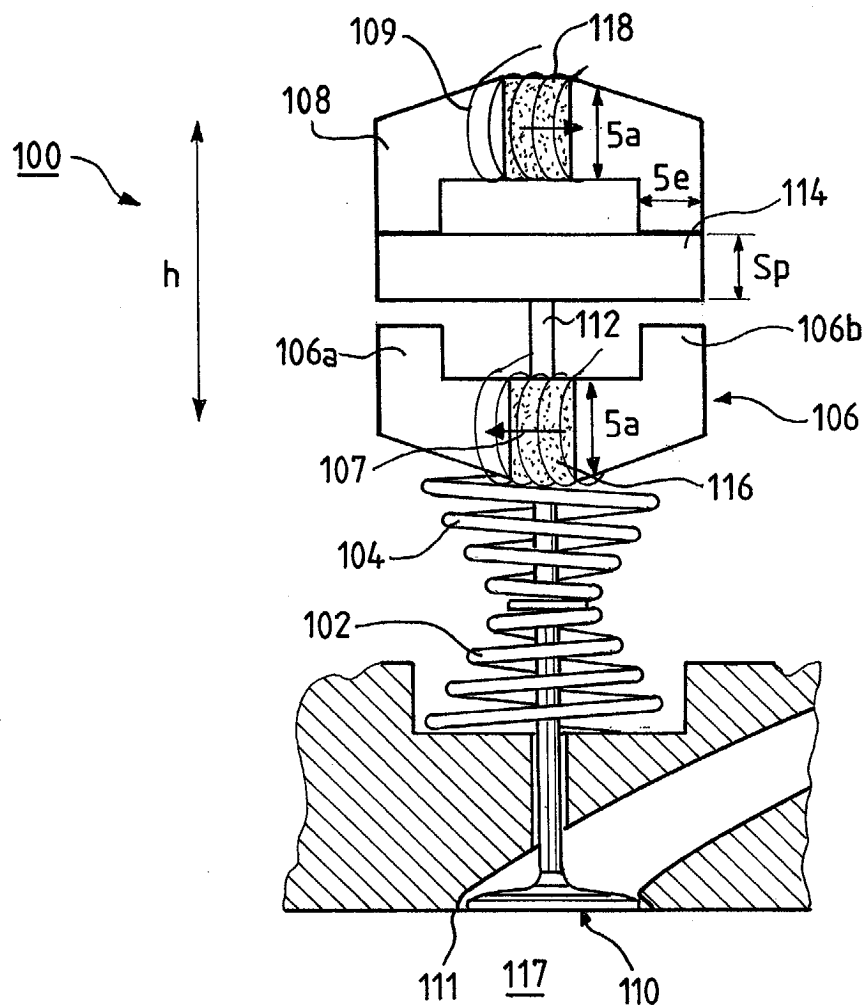
- 5 6. Actionneur selon l'une des revendications 1 à 5 **caractérisé en ce que** la section (S_e) d'une branche extrême du support est inférieure à la moitié de la section ($2S_c$) de la branche centrale du support.
- 10 7. Actionneur selon l'une des revendications 1 à 6 **caractérisé en ce que** la section (S_e) de la jonction entre une branche extrême du support et la branche centrale du support en E est inférieure à la moitié de la section ($2S_c$) de la branche centrale du support.
- 15 8. Moteur à combustion interne comprenant un actionneur électromécanique de commande de soupape muni d'un électroaimant à aimant et d'un plateau magnétique mobile venant au voisinage de l'électroaimant, **caractérisé en ce que** l'actionneur est conforme à l'une des revendications 1 à 7.

25

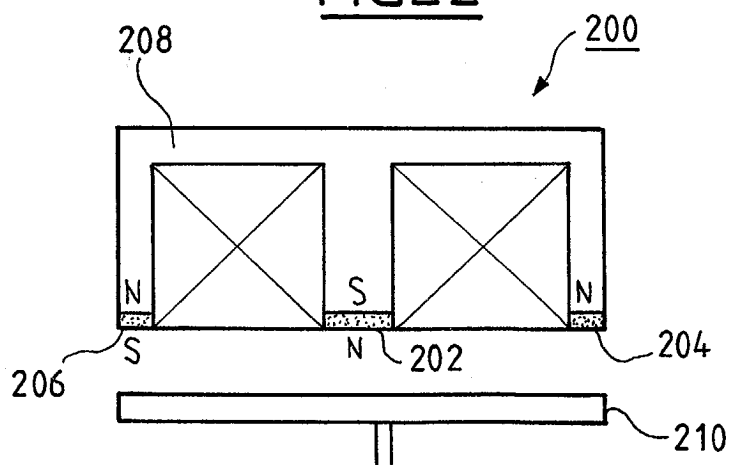
Revendications

1. Actionneur électromécanique de commande de soupape pour moteur à combustion interne comprenant un électroaimant (200, 300, 400, 500, 600, 700, 1006) à aimant (202, 204, 206, 302, 402, 502, 702, 1001, 1002) et un plateau (210, 310, 610, 710) magnétique mobile venant au voisinage de l'électroaimant, l'aimant (202, 204, 206, 302, 402, 502, 702, 1001, 1002) étant situé sur une surface de l'électroaimant (200, 300, 400, 500, 600, 700, 1006) en vis-à-vis du plateau (210, 310, 610, 710), **caractérisé en ce que** l'électroaimant (200, 300, 400, 500, 600, 700, 1006) comporte un circuit magnétique (208, 304, 404, 602, 704) en forme de E, et l'aimant (202, 204, 206, 302, 402, 502, 702, 1001, 1002) est situé à l'extrémité d'une branche de ce circuit en forme de E.
2. Actionneur selon la revendication 1 **caractérisé en ce qu'une** tige étant solidaire du plateau, cette tige est extérieure au circuit en E.
3. Actionneur selon la revendication 1 ou 2 **caractérisé en ce que** plusieurs branches du circuit sont munies d'un aimant.
4. Actionneur selon la revendication 1, 2 ou 3 **caractérisé en ce qu'au moins** un aimant est de section (S_a) supérieure à la section ($2S_c$) de la branche sur laquelle il est situé.
5. Actionneur selon l'une des revendications 1 à 4 **ca-**

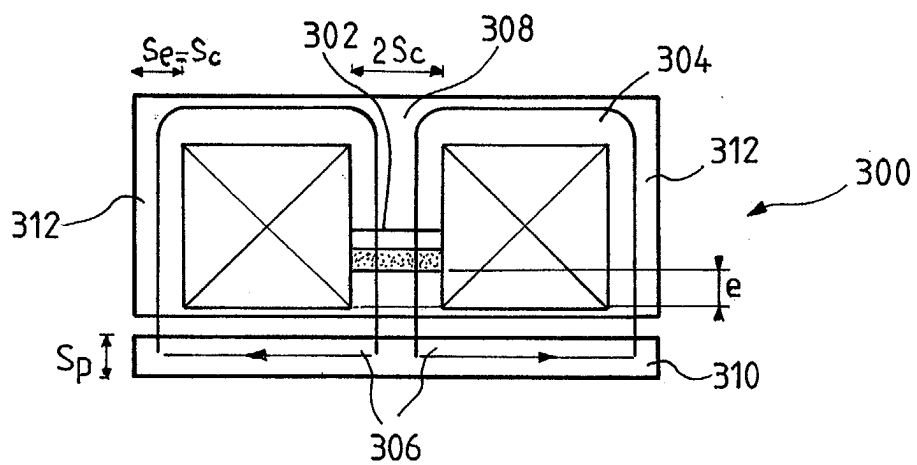
FIG_1



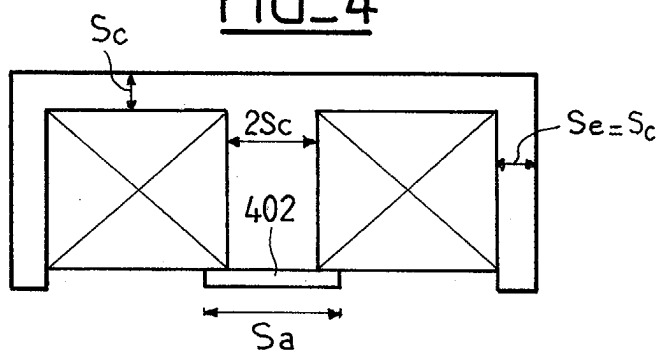
FIG_2



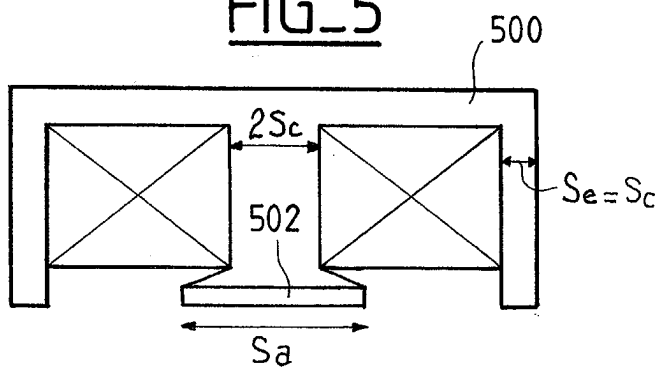
FIG_3

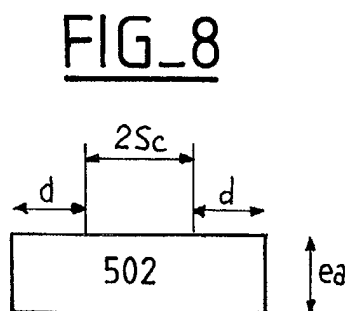
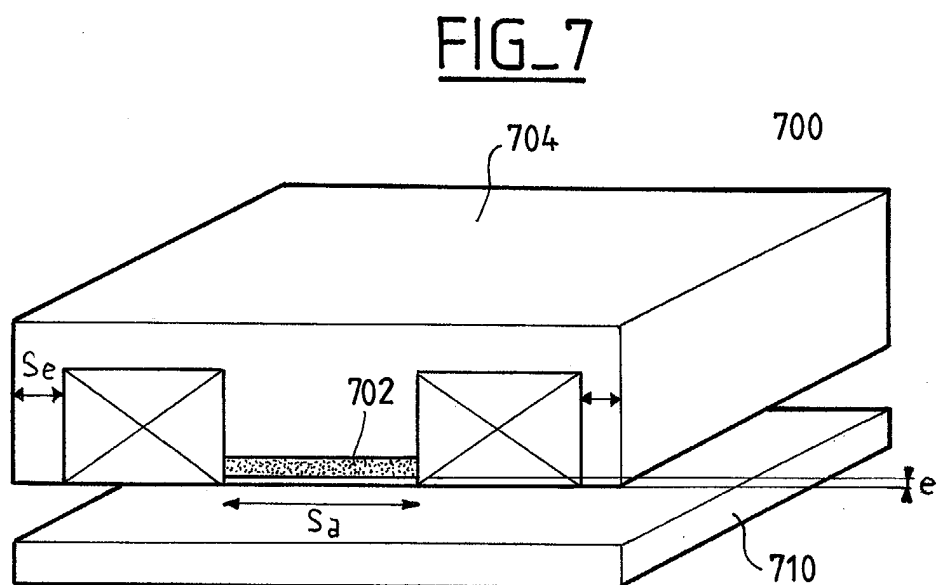
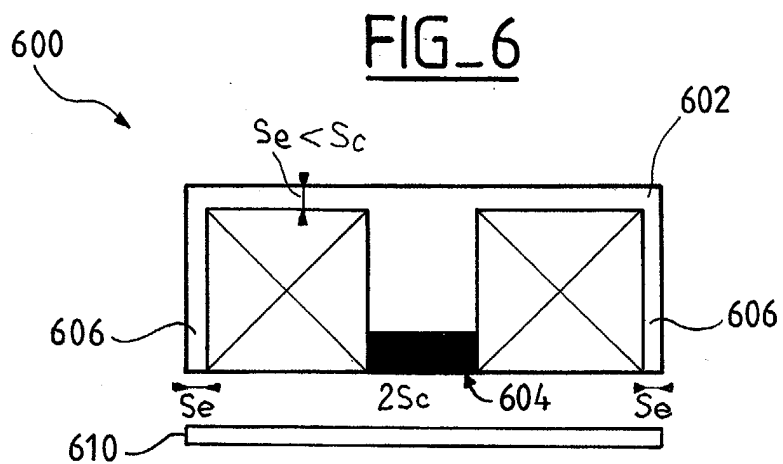


FIG_4

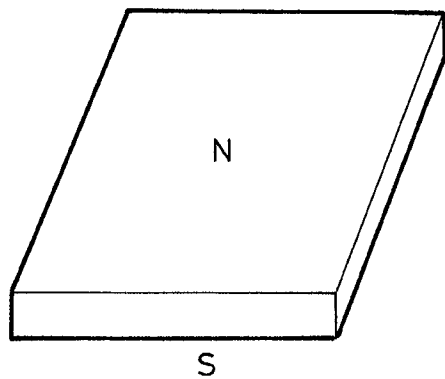


FIG_5

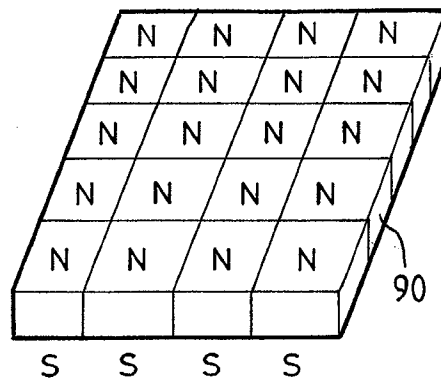




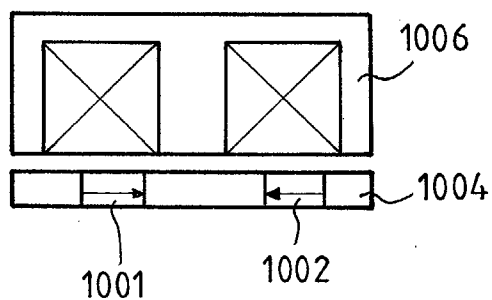
FIG_9a



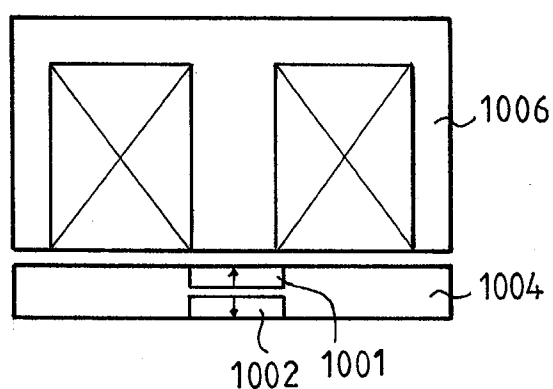
FIG_9b



FIG_10a



FIG_10b



FIG_10c

