



(11) **EP 1 774 143 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
03.10.2007 Bulletin 2007/40

(51) Int Cl.:
F01L 9/04 (2006.01) **H01F 1/032** (2006.01)
H01F 7/18 (2006.01) **H01F 7/121** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **05717690.1**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2005/050051

(22) Date de dépôt: **27.01.2005**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2005/075796 (18.08.2005 Gazette 2005/33)

(54) **DISPOSITIF DE COMMANDE A ELECTROAIMANT POUR UNE SOUPE DE MOTEUR A COMBUSTION INTERNE**

ELEKTROMAGNETISCHE STEUERVORRICHTUNG FÜR EIN VENTIL EINER
BRENNKRAFTMASCHINE

ELECTROMAGNET-EQUIPPED CONTROL DEVICE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE
VALVE

(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**

• **YONNET, Jean-Paul**
F-38240 Meylan (FR)

(30) Priorité: **27.01.2004 FR 0450152**

(74) Mandataire: **Grynwald, Albert**
SCHMIT - CHRETIEN - SCHIHIN SNC - CABINET
GRYNWALD
16 Rue de la Paix
75002 Paris (FR)

(43) Date de publication de la demande:
18.04.2007 Bulletin 2007/16

(73) Titulaire: **Peugeot Citroen Automobiles SA**
78943 Vélizy-Villacoublay Cedex (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 816 671 EP-A- 1 134 363
EP-A- 1 174 595 EP-A- 1 281 854
US-A- 3 422 407 US-A- 3 743 898
US-A- 4 114 648 US-A- 4 533 890
US-A- 5 339 777 US-A- 5 488 340

(72) Inventeurs:
• **SEDDA, Emmanuel**
F-95230 Soisy Sous Montmorency (FR)
• **FAGEON, Christophe**
F-92120 Montrouge (FR)

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 1 774 143 B1

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif de commande de soupape pour un moteur à combustion interne ainsi qu'un moteur équipé d'un tel dispositif (voir US-A-5 339 777).

[0002] Les soupapes sont des éléments essentiels des moteurs à combustion interne. Elles permettent le fonctionnement de ces derniers en alternant deux positions:

[0003] Une première position dite "ouverte" permet des échanges entre l'intérieur et l'extérieur d'un cylindre utilisant cette soupape, par exemple pour injecter un carburant dans ce cylindre.

[0004] Une deuxième position dite "fermée" empêche tout échange entre l'intérieur et l'extérieur de ce cylindre, par exemple pour permettre la compression de carburant injecté.

[0005] Dans un moteur classique, les soupapes sont actionnées grâce à des liaisons mécaniques relativement complexes avec le reste du moteur. Dans la période récente, des moteurs à soupapes commandées électriquement ont été développés, cette commande permettant de choisir à volonté les moments d'ouverture et de fermeture.

[0006] Un tel dispositif comporte des ressorts et au moins un ou deux électroaimants, ces derniers recevant des signaux de commande pour positionner la soupape en position ouverte ou fermée.

[0007] Un dispositif connu de ce type est représenté sur la figure 1. Il comprend un ressort 12 hélicoïdal entourant une tige 14 solidaire d'une soupape 10 et s'appuyant, d'un côté, contre une butée 16 solidaire de cette tige 14 et, d'un autre côté, contre une butée 18 entourant une ouverture 20 du corps du cylindre 21 correspondant.

[0008] Avec la tige 14 (ou queue de soupape) coopère une autre tige 22 portant un plateau 26 en matériau magnétique. Entre les tiges 22 et 14, on prévoit un jeu 24 permettant à la tige 22 de coulisser alors même que la tige 14 reste immobile lorsque la tige 22 est en fin de course vers le haut de la figure 1.

[0009] Le plateau 26 est installé entre deux électroaimants 28 et 30 traversés par la tige 22. Ces deux électroaimants 28 et 30 incluent chacun une bobine, représentée conventionnellement dans la coupe de la figure 1 par deux croix, et un circuit magnétique, respectivement 29 et 31, en matériau magnétique. L'extrémité 32 de la tige 22 qui est opposée à la liaison 24 coopère avec la première extrémité d'un autre ressort 34.

[0010] La seconde extrémité de ce ressort 34 est fixée à un appui 36 solidaire d'un châssis 37. Les ressorts 34 et 12 maintiennent le plateau 26 équidistant des deux électroaimants 28 et 30 lorsque ces derniers ne génèrent pas de champ magnétique. Cette position peut être réglée en faisant varier la position de l'appui 36 par rapport au châssis 37.

[0011] Lorsque l'électroaimant 28 est activé, il attire le plateau 26 et ce dernier vient au contact d'une partie du

circuit magnétique de cet électroaimant 28. Ce déplacement entraîne un coulisement de la tige 22 et de la tige 14 - suivant un axe 27 confondu avec l'axe de ces tiges - tel que la tête 38 de la soupape 10 est amenée à reposer sur son siège. La soupape 10 est alors fermée.

[0012] Lorsque l'électroaimant 30 est activé, ce dernier attire le plateau 26 qui vient au contact d'une partie du circuit magnétique de ce second électroaimant, entraînant la tige 22 et la tige 14 suivant l'axe 27, la tête 38 s'éloignant par conséquent de son siège. La soupape 10 est alors en position ouverte.

[0013] Les ressorts 12 et 34 sont associés au mouvement des tiges 14 et 22 en se comprimant ou en se détenant suivant les mouvements de ces dernières, un système électromécanique résonnant étant ainsi formé.

[0014] Dans certaines réalisations, pour des raisons d'économie d'énergie lors du maintien de la soupape en position ouverte ou fermée, les circuits magnétiques 29 et 31 des électroaimants sont du type dits polarisés, c'est-à-dire qu'ils comportent un aimant permanent. Ceci permet un blocage magnétique du plateau 26 en position respectivement ouverte ou fermée à courant nul ou faible dans l'électroaimant, respectivement 30 ou 28. Mais il est par conséquent nécessaire de fournir un effort lors des transitions d'une position à une autre car il faut vaincre la force magnétique générée par l'aimant permanent. Un tel effort est coûteux en énergie.

[0015] La présente invention résulte de la constatation qu'un tel dispositif de commande n'est pas énergétiquement optimisé.

[0016] La présente invention remédie à ces inconvénients. Elle concerne un dispositif électromécanique de commande de soupape pour moteur à combustion interne, caractérisé en ce que le circuit magnétique de l'électroaimant et/ou le plateau incluent un matériau magnétique présentant une aimantation rémanente lorsque la soupape est en position ouverte ou fermée, ladite aimantation rémanente étant réversible de manière à être annulée lors d'un changement de position de la soupape et présentant un champ coercitif inclus entre 10 Oersted et 600 Oersted.

[0017] Les matériaux présentant une aimantation rémanente et réversible sont aussi appelés communément matériaux semi-durs ou à hystérésis. Les matériaux utilisés dans l'invention possèdent une induction rémanente élevée ainsi qu'un champ coercitif intermédiaire en comparaison aux matériaux doux et aux matériaux durs. En effet, l'hystérésis d'un matériau magnétique est défini par deux grandeurs magnétiques : le champ coercitif et l'induction. Dans les matériaux doux, le cycle d'hystérésis est très étroit ce qui ne permet pas d'observer une aimantation rémanente. Leur champ coercitif est souvent inférieur à 1 Oersted (80 A/m). Dans les aimants permanents, le cycle d'hystérésis est aussi large que possible. Il est convenu que le domaine des aimants permanents commence avec les matériaux qui présentent un champ coercitif d'au moins 600 Oersted (5000 Ampère par mètre). Un des inconvénients de tels matériaux est qu'il est

difficile de leur faire subir une désaimantation. L'autre grandeur magnétique, l'induction B, caractérise la capacité à posséder une aimantation induite. On comprend bien qu'elle est avantageusement aussi élevée que possible dans l'invention.

[0018] Un matériau possédant une valeur d'induction élevée ainsi qu'un champ coercitif intermédiaire peut ainsi être aimanté de manière rémanente et réversible. En fonction du moment au sein d'un cycle d'ouverture et de fermeture de la soupape, l'aimantation du plateau et/ou du circuit magnétique de l'électroaimant peut ainsi être modifiée. Cela permet d'avoir un plateau et/ou un circuit magnétique aimanté lors du maintien en position de la soupape. Ce maintien est donc possible avec un courant nul ou faible dans l'électroaimant. Une valeur de champ coercitif de 10 Oersteds permet d'obtenir un maintien en position correct dans les applications de soupape. Un tel maintien n'est pas assuré par un simple matériau présentant une aimantation rémanente de type Aciers Durs (au carbone par exemple) utilisés parfois. Un tel magnétisme résiduel est du type de celui observé avec une pièce en acier passagèrement aimantée et qui parvient à attirer des clous par exemple. Une telle valeur de champ coercitif permet également de désaimanter le plateau et/ou le circuit magnétique de l'électroaimant juste avant la transition d'une position à une autre de manière à ne pas avoir à fournir d'effort important lors de la transition. Les modifications d'aimantation ne nécessitant pas une grande quantité d'énergie, la consommation en énergie électrique du dispositif est réduite par rapport à un dispositif connu.

[0019] Selon un mode de réalisation préféré, le matériau présentant une aimantation rémanente et réversible a un champ coercitif inclus entre 50 Oersted et 500 Oersted.

[0020] Un tel intervalle sélectif de champ coercitif, particulièrement adapté aux applications soupape, permet d'assurer un bon maintien et de minimiser l'énergie nécessaire pour désaimanter le matériau.

[0021] Ce matériau est avantageusement choisi parmi les alliages Fer-Cobalt-Vanadium ou parmi les alliages Alnico (Aluminium-Nickel-Cobalt) à faible champ coercitif.

[0022] Selon une mise en oeuvre avantageuse, le matériau présentant une aimantation rémanente et réversible est sous forme laminée.

[0023] La forme laminée est obtenue lorsque le matériau est produit en bande. Cela est le cas pour les FeCoVa par exemple. La forme laminée réduit les pertes par courants induits.

[0024] Dans une réalisation, le positionnement de la soupape en une seconde position (fermée ou ouverte) est obtenu par l'action d'un second électroaimant agissant sur le plateau, le circuit magnétique du second électroaimant et/ou le plateau incluant un matériau présentant une aimantation rémanente et réversible.

[0025] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront avec la description faite ci-dessous,

cette dernière étant effectuée à titre descriptif et non limitatif en faisant référence aux dessins ci-après sur lesquels:

5 la figure 1, déjà décrite, représente un dispositif de commande de soupape connu,
les figures 2a, 2b, 2c, 2d et 2e sont des schémas illustrant le fonctionnement d'un dispositif de commande selon l'invention.

10 **[0026]** Dans l'exemple proposé dans les figures 2a à 2e, le plateau est l'élément du dispositif incluant un matériau à aimantation rémanente et réversible.

15 **[0027]** Le dispositif de commande selon l'invention inclut un électroaimant 28 et un plateau 26 qui est solidaire d'une soupape non représentée sur les figures 2a à 2e. L'électroaimant 28 comprend une bobine représentée par deux croix sur les sections présentées dans les figures 2a à 2e et un circuit magnétique 29 en matériau magnétique.

20 **[0028]** Sans pré-magnétisation du plateau 26 et sans courant dans la bobine, ainsi que présenté sur la figure 2a, aucune force n'est créée entre le plateau 26 et l'électroaimant 28.

25 **[0029]** A l'établissement du courant i dans la bobine, ainsi que représenté sur la figure 2b, se crée un flux Fb qui magnétise le plateau 26 en matériau semi-dur. Le plateau crée alors à son tour et suivant le sens du courant dans la bobine, un flux dit rémanent Fp.

30 **[0030]** A l'interruption du courant dans la bobine, le flux rémanent Fp créé par l'aimantation rémanente du plateau 26 dans le circuit magnétique 29 de l'électroaimant 28 permet de conserver une induction notable dans le circuit magnétique 29 de l'électroaimant 28 et donc de générer une force électromagnétique entre le plateau 26 et l'électroaimant 28. Cette force ne dépend pratiquement pas de l'intensité du courant précédemment appliquée à la bobine. Le plateau 26 peut alors être maintenu en position avec un courant nul ou faible de la même manière qu'avec un plateau possédant une aimantation permanente.

35 **[0031]** A l'application d'un courant de sens inverse par rapport au courant précédemment appliqué dans la bobine, le plateau 26 se démagnétise. Le flux rémanent Fp disparaît alors. Il faut noter que si le courant appliqué est trop important, selon le phénomène d'hystérésis caractéristique de ces matériaux, le plateau 26 va se démagnétiser de nouveau mais dans un sens inverse des précédents. Dans l'application visée, cette situation est à éviter car il se produirait alors à nouveau une attirance entre le plateau 26 et l'électroaimant 28. La connaissance des grandeurs caractéristiques de la boucle d'hystérésis du matériau permet aisément d'éviter de défaut.

40 **[0032]** A l'interruption du courant de sens inverse dans la bobine, le dispositif de commande est à nouveau dans la situation présentée sur la figure 2a c'est-à-dire sans pré magnétisation ou avec une pré magnétisation réduite et ainsi, sans force exercée sur le plateau 26.

[0033] L'application d'un courant de sens inverse à la bobine permet donc de relâcher le plateau 26 qui devient aisé à mobiliser pour réaliser la transition d'une position à une autre. Un faible effort est alors nécessaire pour réaliser la transition.

[0034] En résumé, l'aimantation du plateau s'effectue par le flux de la bobine à chaque fois que le plateau est attiré par l'électroaimant, par exemple au démarrage ou lors d'une transition. Pendant le maintien en position ouverte ou fermée, l'aimantation rémanente de la palette permet de conserver une induction notable dans le circuit magnétique. Cela permet d'obtenir une force de maintien qui peut être suffisante pour obtenir le maintien à courant nul ou faible dans la bobine. Pour lâcher le plateau par exemple lors d'une transition, un courant de désaimantation est appliqué pour désaimanter le plateau.

[0035] Les avantages de l'invention sont notamment d'obtenir un blocage en position ouverte ou fermée à courant nul ou faible et, en même temps, de permettre des transitions peu coûteuses en énergie puisque l'aimantation peut être annulée au moment de la transition.

[0036] Le cycle d'application du courant à la bobine, défini par l'intensité et le sens du courant et les durées d'application, est fonction du cycle désiré pour l'ouverture et de fermeture de la soupape.

[0037] Par exemple, lorsque selon une réalisation présentée ci-dessus, le positionnement de la soupape en une seconde position est obtenu par l'action d'un second électroaimant agissant sur le plateau, le courant destiné à parcourir ce second électroaimant est synchronisé avec le courant négatif parcourant le premier électroaimant pour désaimanter le plateau. Dans ce cas, la transition est peu coûteuse en énergie car le plateau est relâché par le premier électroaimant au moment où il est appelé à se déplacer vers le second électroaimant.

[0038] Un avantage supplémentaire de l'invention réside dans le fait que les matériaux semi-durs présentent une perméabilité apparente plus grande que celle des aimants. Cela engendre donc une meilleure efficacité de la bobine. De plus, un dispositif selon l'invention ne présente pas de risque de désaimantation irréversible du plateau, un tel défaut étant d'autant plus préjudiciable dans des applications nécessitant une grande fiabilité telle qu'un moteur.

[0039] Dans la description des figures 2a à 2e, l'invention a été présentée avec un plateau réalisé en matériau semi-dur. Selon une variante de l'invention, le plateau inclut un matériau magnétique doux et le circuit magnétique de l'électroaimant inclut un matériau magnétique à aimantation rémanente et réversible. Il est aussi possible d'envisager que le plateau et le circuit magnétique de l'électroaimant incluent tous deux un matériau magnétique semi-dur.

[0040] Par exemple, le positionnement de la soupape dans une seconde position peut aussi être réalisée selon l'action de moyens connus, notamment mécaniques. Dans ce cas, seulement une position, ouverte ou fermée,

est assurée selon l'invention. L'autre position peut par exemple mettre en oeuvre un ressort.

5 Revendications

1. Dispositif de commande de l'ouverture et de la fermeture d'une soupape (38) de moteur à combustion interne, le positionnement de la soupape (38) en au moins une position (ouverte ou fermée) étant obtenu par l'action d'un électroaimant (28) incluant une bobine et un circuit magnétique (29) et agissant sur un plateau (26) commandant le positionnement de la soupape, **caractérisé en ce que** le circuit magnétique (29) de l'électroaimant (28) et/ou le plateau (26) incluent un matériau magnétique présentant une aimantation rémanente lorsque la soupape (38) est en position ouverte ou fermée, l'aimantation rémanente étant réversible de manière à être annulée lors d'un changement de position de la soupape (38) et présentant un champ coercitif inclus entre 50 Oersted et 500 Oersted.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le matériau présentant une aimantation rémanente et réversible est choisi parmi les alliages Fer-Cobalt-Vanadium.
3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le matériau présentant une aimantation rémanente et réversible est choisi parmi les alliages Aluminium-Nickel-Cobalt à faible champ coercitif.
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le matériau présentant une aimantation rémanente et réversible est sous forme laminée.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le positionnement de la soupape en une seconde position (fermée ou ouverte) est obtenu par l'action d'un second électroaimant (30) agissant sur le plateau (26), le circuit magnétique (31) du second électroaimant (30) et/ou le plateau (26) incluant aussi dudit matériau magnétique.
6. Moteur à combustion interne comprenant un dispositif de commande selon l'une des revendications 1 à 5.

Claims

1. Device for controlling the opening and closing of a said internal combustion engine valve (38), the positioning of the said valve (38) in at least one position (open or closed) being obtained by the action of a said electromagnet (28) containing a said coil and a

said magnetic circuit (29) and acting on a said plate (26) controlling the positioning of the valve, **characterized in that** the said magnetic circuit (29) of the said electromagnet (28) and/or the said plate (26) contain a magnetic material having a remanent magnetization when the said valve (38) is in the open or closed position, the remanent magnetization being reversible so as to be cancelled when the said valve (38) changes position and having a coercive field strength in the range of 50 Oe to 500 Oe.

2. Device in accordance with claim 1, **characterized in that** the material having a remanent and reversible magnetization is selected from among the Iron-Cobalt-Vanadium alloys.
3. Device in accordance with claim 1, **characterized in that** the material having a remanent and reversible magnetization is selected from among the Aluminium-Nickel-Cobalt alloys with low coercive field strength.
4. Device in accordance with one of the claims 1 through 4, **characterized in that** the material having a remanent and reversible magnetization is in the laminated form.
5. Device in accordance with one of the claims 1 through 4, **characterized in that** the positioning of the valve in a second position (closed or open) is obtained by the action of a said second electromagnet (30) acting on the said plate (26), the said magnetic circuit (31) of the said second electromagnet (30) and/or the said plate (26) also containing the said magnetic material.
6. Internal combustion engine comprising a control device in accordance with one of the claims 1 through 5.

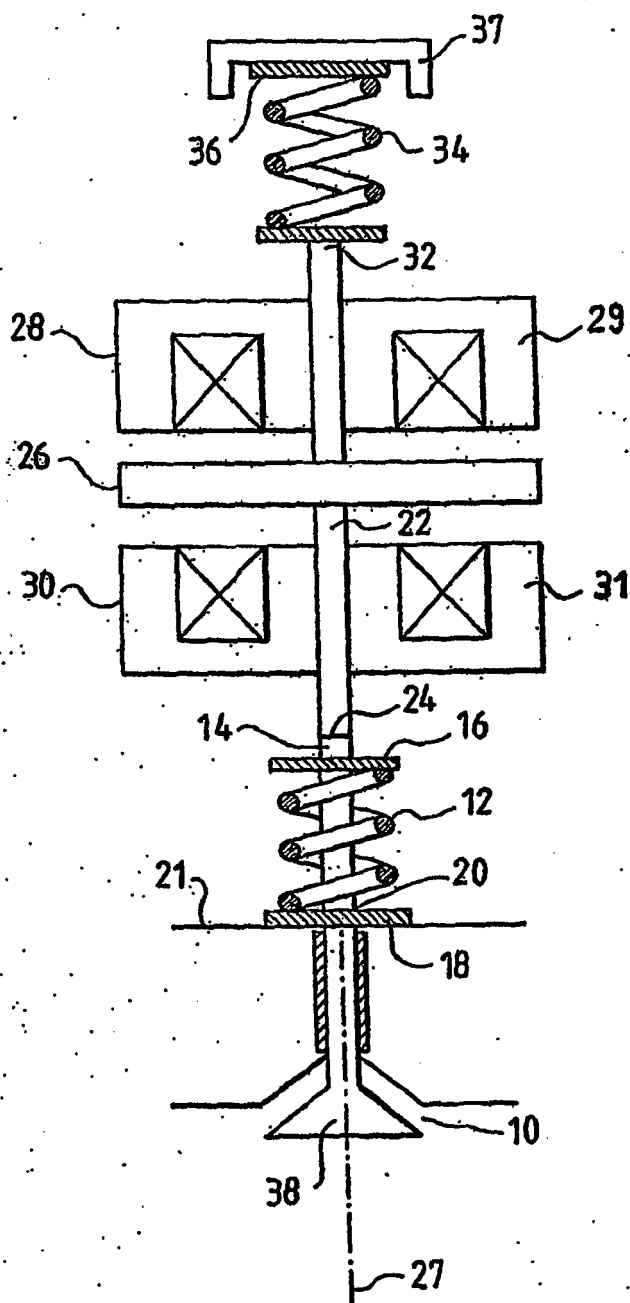
stärke zwischen 50 Oersted und 500 Oersted aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, die **dadurch gekennzeichnet ist, dass** das Material, das eine remanente und umkehrbare Magnetisierung aufweist, unter Eisen-Kobalt-Vanadium Legierungen ausgesucht wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, die **dadurch gekennzeichnet ist, dass** das Material, das eine remanente und umkehrbare Magnetisierung aufweist, unter Aluminium-Nickel-Kobalt Legierungen mit einer schwachen Koerzitiv-Feldstärke ausgesucht wird.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, die **dadurch gekennzeichnet ist, dass** das Material, das eine remanente und umkehrbare Magnetisierung aufweist, gewalzt ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, die **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Positionierung des Ventils in einer zweiten Stellung (geschlossen oder offen) durch das Einwirken eines zweiten Elektromagneten (30) erreicht wird, der auf die Scheibe (26) einwirkt, wobei der Magnetkreislauf (31) des zweiten Elektromagneten (30) und/ oder die Scheibe (26) ebenfalls das besagte magnetische Material enthalten.
6. Innenverbrennungsmotor, der eine Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 enthält.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Ansteuern der Öffnung und der Schließung eines Ventils (38) eines Innenverbrennungsmotors, wobei die Positionierung des Ventils (38) in zumindest einer Stellung (offen oder geschlossen) durch das Einwirken eines Elektromagneten (28) mit einer Spule und einem Magnetkreislauf (29) erreicht wird, der auf eine Scheibe (26) einwirkt, die die jeweilige Positionierung des Ventils ansteuert; sie ist **dadurch gekennzeichnet, dass** der Magnetkreislauf (29) des Elektromagneten (28) und/ oder die Scheibe (26) ein magnetisches Material enthalten, das eine remanente Magnetisierung aufweist, wenn das Ventil (38) offen oder geschlossen ist, wobei die remanente Magnetisierung so umkehrbar ist, dass sie bei einer Änderung der Position des Ventils (38) verschwindet, und eine Koerzitiv-Feld-

FIG.1



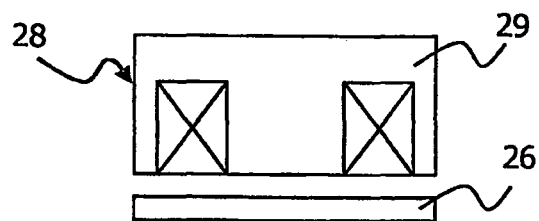


Fig. 2a

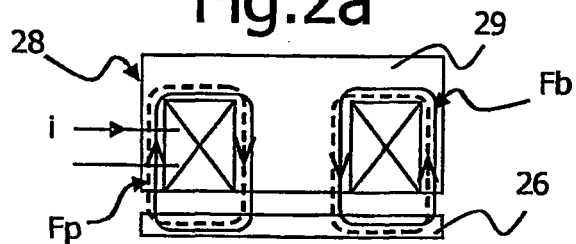


Fig. 2b

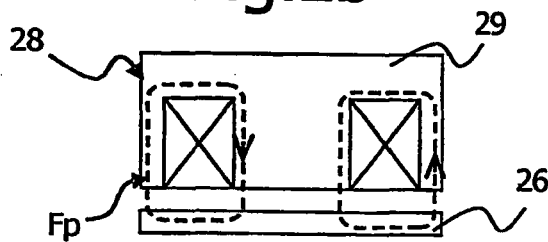


Fig. 2c

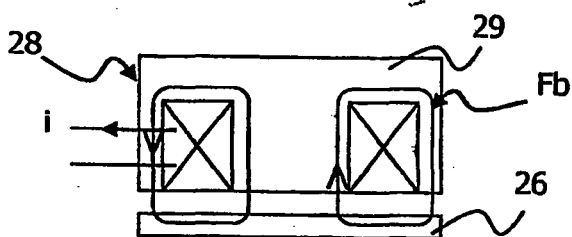


Fig. 2d

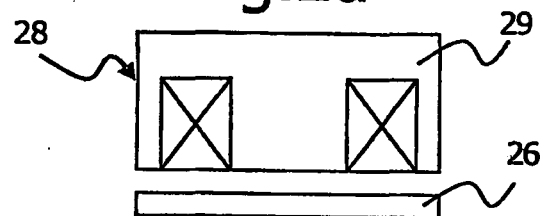


Fig. 2e

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 5339777 A [0001]