



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 251 529 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
23.10.2002 Bulletin 2002/43

(51) Int Cl.7: **H01F 7/16, F01L 9/04**

(21) Numéro de dépôt: **02290978.2**

(22) Date de dépôt: **18.04.2002**

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

• **Barret, Frédéric**
78000 Versailles (FR)
• **Zhang, Shunci**
5611 SB Eindhoven (NL)

(30) Priorité: **20.04.2001 FR 0105358**

(71) Demandeur: **Renault s.a.s.**
92100 Boulogne Billancourt (FR)

(74) Mandataire: **Hagel, Francis**
RENAULT
Département Propriété Intellectuelle
Service 0267 TCR AVA 0-56
1 avenue du Golf
78288 Guyancourt Cedex (FR)

(72) Inventeurs:
• **Agneray, André**
92100 Boulogne-Billancourt (FR)

(54) **Dispositif d'entraînement linéaire d'une soupape au moyen d'aimants permanents**

(57) L'invention propose un dispositif d'entraînement linéaire (66) selon un axe (A-A) comprenant au moins un module d'entraînement (18, 20) qui comporte au moins une paire d'unités sources (68, 70 et 72, 74) de champ magnétique équipée d'aimants permanents (80, 82, 84, 86).

L'agencement des unités sources (68, 70, 72, 74) et des aimants (80, 82, 84, 86) est tel que les lignes de flux magnétique d'une paire d'unités sources tendent à former ensemble au moins une boucle fermée, globalement contenue dans un plan axial transversal, et tel qu'un tronçon de la boucle, qui est situé dans la fente axiale (14), forme l'entrefer.

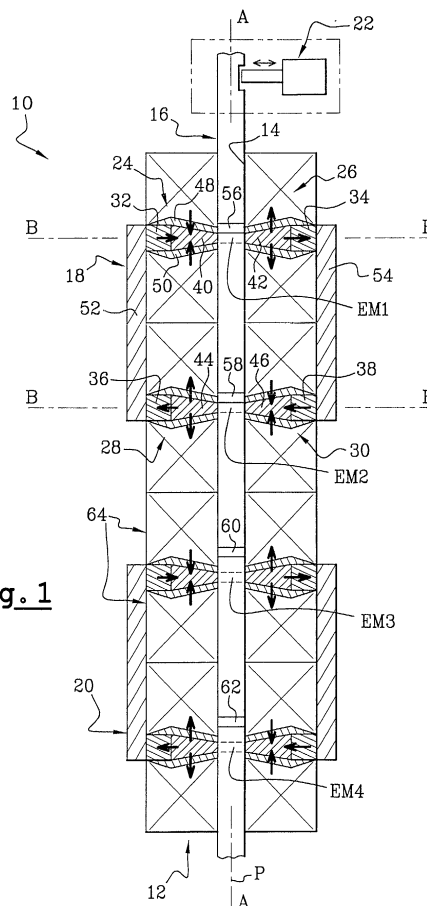


Fig. 1

EP 1 251 529 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif d'entraînement linéaire.

[0002] La présente invention concerne plus particulièrement un dispositif d'entraînement linéaire magnétique selon un axe, notamment pour l'entraînement d'une soupape d'un moteur à combustion interne, comportant une unité principale fixe délimitant une fente axiale dans laquelle un organe mobile est guidé en coulissement axial entre une position haute et une position basse, comprenant au moins un module d'entraînement qui comporte au moins une paire d'unités sources de champ magnétique agencées de chaque côté du plan axial de la fente, et comportant des aimants permanents, de manière qu'une paire forme dans la fente axiale un entrefer dans lequel règne un champ qui est orienté suivant une direction d'attraction magnétique sensiblement transversale à l'axe, et dans lequel l'organe mobile comporte au moins un insert métallique associé à l'entrefer, décalé axialement vers le haut, par rapport à l'entrefer, lorsque l'organe mobile est en position haute, de manière que l'organe mobile soit entraîné depuis la position haute vers la position basse sous l'effet de l'attraction magnétique exercée sur l'insert métallique par le champ magnétique régnant dans l'entrefer.

[0003] La présente invention est un perfectionnement du dispositif d'entraînement linéaire qui est décrit dans le document FR-A-2.811.369.

[0004] Le dispositif d'entraînement linéaire décrit dans ce document n'est pas complètement satisfaisant. En effet, il nécessite un volume important d'aimants permanents, par rapport au volume occupé par l'ensemble du dispositif. Comme ces aimants permanents doivent être puissants, on utilise de préférence des aimants à base de terres rares, du type Neodyme-Fer-Bore (Nd-FeB), qui sont très coûteux.

[0005] Un autre inconvénient du dispositif d'entraînement linéaire décrit dans le document mentionné précédemment est la complexité de la structure des éléments du circuit magnétique. Les aimants permanents de ce dispositif, en particulier ses aimants de concentration, ont des formes complexes qui rendent les opérations de fabrication et d'assemblage difficiles. Par conséquent, les coûts de fabrication du dispositif sont très importants.

[0006] De plus, il est difficile de se conformer aux tolérances mécaniques sévères pour l'application du dispositif au déplacement d'une soupape, car le dispositif d'entraînement linéaire connu est constitué d'un nombre important de pièces métalliques et d'aimants, qui doivent être collés ensemble.

[0007] L'invention vise donc à remédier à ces inconvénients en proposant une amélioration au dispositif d'entraînement linéaire décrit précédemment.

[0008] L'invention vise notamment à réduire le volume et le poids des aimants permanents utilisés, ainsi qu'à simplifier la structure des éléments du circuit ma-

gnétique.

[0009] Dans ce but, l'invention propose un dispositif d'entraînement linéaire du type décrit précédemment, caractérisé en ce que l'agencement des unités sources et des aimants est tel que les lignes de flux magnétique d'une paire d'unités sources tendent à former ensemble au moins une boucle fermée, globalement contenue dans un plan axial transversal, et tel qu'un tronçon de la boucle, qui est situé dans la fente axiale, forme l'entrefer.

[0010] On constate que le dispositif d'entraînement linéaire selon l'invention permet d'obtenir des performances supérieures au dispositif connu.

[0011] Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- chaque paire d'unités sources comporte au moins deux aimants permanents qui sont agencés transversalement en vis-à-vis, de chaque côté de la fente axiale, et chaque aimant est polarisé suivant une direction d'attraction magnétique qui est contenue globalement dans le plan axial transversal, et qui est inclinée par rapport au plan axial et à la direction transversale, la direction d'attraction magnétique des aimants étant orientée vers la fente axiale, d'un côté du plan axial, et à l'opposé de la fente axiale, de l'autre côté du plan axial ;
- chaque unité source comporte deux aimants qui sont agencés sensiblement symétriquement par rapport à un plan transversal à l'axe d'entraînement, de manière que la direction d'attraction magnétique des deux aimants soit orientée vers la fente axiale, d'un côté du plan axial, et à l'opposé de la fente axiale, de l'autre côté du plan axial ;
- chaque unité source comporte une pièce métallique, ou conducteur de champ, qui est agencée au voisinage d'un aimant et de l'entrefer, de manière à guider le flux magnétique de l'aimant vers l'entrefer ;
- le conducteur de champ est intercalé globalement axialement entre les deux aimants de l'unité source, de manière à guider le flux magnétique des deux aimants vers l'entrefer ;
- chaque aimant est polarisé suivant une direction d'attraction sensiblement orthogonale à la surface en vis-à-vis du conducteur de champ, la direction d'attraction de chaque aimant étant orientée vers la fente axiale, donc vers le conducteur de champ, d'un côté du plan axial, et à l'opposé de la fente axiale, donc à l'opposé du conducteur de champ, de l'autre côté du plan axial ;
- la valeur de l'épaisseur axiale de chaque conducteur de champ augmente progressivement vers l'intérieur de la fente axiale de sorte que la surface globalement supérieure du conducteur de champ est inclinée vers le haut et vers la fente axiale, et la surface globalement inférieure du conducteur de champ est inclinée vers le bas et vers la fente axiale, et chaque aimant comporte une surface adja-

cente à la surface en vis-à-vis du conducteur de champ associé ;

- chaque aimant a une forme globalement parallélépipédique et il est sensiblement parallèle à la surface en vis-à-vis du conducteur de champ associé ;
- chaque module d'entraînement comporte deux paires d'unités sources qui sont superposées suivant l'axe d'entraînement, l'organe mobile comportant un insert métallique associé à chaque paire d'unités sources ;
- chaque unité source comporte une bobine électrique qui est susceptible de produire un champ magnétique sensiblement coaxial à l'axe d'attraction magnétique associé de manière que, lorsque l'on fait circuler un courant électrique dans la bobine, et en fonction du sens de circulation du courant, on diminue ou on augmente l'intensité du champ magnétique produit par les aimants associés dans l'entrefer correspondant ;
- le dispositif d'entraînement comporte au moins deux modules d'entraînement agissant en série qui sont superposés axialement suivant l'axe d'entraînement, un module supérieur et un module inférieur, les inserts métalliques associés aux entrefers du module inférieur étant décalés axialement, suivant l'axe d'entraînement, vers le haut, de manière que, pendant le déplacement de l'organe mobile vers le bas, lorsque les inserts métalliques de l'organe mobile associés au module supérieur dépassent, sous l'effet de l'inertie de l'organe mobile, les entrefers correspondants, l'organe mobile continue d'être entraîné vers le bas, sous l'effet de l'attraction magnétique exercée par les entrefers du module inférieur sur les inserts métalliques associés.

[0012] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe par un plan vertical et transversal qui représente schématiquement un dispositif d'entraînement linéaire connu ;
- la figure 2 est une vue en perspective avec arrachement qui représente schématiquement un dispositif d'entraînement linéaire qui est réalisé conformément aux enseignements de l'invention ;
- la figure 3 est une vue similaire à celle de la figure 1 qui représente schématiquement le dispositif d'entraînement linéaire de la figure 2 ;
- la figure 4 est un schéma qui illustre la circulation du flux magnétique dans le module d'entraînement supérieur du dispositif d'entraînement linéaire de la figure 1 ;
- la figure 5 est un schéma similaire à celui de la figure 4 qui illustre la circulation du flux magnétique dans le module d'entraînement supérieur du dispositif d'entraînement linéaire de la figure 2.

[0013] Dans la suite de la description, des éléments identiques ou similaires porteront des références identiques.

[0014] On définira arbitrairement une orientation verticale de haut en bas suivant l'axe de déplacement A-A et conformément à la figure 1.

[0015] On note que l'orientation verticale de l'axe de déplacement A-A n'est pas nécessaire au fonctionnement du dispositif d'entraînement selon l'invention. L'axe de déplacement A-A peut être par exemple horizontal, donc perpendiculaire à l'orientation de la gravité terrestre.

[0016] On a représenté sur la figure 1 un dispositif d'entraînement linéaire 10, suivant un axe de déplacement A-A, qui est réalisé selon les enseignements du document FR-A-2.811.369. On pourra se reporter à cette demande pour obtenir plus de précisions sur la structure et le fonctionnement du dispositif d'entraînement 10. Ce dispositif 10 permet par exemple l'entraînement linéaire d'une soupape (non représentée) d'un moteur à combustion.

[0017] Le dispositif d'entraînement 10 comporte une unité principale fixe 12 qui délimite une fente verticale 14 dans laquelle un organe mobile 16 est guidé en coulissement vertical par des moyens de guidage connus (non représentés), entre une position extrême haute PH et une position extrême basse PB.

[0018] L'unité principale fixe 12 comporte ici un module d'entraînement supérieur 18 et un module d'entraînement inférieur 20 sensiblement identiques qui sont juxtaposés verticalement et qui agissent en série sur l'organe mobile 16.

[0019] Le dispositif d'entraînement 10 comporte aussi un actionneur de blocage 22 de l'organe mobile 16 dans ses positions extrêmes haute PH et basse PB, par exemple un actionneur du type piézoélectrique.

[0020] L'organe mobile 16 a ici la forme d'une plaque sensiblement parallélépipédique qui définit globalement un plan P contenant l'axe vertical de déplacement A-A et perpendiculaire au plan de la figure 1.

[0021] Chaque module d'entraînement 18, 20 comporte ici une paire supérieure d'unités sources 24, 26 de champ magnétique et une paire inférieure d'unités sources 28, 30 de champ magnétique.

[0022] Les unités sources 24, 26, 28, 30 sont de conception sensiblement symétrique par rapport au plan P. Chaque paire d'unités sources 24, 26, 28, 30 forme dans la fente axiale 14 un entrefer magnétique EM1, EM2, EM3, EM4 dont la direction d'attraction magnétique B-B est sensiblement orthogonale au plan P.

[0023] Chaque unité source 24, 26, 28, 30 comporte ici un aimant permanent, ou aimant source 32, 34, 36, 38, et une pièce métallique, ou conducteur de champ 40, 42, 44, 46, qui est interposée entre l'aimant source 32, 34, 36, 38 et la fente axiale 14. La direction d'attraction magnétique de l'aimant source est confondue avec la direction B-B.

[0024] Dans les unités sources supérieures 24, 26, la

direction d'attraction magnétique B-B des aimants sources 32, 34 est orientée ici de la gauche vers la droite, conformément aux flèches représentées sur la figure 1, et dans les unités sources inférieures 28, 30, la direction d'attraction magnétique B-B est orientée en sens inverse.

[0025] Chaque unité source 24, 26, 28, 30 comporte aussi un aimant de concentration supérieur 48 et un aimant de concentration inférieur 50 dont la direction d'attraction magnétique est sensiblement verticale, orientée vers le conducteur de champ 40, 46 dans l'unité supérieure gauche 24 et dans l'unité inférieure droite 30, et orientée vers l'extérieur du conducteur de champ 42, 44 dans l'unité supérieure droite 26 et dans l'unité inférieure gauche 28, conformément aux flèches représentées sur la figure 1.

[0026] Chaque module d'entraînement 18, 20 comporte une plaque métallique 52, 54 de chaque côté de la fente axiale 14, contre les faces arrière des aimants sources 32, 34, 36, 38 associés.

[0027] L'organe mobile 16 comporte un insert métallique longitudinal 56, 58, 60, 62 associé à chaque entrefer magnétique EM1, EM2, EM3, EM4.

[0028] Ainsi, dans la position extrême haute PH, les inserts métalliques 56, 58, 60, 62 sont décalés axialement vers le haut par rapport à leurs entrefers EM1, EM2, EM3, EM4 associés.

[0029] Comme les inserts métalliques 56, 58 associés au module d'entraînement supérieur 18 sont peu décalés par rapport à leurs entrefers EM1, EM2 associés, les entrefers EM1, EM2 exercent en permanence une force d'attraction magnétique sur les inserts 56, 58 qui tend à déplacer axialement l'organe mobile 16, ici vers le bas.

[0030] Lorsque le dispositif de blocage 22 libère l'organe mobile 16, celui-ci se déplace alors axialement vers le bas, sous l'effet de l'attraction magnétique exercée par les entrefers EM1, EM2 sur les inserts métalliques 56, 58.

[0031] En raison de l'inertie de l'organe mobile 16, les inserts métalliques 56, 58 associés au module d'entraînement supérieur 18 dépassent axialement vers le bas les entrefers associés EM1, EM2.

[0032] Dans cette position, les inserts métalliques 60, 62 associés au module d'entraînement inférieur 20 sont alors légèrement décalés vers le haut par rapport à leurs entrefers associés EM3, EM4. L'attraction magnétique exercée par ces entrefers EM3, EM4 sur les inserts métalliques 60, 62 associés provoque alors le déplacement axial vers le bas de l'organe mobile 16 jusqu'à sa position extrême basse PB dans laquelle les inserts métalliques inférieurs 60, 62 sont décalés axialement vers le bas par rapport aux entrefers EM3, EM4 du module d'entraînement inférieur 20.

[0033] Le module d'entraînement inférieur 20 prend donc le relais du module d'entraînement supérieur 18 pour déplacer l'organe mobile 16 vers sa position extrême basse PB.

[0034] Avantagusement, chaque unité source 24, 26, 28, 30 est contenue dans une bobine 64 commandée d'axe magnétique B-B qui est constituée d'un fil électrique enroulé autour de l'unité source 24, 26, 28, 30 associée.

[0035] Les bobines 64 sont commandées de manière à diminuer ou augmenter l'intensité du champ magnétique produit par les aimants sources 32, 34, 36, 38 associés, en vue de commander le déplacement axial de l'organe mobile 16 ou en vue de commander son immobilisation dans une position intermédiaire.

[0036] On a représenté sur les figures 2 et 3 un dispositif d'entraînement linéaire 66 qui est réalisé conformément aux enseignements de l'invention et qui constitue un perfectionnement du dispositif d'entraînement linéaire 10 de la figure 1.

[0037] Dans la suite de la description on ne décrira que les éléments distinctifs du nouveau dispositif d'entraînement linéaire 66.

[0038] Le dispositif d'entraînement linéaire 66 se distingue de celui de la figure 1 par la structure et le fonctionnement de ses unités sources 68, 70, 72, 74.

[0039] Les unités sources 68, 70, 72, 74 et leurs aimants sources 80, 82, 84, 86 sont agencées de manière que les lignes de flux magnétique d'une paire d'unités sources 68, 70, 72, 74 tendent à former ensemble au moins une boucle fermée, globalement contenue dans un plan axial transversal T, qui est défini ici par l'axe d'attraction magnétique B-B et par l'axe d'entraînement A-A.

[0040] L'entrefer EM1, EM2, EM3, EM4 associé à une paire d'unités sources 68, 70, 72, 74 est alors formé par un tronçon de la boucle situé dans la fente axiale 14.

[0041] Dans le mode de réalisation représenté ici, les unités sources 68, 70, 72, 74 comportent chacune un conducteur de champ 76, 78 intercalé globalement axialement entre deux aimants sources 80, 82, 84, 86.

[0042] Les deux aimants sources 80, 82, 84, 86 d'une unité source 68, 70, 72, 74 sont ici agencés sensiblement symétriquement par rapport à un plan transversal à l'axe d'entraînement A-A et passant par l'axe d'attraction magnétique B-B.

[0043] De préférence, conformément au mode de réalisation qui est représenté sur les figures 2 et 3, le conducteur de champ 76, 78 a la forme d'un prisme droit à base triangulaire isocèle. Le segment formant la base du triangle isocèle génère donc une surface 88, 89 qui est sensiblement parallèle au plan axial P et qui est agencée du côté de la fente axiale 14. La valeur de l'épaisseur axiale du conducteur de champ 76, 78 augmente donc progressivement vers la fente axiale 14.

[0044] Chaque conducteur de champ 76, 78 comporte une surface globalement supérieure 90 qui est inclinée vers le haut et vers la fente axiale 14, et une surface globalement inférieure 92 qui est inclinée vers le bas et vers la fente axiale 14.

[0045] Chaque aimant source 80, 82, 84, 86 a ici une forme globalement parallélépipédique et il est agencé

parallèlement à la surface 90, 92 en vis-à-vis du conducteur de champ 76, 78 associé.

[0046] Chaque conducteur de champ 76, 78 comporte un aimant source supérieur 80, 84 qui est adjacent à sa surface supérieure 90 et un aimant source inférieur 82, 86 qui est adjacent à sa surface inférieure 92.

[0047] Chaque aimant source 80, 82, 84, 86 est par exemple collé sur la surface 90, 92 en vis-à-vis du conducteur de champ 76, 78 associé.

[0048] Conformément aux enseignements de l'invention, chaque aimant source 80, 82, 84, 86 est polarisé suivant une direction d'attraction C-C qui est contenue globalement dans le plan axial transversal T, et qui est inclinée par rapport au plan axial P et à la direction transversale B-B.

[0049] La direction d'attraction C-C de chaque aimant source 80, 82, 84, 86 est ici sensiblement orthogonale à la surface 90, 92 en vis-à-vis du conducteur de champ 76, 78 associé.

[0050] Dans une paire d'unités sources 68, 70, 72, 74, par exemple la paire d'unités sources supérieures 68, 70 du module d'entraînement supérieur 18, l'orientation de la direction d'attraction magnétique de chaque aimant source 80, 82, 84, 86, qui est illustrée par des flèches sur la figure 5, est orientée vers le conducteur de champ 76, donc vers la fente axiale 14, d'un côté du plan axial P, ici à gauche, et à l'opposé du conducteur de champ 78, donc à l'opposé de la fente axiale 14, de l'autre côté du plan axial P, ici à droite.

[0051] On a représenté sur la figure 5 l'entrefer magnétique EM1 qui est créé par une paire d'unités sources 68, 70, 72, 74 selon l'invention. On a représenté en traits pointillés des lignes de flux magnétique qui illustrent schématiquement la forme du champ magnétique autour des unités sources 68, 70, 72, 74.

[0052] On constate donc que le flux magnétique issu d'un aimant permanent supérieur gauche 80 tend à former une boucle qui traverse l'aimant 80, qui passe dans le conducteur de champ gauche 76, qui en ressort par sa surface interne 88, qui passe dans l'entrefer EM1, qui entre dans le conducteur de champ droit 78 par sa surface interne 89, et qui traverse l'aimant permanent supérieur droit 84, avant de revenir vers la face supérieure de l'aimant permanent supérieur gauche 80 en passant au-dessus de l'entrefer EM1.

[0053] Les conducteurs de champ 76, 78 guident le flux magnétique vers l'entrefer EM1 de manière qu'il soit concentré dans l'entrefer EM1, ce qui permet de créer une force d'attraction magnétique importante sur l'insert métallique 56 associé de l'organe mobile 16.

[0054] Le champ magnétique qui règne dans l'entrefer EM1 est orienté globalement suivant un axe transversal d'attraction magnétique B-B sensiblement orthogonal au plan axial P et orienté ici de la gauche vers la droite.

[0055] On constate que la valeur de l'épaisseur axiale des conducteurs de champ 76, 78 et des aimants permanents 80, 82, 84, 86 a une influence importante sur

la valeur du champ magnétique régnant dans l'entrefer EM1.

[0056] Globalement, en augmentant l'épaisseur axiale A-A des conducteurs de champ 76, 78, on diminue l'intensité du champ magnétique régnant dans l'entrefer EM1, et en augmentant l'épaisseur des aimants sources 80, 82, 84, 86 dans la direction C-C, on augmente l'intensité du champ magnétique régnant dans l'entrefer EM1.

[0057] On constate que la répartition du champ magnétique dans l'entrefer EM1 est similaire pour le dispositif d'entraînement 10 de la figure 1 et pour le dispositif d'entraînement 66 selon l'invention.

[0058] Cependant, dans le dispositif d'entraînement 10 de l'art antérieur, comme on l'a représenté sur la figure 4, le flux magnétique décrit globalement un circuit qui passe par les quatre aimants permanents 32, 34, 36, 38 de chaque dispositif d'entraînement 18, 20. Les plaques métalliques 52, 54 agencées à l'arrière des aimants permanents 32, 34, 36, 38 servent à faciliter ce « bouclage » du flux magnétique.

[0059] Au contraire, dans le dispositif d'entraînement 66 selon l'invention, comme on l'a représenté sur la figure 6, le flux magnétique décrit globalement un circuit, ou boucle, beaucoup plus court qui est localisé entre les unités sources 68, 70, 72, 74 d'une même paire, par exemple entre l'unité source supérieure gauche 68 et l'unité source supérieure droite 70.

[0060] Selon une conception similaire à celle du dispositif d'entraînement linéaire 10 de la figure 1, chaque unité source 68, 70, 72, 74 d'un module d'entraînement 18, 20 comporte une bobine électrique 64 commandée qui, lorsqu'elle est alimentée en courant, crée un champ magnétique dont l'orientation est sensiblement coaxiale à l'axe transversal d'attraction magnétique B-B de l'unité source 68, 70, 72, 74 associée.

[0061] On note que la forme simplifiée des aimants permanents 80, 82, 84, 86 et des conducteurs de champ 76, 78 facilite la réalisation des enroulements des bobines 64 autour des unités sources 68, 70, 72, 74.

[0062] On note qu'il n'est plus nécessaire d'agencer des plaques métalliques à l'arrière des aimants permanents 80, 82, 84, 86.

[0063] Les bobines 64 et les unités sources 68, 70, 72, 74 sont par exemple moulées dans une matière plastique isolante (non représentée) qui maintient les modules d'entraînement 18, 20 dans l'unité fixe sans modifier la répartition du champ magnétique autour des aimants permanents 80, 82, 84, 86.

Revendications

1. Dispositif d'entraînement linéaire magnétique (66) selon un axe (A-A), notamment pour l'entraînement d'une soupape d'un moteur à combustion interne, comportant une unité principale fixe (12) délimitant une fente axiale (14) dans laquelle un organe mo-

bile (16) est guidé en coulissement axial entre une position haute (PH) et une position basse (PB), comprenant au moins un module d'entraînement (18, 20) qui comporte au moins une paire d'unités sources (68, 70 et 72, 74) de champ magnétique agencées de chaque côté du plan axial (P) de la fente (14), et comportant des aimants permanents (80, 82, 84, 86), de manière qu'une paire forme dans la fente axiale (14) un entrefer (EM1, EM2, EM3, EM4) dans lequel règne un champ qui est orienté suivant une direction d'attraction magnétique (B-B) sensiblement transversale à l'axe (A-A), et dans lequel l'organe mobile (16) comporte au moins un insert métallique (56, 58, 60, 62) associé à l'entrefer, décalé axialement vers le haut, par rapport à l'entrefer, lorsque l'organe mobile (16) est en position haute, de manière que l'organe mobile (16) soit entraîné depuis la position haute vers la position basse sous l'effet de l'attraction magnétique exercée sur l'insert métallique par le champ magnétique régnant dans l'entrefer,

caractérisé en ce que l'agencement de ces éléments (68, 70, 72, 74, 80, 82, 84, 86) est tel que les lignes de flux magnétique d'une paire d'unités sources tendent à former ensemble au moins une boucle fermée, globalement contenue dans un plan axial transversal (T), et tel qu'un tronçon de la boucle, qui est situé dans la fente axiale (14), forme l'entrefer.

2. Dispositif d'entraînement linéaire (66) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que**, chaque paire d'unités sources (68, 70 et 72, 74) comporte au moins deux aimants permanents (80, 82 et 84, 86) qui sont agencés transversalement (B-B) en vis-à-vis, de chaque côté de la fente axiale (14), et **en ce que** chaque aimant (80, 82 et 84, 86) est polarisé suivant une direction d'attraction magnétique (C-C) qui est contenue globalement dans le plan axial transversal (T), et qui est inclinée par rapport au plan axial (P) et à la direction transversale (B-B), la direction d'attraction magnétique (C-C) des aimants (80, 82 et 84, 86) étant orientée vers la fente axiale (14), d'un côté du plan axial (P), et à l'opposé de la fente axiale (14), de l'autre côté du plan axial (P).
3. Dispositif d'entraînement linéaire (66) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** chaque unité source (68, 70, 72, 74) comporte deux aimants (80, 82 et 84, 86) qui sont agencés sensiblement symétriquement par rapport à un plan transversal à l'axe d'entraînement (A-A), de manière que la direction d'attraction magnétique (C-C) des deux aimants (80, 82 et 84, 86) soit orientée vers la fente axiale (14), d'un côté du plan axial (P), et à l'opposé de la fente axiale (14), de l'autre côté du plan axial (P).
4. Dispositif d'entraînement linéaire (66) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque unité source (68, 70, 72, 74) comporte une pièce métallique (76, 78), ou conducteur de champ, qui est agencée au voisinage d'un aimant (80, 82, 84, 86) et de l'entrefer (EM1, EM2, EM3, EM4), de manière à guider le flux magnétique de l'aimant (80, 82, 84, 86) vers l'entrefer (EM1, EM2, EM3, EM4).
5. Dispositif d'entraînement linéaire (66) selon la revendication précédente prise en combinaison avec la revendication 3, **caractérisé en ce que** le conducteur de champ (76, 78) est intercalé globalement axialement (A-A) entre les deux aimants (80, 82 et 84, 86) de l'unité source (68, 70, 72, 74), de manière à guider le flux magnétique des deux aimants (80, 82 et 84, 86) vers l'entrefer (EM1, EM2, EM3, EM4).
6. Dispositif d'entraînement linéaire (66) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** chaque aimant (80, 82, 84, 86) est polarisé suivant une direction d'attraction (C-C) sensiblement orthogonale à la surface (90, 92) en vis-à-vis du conducteur de champ (76, 78), la direction d'attraction (C-C) de chaque aimant (80, 82, 84, 86) étant orientée vers la fente axiale, donc vers le conducteur de champ (76, 78), d'un côté du plan axial (P), et à l'opposé de la fente axiale, donc à l'opposé du conducteur de champ (76, 78), de l'autre côté du plan axial (P).
7. Dispositif d'entraînement linéaire (66) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la valeur de l'épaisseur axiale de chaque conducteur de champ (76, 78) augmente progressivement vers l'intérieur de la fente axiale (14) de sorte que la surface globalement supérieure (90) du conducteur de champ (76, 78) est inclinée vers le haut et vers la fente axiale (14), et la surface globalement inférieure (92) du conducteur de champ (76, 78) est inclinée vers le bas et vers la fente axiale (14), et **en ce que** chaque aimant (80, 82, 84, 86) comporte une surface adjacente à la surface (90, 92) en vis-à-vis du conducteur de champ (76, 78) associé.
8. Dispositif d'entraînement linéaire (66) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** chaque aimant (80, 82, 84, 86) a une forme globalement parallélépipédique et **en ce qu'il** est sensiblement parallèle à la surface (90, 92) en vis-à-vis du conducteur de champ (76, 78) associé.
9. Dispositif d'entraînement linéaire (66) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque module d'entraînement (18, 20) comporte deux paires d'unités sour-

ces (68, 70 et 72, 74) qui sont superposées suivant l'axe d'entraînement (A-A), l'organe mobile (16) comportant un insert métallique (56, 58, 60, 62) associé à chaque paire d'unités sources (68, 70 et 72, 74).

5

10. Dispositif d'entraînement linéaire (66) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque unité source (68, 70, 72, 74) comporte une bobine électrique (64) qui est susceptible de produire un champ magnétique sensiblement coaxial à l'axe d'attraction magnétique (B-B) associé de manière que, lorsque l'on fait circuler un courant électrique dans la bobine (64), et en fonction du sens de circulation du courant, on diminue ou on augmente l'intensité du champ magnétique produit par les aimants (80, 82, 84, 86) associés dans l'entrefer (EM1, EM2, EM3, EM4) correspondant.

10

15

20

11. Dispositif d'entraînement linéaire (66) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins deux modules d'entraînement (18, 20) agissant en série qui sont superposés axialement suivant l'axe d'entraînement (A-A), un module supérieur (18) et un module inférieur (20), les inserts métalliques (60, 62) associés aux entrefers (EM3, EM4) du module inférieur (20) étant décalés axialement, suivant l'axe d'entraînement (A-A), vers le haut, de manière que, pendant le déplacement de l'organe mobile (16) vers le bas, lorsque les inserts métalliques (56, 58) de l'organe mobile (16) associés au module supérieur (18) dépassent, sous l'effet de l'inertie de l'organe mobile (16), les entrefers (EM1, EM2) correspondants, l'organe mobile (16) continue d'être entraîné vers le bas, sous l'effet de l'attraction magnétique exercée par les entrefers (EM3, EM4) du module inférieur (20) sur les inserts métalliques (60, 62) associés.

25

30

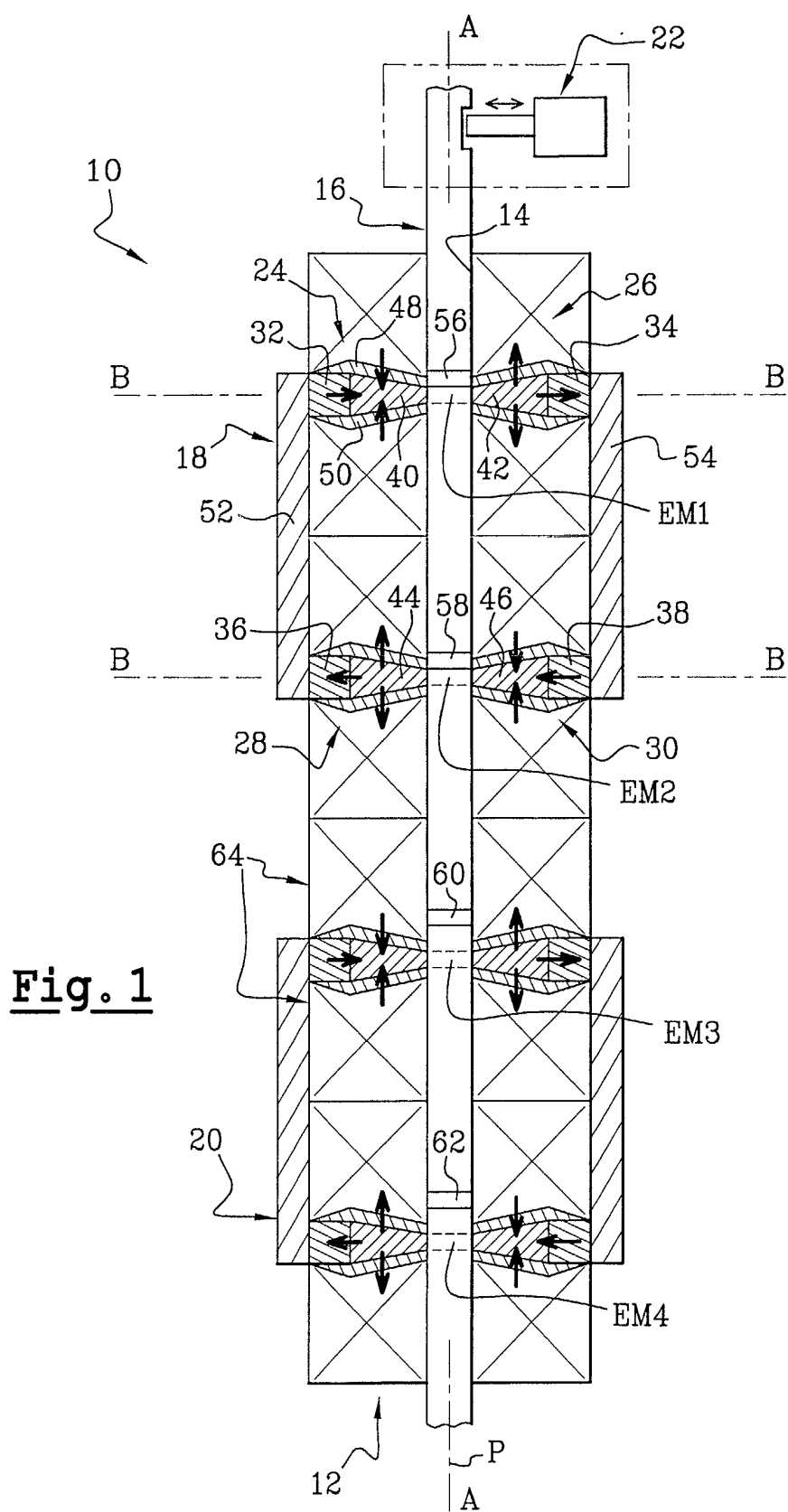
35

40

45

50

55



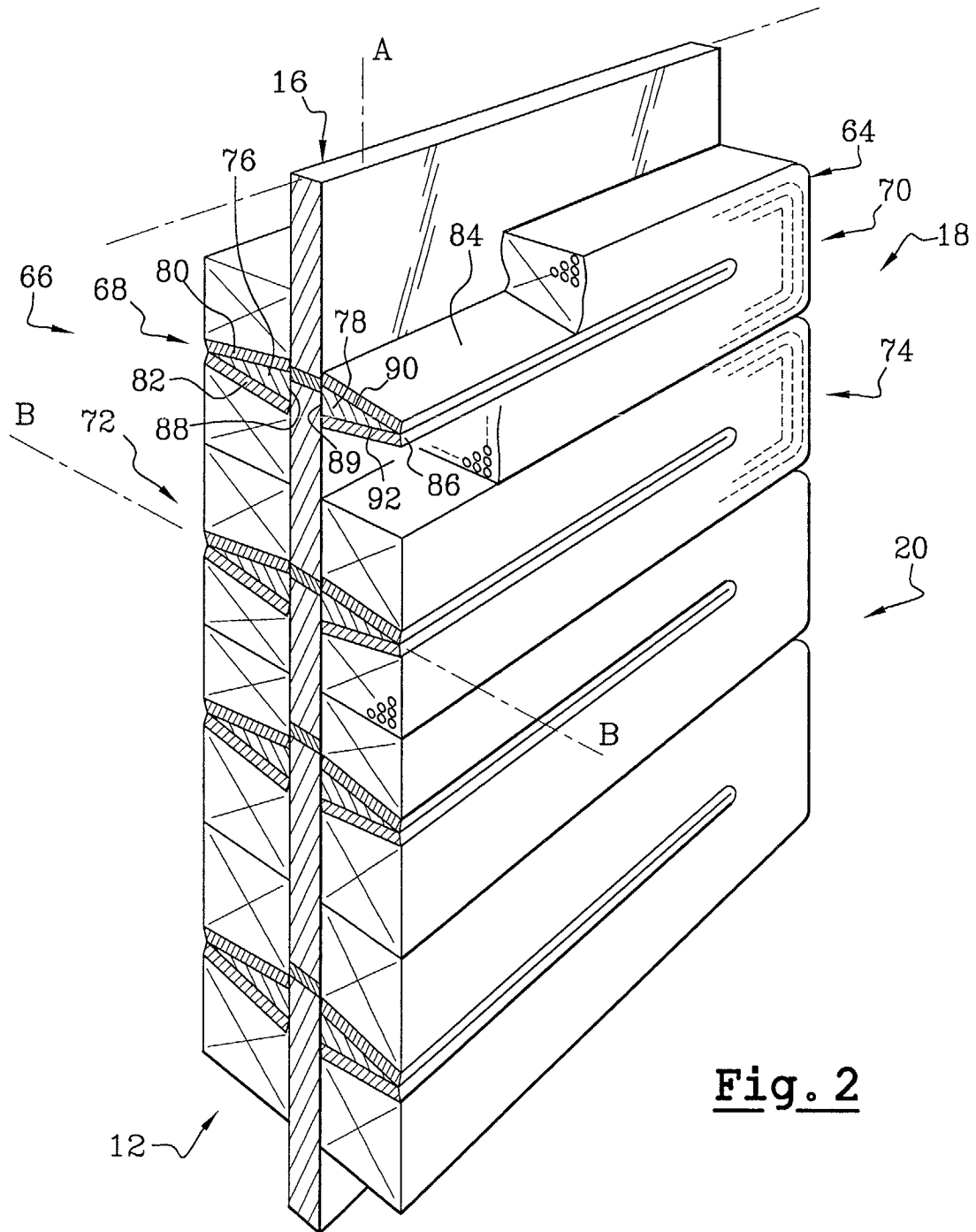


Fig. 2

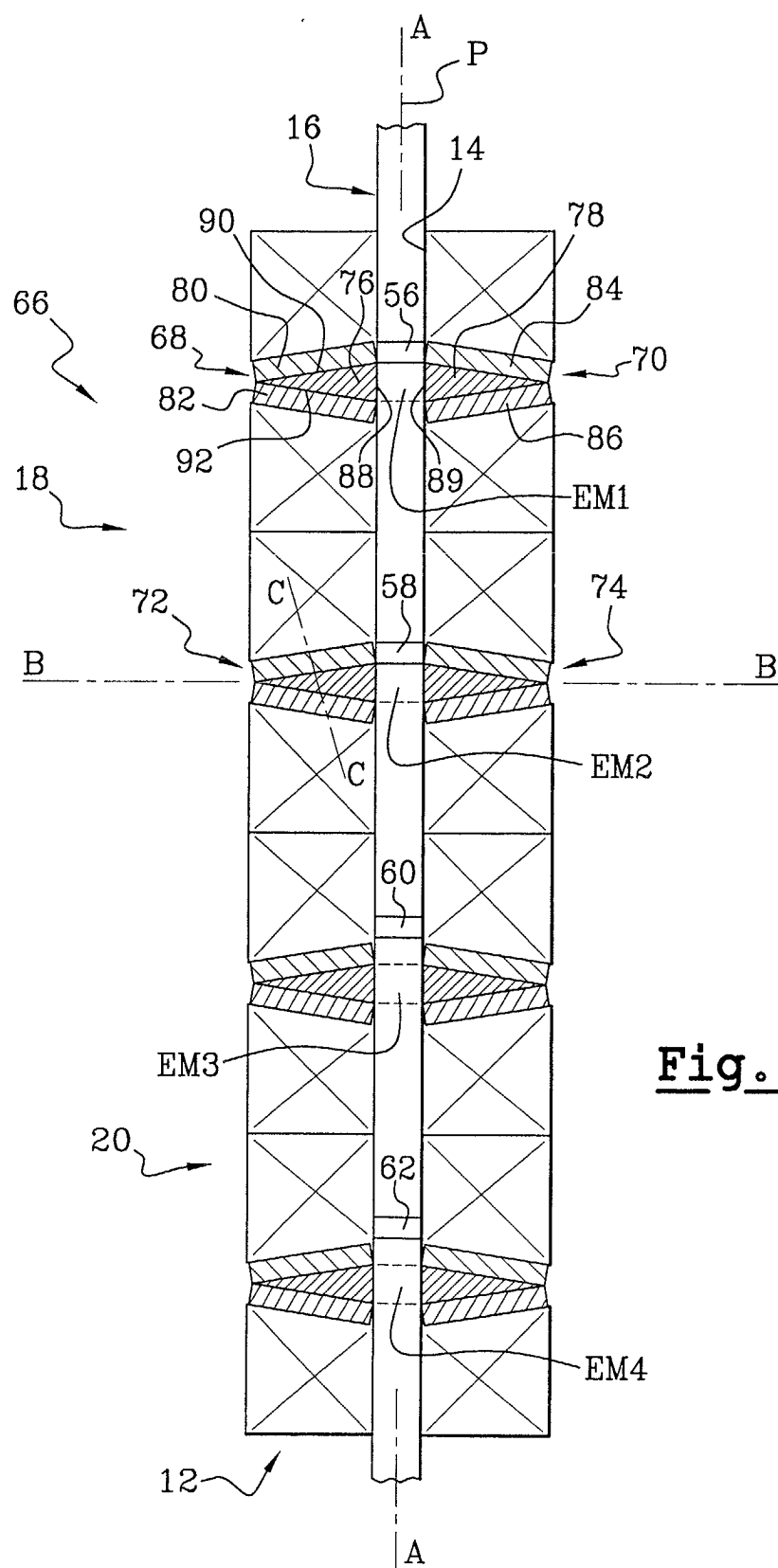


Fig. 3

Fig. 4

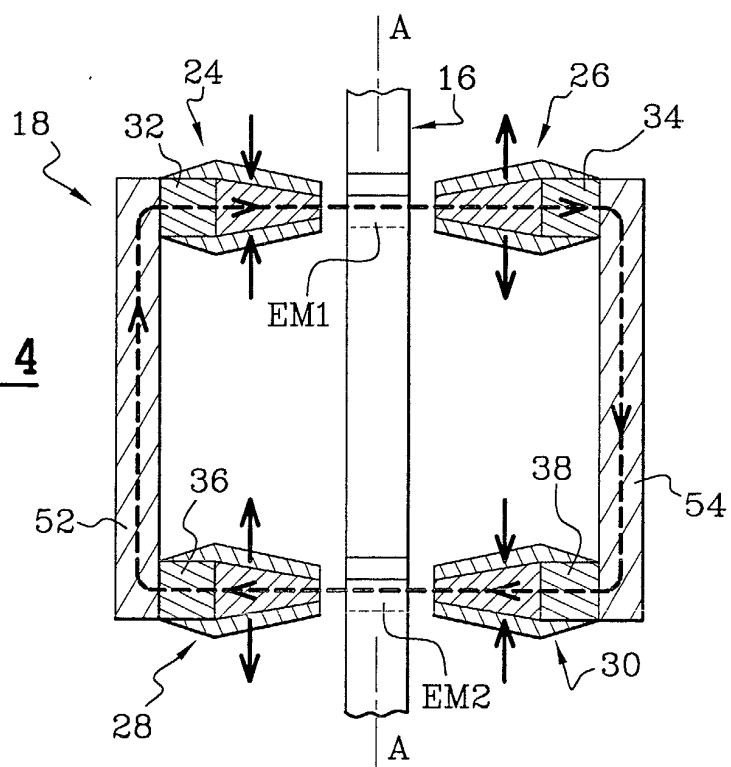
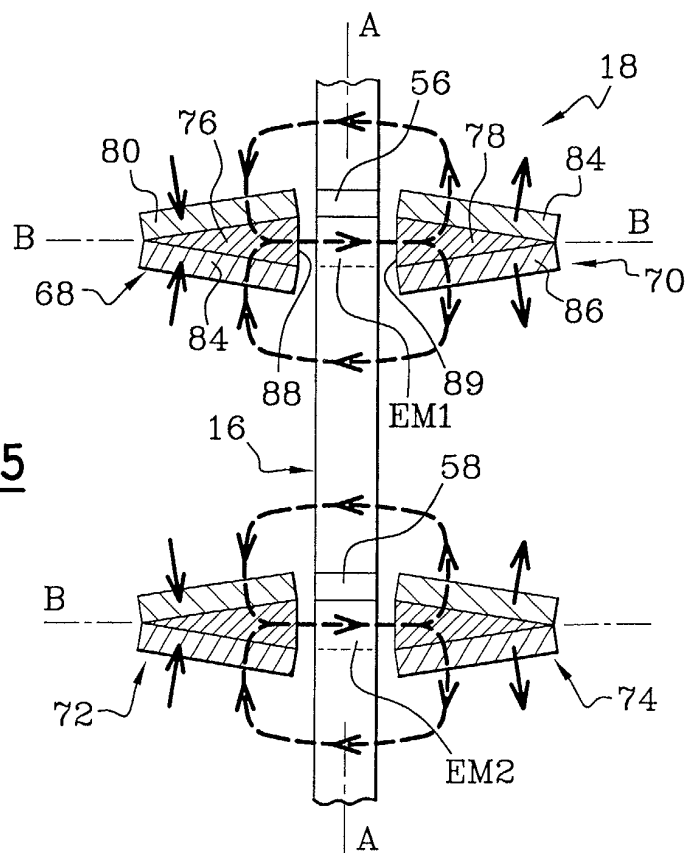


Fig. 5





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 29 0978

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 090 (M-1560), 15 février 1994 (1994-02-15) & JP 05 296012 A (ISUZU MOTORS LTD), 9 novembre 1993 (1993-11-09) * abrégé *	1	H01F7/16 F01L9/04
A	EP 0 404 965 A (ISUZU CERAMICS RES INST) 2 janvier 1991 (1991-01-02) * figures 1-3 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
			H01F F01L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22 juillet 2002	Examineur Vanhulle, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03 B2 (P04C02)

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

EP 02 29 0978

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

22-07-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
JP 05296012	A	09-11-1993	AUCUN		
EP 0404965	A	02-01-1991	JP	2176287 A	09-07-1990
			JP	2579207 B2	05-02-1997
			DE	68924420 D1	02-11-1995
			DE	68924420 T2	11-04-1996
			EP	0404965 A1	02-01-1991
			WO	9007638 A1	12-07-1990
			US	5115772 A	26-05-1992

EPO FORM P0460

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