



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<p>(51) Classification internationale des brevets ⁵ :</p> <p>H02K 33/06</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Numéro de publication internationale: WO 93/22821</p> <p>(43) Date de publication internationale: 11 novembre 1993 (11.11.93)</p>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR93/00429</p> <p>(22) Date de dépôt international: 4 mai 1993 (04.05.93)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 92/05465 4 mai 1992 (04.05.92) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): MOVING MAGNET TECHNOLOGIES S.A. [FR/FR]; 78, avenue Georges-Clémenceau, F-25000 Besançon (FR).</p> <p>(72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement) : OUDET, Claude [FR/FR]; 12, rue du Capitaine-Arrachart, Fr-25000 Besançon (FR).</p> <p>(74) Mandataire: BREESE, Pierre; Breese Majerowicz S.A.R.L., CNIT WTC 2, B.P. 434, F-92053 Paris-La Défense (FR).</p>		<p>(81) Etats désignés: JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i></p>
<p>(54) Title: ELECTROMAGNETIC ACTUATOR HAVING TWO OPPOSITE PHASE MOVABLE PARTS</p> <p>(54) Titre: ACTIONNEUR ELECTROMAGNETIQUE A DEUX PIÈCES MOBILES EN OPPOSITION DE PHASES</p>		
<p>(57) Abstract</p> <p>Electromagnetic actuator comprising a stationary stator (1) with a central pole (3) of length X_c and two lateral poles (4, 5) of length X_L, said stator including an exciting coil (6). The actuator further comprises a moving part (2) with thin permanent magnets (12, 13, 22, 23) magnetized in the direction of the air gap. It is characterized in that the moving member (2) consists of at least two independent elements (10, 20) each movable in the parallel directions to the intersection of the air gap plane and the stationary stator median plane (1), in opposite directions. Each of the moving parts (10, 20) has a pair of thin magnets (12, 13, 22, 23) magnetized in alternate directions, integral with a yoke (11, 21) of soft material. The thin magnets (22, 23) of one of the moving elements (20) are magnetized in the opposite direction to the corresponding thin magnets (12, 13) of the adjacent moving element (10), the yokes (11, 21) defining with the stationary stator part the air gap (E).</p> <p>(57) Abrégé</p> <p>Il s'agit d'un actionneur électromagnétique comportant un stator (1) fixe présentant un pôle central (3) de longueur X_c et deux pôles latéraux (4, 5) de longueur X_L, ledit stator comportant une bobine d'excitation (6), l'actionneur comportant en outre une partie mobile (2) munie d'aimants permanents minces (12, 13, 22, 23) aimantés selon la direction de l'entrefer, caractérisé en ce que l'organe mobile (2) est composé d'au moins deux éléments (10, 20) indépendants mobiles chacun selon des directions parallèles à l'intersection du plan de l'entrefer et du plan médian du stator fixe (1), en sens opposés, chacune des pièces mobiles (10, 20) présentant une paire d'aimants minces (12, 13, 22, 23) aimantés en sens alternés, solidaires d'une culasse (11, 21) en matériau doux, les aimants minces (22, 23) d'un desdits éléments mobiles (20) étant aimantés selon le sens opposé aux aimants minces (12, 13) correspondant de l'élément mobile adjacent (10), les culasses (11, 21) définissant avec la pièce statorique fixe l'entrefer (E).</p>		

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	FR	France	MR	Mauritanie
AU	Australie	GA	Gabon	MW	Malawi
BB	Barbade	GB	Royaume-Uni	NL	Pays-Bas
BE	Belgique	GN	Guinée	NO	Norvège
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	NZ	Nouvelle-Zélande
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	PL	Pologne
BJ	Bénin	IE	Irlande	PT	Portugal
BR	Brésil	IT	Italie	RO	Roumanie
CA	Canada	JP	Japon	RU	Fédération de Russie
CF	République Centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SK	République slovaque
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SN	Sénégal
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	SU	Union soviétique
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TC	Togo
DE	Allemagne	MG	Madagascar	UA	Ukraine
DK	Danemark	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
ES	Espagne	MN	Mongolie	VN	Viet Nam
FI	Finlande				

**ACTIONNEUR ELECTROMAGNETIQUE A DEUX
PIECES MOBILES EN OPPOSITION DE PHASES.**

5 La présente invention concerne un actionneur électromagnétique comportant un pôle central et deux pôles latéraux. Le pôle central supporte une bobine d'excitation, ainsi qu'une partie mobile munie d'aimants permanents minces aimantés selon la direction de l'entrefer.

10 On connaît dans l'art antérieur des moteurs vibrants de ce type. Afin de limiter les vibrations transmises à la carcasse supportant le stator, le brevet français déposé sous le n°7213342 a proposé de suspendre non seulement le rotor, mais également le stator.
15 L'actionneur vibrant selon l'art antérieur comporte donc deux masses suspendues dont les caractéristiques (masse, raideur des organes de suspensions) sont définies afin d'égaliser les fréquences propres. Ces actionneurs présentent toutefois une relative fragilité, en raison
20 de la complexité du double système de suspension, et de la mobilité du stator qui implique notamment des liaisons électriques souples.

On connaît également dans l'art antérieur le brevet américain US4583027 décrivant un moteur
25 comportant un seul rotor. Ce rotor est animé d'un mouvement vibratoire provoquant par réaction des vibrations sur le stator et son support.

On connaît également dans l'art antérieur le brevet allemand n° 2603681 mettant en oeuvre l'action
30 d'un champ magnétique sur un courant. Le rotor est constitué par un aimant permanent positionné dans l'entrefer. Ce moteur ne permet pas d'atteindre une force satisfaisante par Watt électrique appliqué à la bobine, car les parties actives de la bobine sont celles
35 placées directement dans le champ produit par les

aimants. Plus on veut mettre d'épaisseur de cuivre, plus le champ diminue, ou plus les aimants doivent être épais et donc plus la masse mobile est élevée. De plus, chaque aimant est attiré par les deux parties stationnaire en fer, suivant sa distance à chacune d'elles, et aucun moyen n'est proposé pour éviter que ces aimants n'aillent se coller sur l'une d'elles sans que cela gêne le mouvement recherché.

Le but de l'invention est de réaliser un actionneur performant et fiable pour des applications nécessitant un déplacement alternatif, de fréquence élevée, et limitant les vibrations parasites du stator`.

L'organe mobile de l'actionneur selon l'invention est composé d'au moins deux pièces indépendantes mobiles selon une direction parallèle à l'intersection du plan de l'entrefer et du plan médian de la pièce statorique fixe, en sens opposés. Chacune des pièces mobiles présentant une paire d'aimants minces aimantés en sens alternés, solidaire d'une culasse en matériau doux, les aimants minces d'un desdits éléments mobiles étant aimantés selon le sens opposé à celui des aimants minces correspondant de l'élément mobile adjacent, les culasses définissant avec la pièce statorique fixe l'entrefer E.

L'actionneur selon l'invention permet d'optimiser la circulation des flux magnétiques et les contraintes s'exerçant sur les pièces mobiles.

Le déplacement des éléments mobiles est en principe linéaire. L'actionneur selon l'invention peut également être réalisé sous une forme cylindrique, le déplacement des pièces mobiles s'effectuant dans ce cas selon des arcs de cercles inscrits sur un cylindre coaxial avec l'entrefer de forme cylindrique dans ce mode de réalisation.

Selon une première variante, l'organe mobile est constitué de deux éléments mobiles de masses identiques en opposition, chacun desdits éléments mobiles étant reliés à la partie statorique fixe par des moyens déformables pour autoriser un débattement selon la direction de mobilité tout en maintenant un entrefer E sensiblement constant. La quantité de mouvement de l'un des éléments mobiles est identique en valeur absolue, et de sens opposé à la quantité de mouvement (produit de la masse par rapport à la vitesse) de l'autre élément mobile. De ce fait, la quantité de mouvement totale des pièces vibrantes est nulle, ce qui permet de réduire notablement les vibrations parasites communiquées au support de l'actionneur.

Selon une autre variante, l'organe mobile est constitué d'une pièce centrale et de deux pièces latérales, la masse de chacune des pièces latérales étant égale à la moitié de la masse de la pièce centrale, les pièces latérales d'une part et la pièce centrale d'autre part étant mobiles en sens opposée, avec une course de même amplitude, chacune desdites pièces mobiles étant reliée au stator fixe par des moyens élastiquement déformables pour autoriser un débattement selon la direction de mobilité tout en maintenant un entrefer E sensiblement constant.

Ce mode de réalisation permet d'annuler non seulement la quantité de mouvement globale de l'organe mobile, mais également le moment cinétique global de l'organe mobile, et supprime donc le couple vibratoire résiduel.

Selon une autre variante visant à supprimer le couple vibratoire résiduel, le stator est constitué par deux parties en forme de "W" présentant chacune un pôle central de longueur X_C et deux pôles latéraux de longueur X_L , l'actionneur comportant deux bobines

entourant les jambes centrales, et en ce que l'organe mobile est composé d'au moins deux éléments indépendants de masse identique, mobiles chacun selon des directions parallèles à l'intersection du plan de l'entrefer et du plan médian du stator fixe, en sens opposés, chacune des
5 pièces mobiles présentant une paire d'aimants minces aimantés en sens alternés, solidaires d'une culasse en matériau doux, les aimants minces d'un desdits éléments mobiles étant aimantés selon le sens opposé aux aimants
10 minces correspondant du deuxième élément mobile, les pièces mobiles étant alignées selon la direction de mobilité.

Avantageusement, la liaison entre chacun des éléments mobiles et la partie statorique fixe est assurée par des lames-ressorts s'étendant sensiblement
15 perpendiculairement au plan de l'entrefer.

Selon un mode de réalisation préféré, la longueur X_c du pôle statorique central (3) et la longueur X_1 des pôles statoriques latéraux (4, 5) sont
20 supérieure ou égale à la course X de l'organe mobile augmentée d'une longueur sensiblement égale à E , X_1 étant supérieur ou égal à X_c .

Selon un mode de réalisation préféré permettant d'augmenter le volume de cuivre sans augmenter les cotes extérieures de l'actionneur, les
25 trois pôles statoriques se prolongent par une partie de section inférieure à leur propre section. Les sections des parties ainsi formées sont déterminées de façon à permettre le passage du flux magnétique en régime
30 nominal sans saturation, les culasses (11, 21) présentent une section trapézoïdale, la grande base correspondant à la surface de jonction avec les aimants permanents.

L'actionneur selon l'invention peut être
35 réalisé en symétrie plane ou en symétrie axiale. Dans le

cas de la symétrie axiale, la structure statorique ainsi que le rotor sont de type cylindrique. Le rotor est mobile soit en translation selon un axe Y correspondant à l'axe de courbure de la structure statorique cylindrique et du rotor, soit en rotation autour dudit axe. Dans ce dernier cas, la structure générale correspond à la structure décrite dans le brevet n° 90 13 352 de la demanderesse, dans laquelle il convient de substituer à l'organe rotatif comportant les parties aimantées des organes mobiles coaxiaux présentant des parties aimantées inversées.

Le pôle central est de préférence séparé des pôles latéraux d'une distance e supérieure ou égale à $0,5 E$, où E désigne la largeur de l'entrefer.

Selon un mode de réalisation particulier, l'organe mobile comporte en outre au moins un aimant auxiliaire coopérant avec une bobine électrique pour former un capteur de vitesse et/ou avec une sonde de Hall pour former un capteur de position.

Un mode de réalisation particulier de la présente invention est décrit dans ce qui suit, faisant référence aux dessins, où :

- la figure 1 représente une vue d'un mode de réalisation d'un actionneur selon l'invention, dont la partie mobile est suspendue sur des lames ressort ;

- la figure 2 représente une vue dudit actionneur selon une coupe aa' ;

- la figure 3 représente une vue dudit actionneur selon une coupe bb' ;

- la figure 4 représente une vue de coté de l'actionneur selon l'invention

- la figure 5 représente une vue de coté d'une première variante de l'actionneur selon l'invention ;

- la figure 6 représente une vue de l'actionneur selon cc' ;

5 - la figure 7 représente une vue de face d'une de coté d'une seconde variante de l'actionneur selon l'invention ;

- la figure 8 représente une vue de dessus de l'actionneur selon la seconde variante.

- la figure 9 représente une vue de coté de l'actionneur selon la seconde variante.

10 L'actionneur selon l'invention, dont un mode de réalisation est représenté en figure 1, comporte un stator fixe (1) et un organe mobile (2).

15 Le stator (1) présente un pôle statorique central (3) de longueur X_c et deux pôles statoriques latéraux (4, 5) de longueur X_1 . Le pôle statorique central (3) est entouré par une bobine (6). Le stator est constitué par un empilement de tôles découpées dans un matériau magnétiquement doux, par exemple en fer-silicium feuilleté. Le pôle statorique central (3) est
20 feuilleté dans un sens perpendiculaire aux tôles constituant les autres parties du stator.

25 La section des jambes (7, 8) correspondant aux pôles magnétiques latéraux respectivement (4, 5) est inférieure à la surfaces des pôles magnétiques latéraux respectivement (4, 5) correspondant, pour dégager un espace suffisant pour le positionnement de la bobine (6). De même, la section de la jambe centrale (9) est inférieure à la surface du pôle central (3), comme cela est représenté sur la figure 2.

30 Les polarités des pôles statoriques indiquées sur la figure 2 correspondent à la phase dans laquelle la pièce mobile (2) reçoit un effort dans la direction OX. Pour la phase dans laquelle la pièce mobile (2) se déplace dans la direction opposée XO, le
35 courant appliqué à la bobine est inversé, et donc les

polarités des pôles statoriques sont inversées par rapport à celle mentionnées sur les dessins annexés.

La section S_j des jambes est déterminée de façon à limiter Φ_{\max}/S_j à environ 1,5 Teslas, où

5 Φ_{\max} désigne le flux magnétique circulant à l'intérieur des jambes suivant la formule :

$$\phi = \left[\frac{Br \frac{L}{\mu_r} + \mu_0 ni}{\frac{L}{\mu_r} + (E-L)} \right] \cdot ZX$$

10

ou μ_r représente la perméabilité réversible de l'aimant ;

15 X désigne le déplacement par rapport à la position moyenne

E désigne l'entrefer compris entre la surface inférieure (15) de la culasse (11) et les pôles statoriques (3, 4, 5)

20 Z désigne la largeur cumulée des deux rotors mesurée dans le sens perpendiculaire à leur déplacement

Br désigne l'induction rémanente des aimants

L désigne l'épaisseur des aimants mesurée dans le sens de l'aimantation,

25 ni désigne les ampères-tours appliqués à la bobine et

μ_0 désigne la perméabilité du vide.

L'organe mobile (2) est constitué de deux pièces (10, 20) mobiles suivant l'axe OX, en sens alternés.

30

La pièce mobile (10) visible de face sur la figure 1 et en coupe sur la figure 2 est constituée d'une culasse (11) en matériau doux de forme trapézoïdale, sur la surface inférieure de laquelle sont collés deux aimants minces (12, 13). Ces aimants minces

sont aimantés en sens alternés, dans le sens de l'épaisseur. Les aimants sont de préférence du type à terres rares, tels les aimants en Samarium-cobalt SmCo_5 , ou en néodyme-fer-bore NdFeB .

5 La longueur X_a de chacun des aimants (12, 13) est sensiblement égale à $C + 2E$, C désignant la course de la pièce mobile (10). Leur épaisseur L est de l'ordre du millimètre pour une valeur de nI inférieure à 300 ampères-tours.

10 La longueur de la culasse peut être supérieure à la longueur $2X_a$ cumulée des deux aimants (12, 13), et est environ égale à $2X_a + E$ dans l'exemple représenté.

15 La culasse (11) et les aimants (12, 13) sont encapsulés dans un bloc (16) de matière non magnétique. Pour définir un entrefer E , il convient de maintenir la pièce mobile (10) à une faible distance de la surface des pôles statoriques (3, 4, 5), et ce pour toute la course utile C . Cette fonction peut être assurée par une liaison déformable ou par une liaison élastique. Dans
20 l'exemple décrit en référence, cette fonction est obtenue grâce à des lames-ressort (17, 18) travaillant en flexion alternée avec superposition d'un effort de traction lié à la valeur absolue moyenne de l'induction dans l'entrefer, constituées par des feuilles minces
25 réalisées en acier à ressort tel que le Phynox (dénomination commerciale), s'étendant perpendiculairement au plan des aimants permanents (12, 13). Pour tendre vers des lames dites d'égales
30 contraintes, les lames ressort (17, 18, 27, 28) présentent, comme représenté en figure 4, des évidements (35) en forme de losanges.

35 La longueur et l'épaisseur des lames-ressort (17, 18) sont déterminés de façon à maintenir les pièces mobiles (10, 20) à la bonne distance du stator, à

supporter la contrainte due au déplacement, et à fixer éventuellement la fréquence de résonance de la pièce mobile. Pour mieux supporter la fatigue due à la flexion alternée, on peut disposer plusieurs lames en parallèle.

5 La longueur L_r des lames ressort (17, 18) peut être en outre déterminée de façon à être suffisante afin que les déplacements de la pièce mobile (10) suivant un axe perpendiculaire au plan des aimants permanents (12, 13), soient négligeables pour la course C.

10 La géométrie de l'entrefer peut être modifiée pour augmenter ou réduire la raideur magnétique et obtenir un effet similaire à celui obtenu en modifiant la raideur des ressorts de suspension, de façon à réduire les contraintes subies par les lames-ressort sans modifier la fréquence propre.

15 Lorsque la lame-ressort est longue, les variations de l'entrefer entre l'extrémité de la course et la position centrale sont minimisées et se traduisent par une faible raideur magnétique. La fréquence propre de l'organe mobile est dans ce cas essentiellement déterminée par les caractéristiques des lames-ressort, et en particulier par leur raideur mécanique.

20 Au contraire, lorsque les lames ressort sont courtes, la distance entre la surface des aimants (12, 13) et les surfaces polaires de la première partie statorique varie sensiblement entre la position centrale et la position dans laquelle l'organe mobile est en fin de course. Cette variation de l'entrefer se traduit par un phénomène de force en l'absence de courant tendant à faire revenir l'organe mobile au repos en position centrée. La fréquence propre de l'organe mobile (25) est donc sensiblement augmentée par la raideur magnétique ainsi obtenue.

La deuxième pièce mobile (20) est identique à la première pièce mobile (10) à l'exception du fait que les aimants (22, 23) sont aimantés selon des sens opposés aux aimants adjacents de la première pièce mobile (10), lorsque toutes les deux sont en position de repos centrée par rapport au pôle statorique central (3).

Les deux pièces mobiles se déplacent en opposition, en raison du renversement des polarités des aimants (12, 13) et (22, 23).

Il est à noter que l'utilisation de deux pièces mobiles vibrant en opposition de phase permet de réduire le flux qui passe par les jambes latérales. Cela permet de réduire les pertes magnétiques et donc de réduire l'encombrement et la masse du stator.

La figure 5 représente une vue de coté d'un actionneur selon une variante permettant de supprimer le couple vibratoire parasite par compensation des moments cinétiques des deux éléments mobiles (210, 220) constituant l'organe mobile.

L'actionneur comporte un stator constitué par une pièce présentant six jambes formant six pôles magnétiques (211 à 217). La structure générale du stator selon cette variante correspond à l'association en ligne de deux stators selon l'exemple de réalisation décrit en référence aux figures 1 à 4.

Chacune des jambes centrales (213, 214) est entourée par une bobine (218, 219). Ces bobines sont alimentées pour entraîner à chaque phase le déplacement de l'élément mobile (210, 220) correspondant dans des sens opposés. Dans l'exemple décrit en référence à la figure 5, les bobines sont alimentées en phase.

La figure 6 représente une vue selon un plan de coupe CC' passant par la jambe centrale (213) et l'un des aimants (12). Les éléments mobiles (210, 220) ne

comportent qu'une seule paire d'aimants minces (12, 13) alignés selon l'axe de déplacement des éléments mobiles.

5 Les figures 7 et 9 représentent une deuxième variante de réalisation respectivement selon une vue de face, une vue de dessus et en vue de coté.

10 Le stator comporte comme dans la première variante décrite en référence aux figures 1 à 4 une pièce (230) en un matériau doux en forme de "W" présentant deux jambes latérales (231, 233) et une jambe centrale (232) définissant chacune des pôles statoriques (234, 236, 235).

15 Une bobine (237) entoure la jambe centrale. La section transversale de la jambe centrale (232) est inférieure à la section du pôle centrale (235) afin d'une part de permettre de disposer quelques tours de
20 fils permettant de capter un signal proportionnel à la vitesse des éléments mobiles, et d'autre part, en combinaison avec le dessin des jambes latérales (230, 231), de réduire le flux de fuite qui apparaît dans l'encoche à induction élevée.

L'organe mobile (238) est constitué par une culasse (239) de section trapézoïdale et d'aimants permanents minces (240, 241).

25 L'organe mobile (238) est suspendu par des lames (242, 243). Des ressorts (244 à 245) engendrent l'essentiel de la raideur nécessaire pour que les deux rotors vibrent en opposition de phase à la fréquence voulue.

30 L'organe mobile est représenté en demi-vue de dessus en figure 8. Il comporte un élément mobile central (250) et deux éléments mobiles latéraux (251, 252). Chacun des éléments mobiles (250 à 252) est constitué par une culasse trapézoïdale sur laquelle sont
35 collés deux aimants minces. La largeur de l'élément mobile central (250) est égale au double de la largeur

de chacun des éléments latéraux (251, 252), et donc le volume, et par conséquent la masse de l'élément mobile central (250) est égal au double du volume et par conséquent de la masse des éléments latéraux (251, 252).
5 Les deux éléments latéraux (251, 252) sont réunis par un pontet de couplage (260).

La figure 9 représente une vue de coté de l'actionneur. Le stator (230) supporte à chaque extrémité un support (260) en forme de "L" inversé sur
10 lequel sont fixées les lames de suspension (262 à 265) destinées au positionnement de l'élément mobile central (252) et des éléments mobiles latéraux (250, 251).

La présente invention n'est pas limitée à l'exemple de réalisation décrit dans ce qui précède. De
15 nombreuses variantes peuvent être envisagées.

REVENDICATIONS

1 - Actionneur électromagnétique comportant un stator (1) fixe comportant au moins une bobine d'excitation (6), l'actionneur comportant en outre une
5 partie mobile (2) munie d'aimants permanents minces aimantés selon la direction de l'entrefer, caractérisé en ce que le stator présente au moins une partie en forme de "W", le stator présentant un pôle central (3) de longueur X_C et deux pôles latéraux (4, 5) de longueur
10 X_L , la bobine entourant la jambe centrale, et en ce que l'organe mobile (2) est composé d'au moins deux éléments (10, 20) indépendants mobiles chacun selon des directions parallèles à l'intersection du plan de l'entrefer et du plan médian du stator fixe (1), en sens
15 opposés, chacune des pièces mobiles (10, 20) présentant une paire d'aimants minces (12, 13), (22, 23) aimantés en sens alternés, solidaires d'une culasse (11), (21) en matériau doux, les aimants minces (22, 23) d'un desdits éléments mobiles (20) étant aimantés selon le sens
20 opposé aux aimants minces (12, 13) correspondant de l'élément mobile adjacent (10), les culasses (11, 21) définissant avec la pièce statorique fixe l'entrefer E.

2 - Actionneur électromagnétique selon la
25 revendication 1 caractérisé en ce que l'organe mobile (2) est constitué de deux pièces (10, 20) mobiles en opposition, chacune desdites pièces mobiles (10, 20) étant reliée au stator fixe (1) par des moyens élastiquement déformables pour autoriser un débattement
30 selon la direction de mobilité tout en maintenant un entrefer E sensiblement constant, les deux pièces (10, 20) présentant une masse identique et une course de même amplitude.

3 - Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'organe mobile est constitué d'une pièce centrale (250) et de deux pièces latérales (251, 252), la masse de chacune des pièces latérales (251, 252) étant égale à la moitié de la masse de la pièce centrale (250), les pièces latérales (251, 252) d'une part et la pièce centrale (250) d'autre part étant mobiles en sens opposée, avec une course de même amplitude, chacune desdites pièces mobiles (250, 251, 252) étant reliée au stator fixe (1) par des moyens élastiquement déformables pour autoriser un débattement selon la direction de mobilité tout en maintenant un entrefer E sensiblement constant.

4 - Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des 1 à 2 caractérisé en ce que la stator est constitué par deux parties en forme de "W" présentant chacune un pôle central (213, 214) de longueur X_c et deux pôles latéraux (211, 212, 216, 217) de longueur X_L , l'actionneur comportant deux bobines (218, 219) entourant les jambes centrales (213, 214), et en ce que l'organe mobile (2) est composé d'au moins deux éléments (210, 220) indépendants de masse identique, mobiles chacun selon des directions parallèles à l'intersection du plan de l'entrefer et du plan médian du stator fixe (201), en sens opposés, chacune des pièces mobiles (210, 220) présentant une paire d'aimants minces (212, 213), (222, 223) aimantés en sens alternés, solidaires d'une culasse (211) en matériau doux, les aimants minces (222, 223) d'un desdits éléments mobiles (220) étant aimantés selon le sens opposé aux aimants minces (212, 213) correspondant du deuxième élément mobile (210), les pièces mobiles (210, 220) étant alignées selon la direction de mobilité.

5 - Actionneur électromagnétique selon l'une
quelconque des revendications précédentes caractérisé en
ce que la liaison entre chacune des pièces mobiles (10,
20) et le stator (1) fixe est assurée par des lames-
ressort (17, 18, 27, 28) s'étendant sensiblement
perpendiculairement au plan de l'entrefer.

10 6 - Actionneur électromagnétique selon l'une
quelconque des revendications précédentes caractérisé en
ce que la longueur X_c du pôle statorique central (3) et
la longueur X_1 des pôles statoriques latéraux (4, 5)
sont supérieure ou égale à la course X de l'organe
mobile augmentée d'une longueur sensiblement égale à E ,
15 X_1 étant supérieur ou égal à X_c .

20 7 - Actionneur électromagnétique selon l'une
quelconque des revendications précédentes caractérisé en
ce que la section du noyau central (9) supportant la
bobine (6) et les sections des jambes latérales (7, 8)
sont inférieures à la section du pôle statorique
correspondant.

25 8 - Actionneur électromagnétique selon l'une
quelconque des revendications précédentes caractérisé en
ce que la distance e séparant le pôle central et chacun
des pôles latéraux est supérieure ou égale à $0,5 E$ où E
désigne la largeur de l'entrefer.

30 9 - Actionneur électromagnétique selon l'une
quelconque des revendications précédentes caractérisé en
ce que les culasses (11, 21) présentent une section
trapézoïdale, la grande base correspondant à la surface
de jonction avec les aimants permanents.

35

10 - Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'organe mobile comporte en outre au moins un aimant auxiliaire coopérant avec une bobine électrique pour former un capteur de vitesse et/ou avec une sonde de Hall pour former un capteur de position.

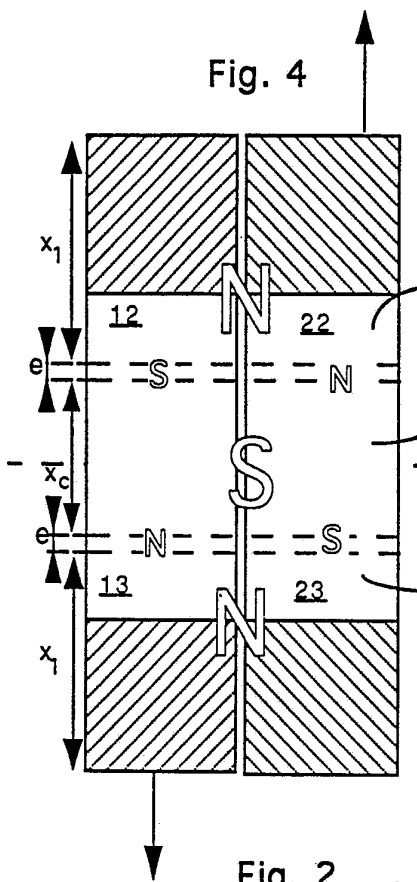


Fig. 4

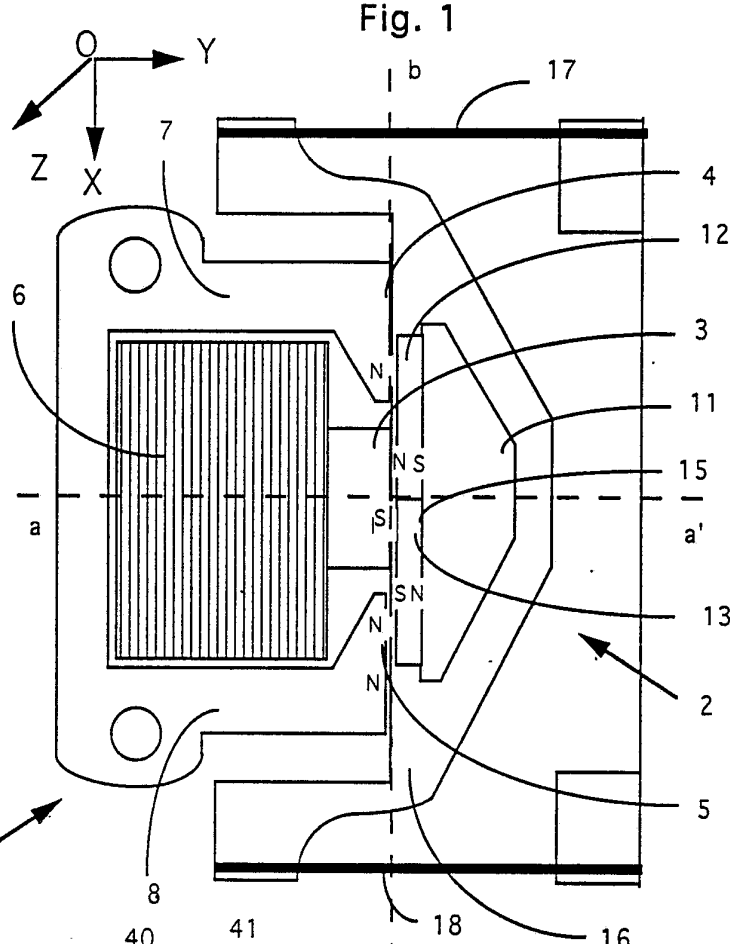


Fig. 1

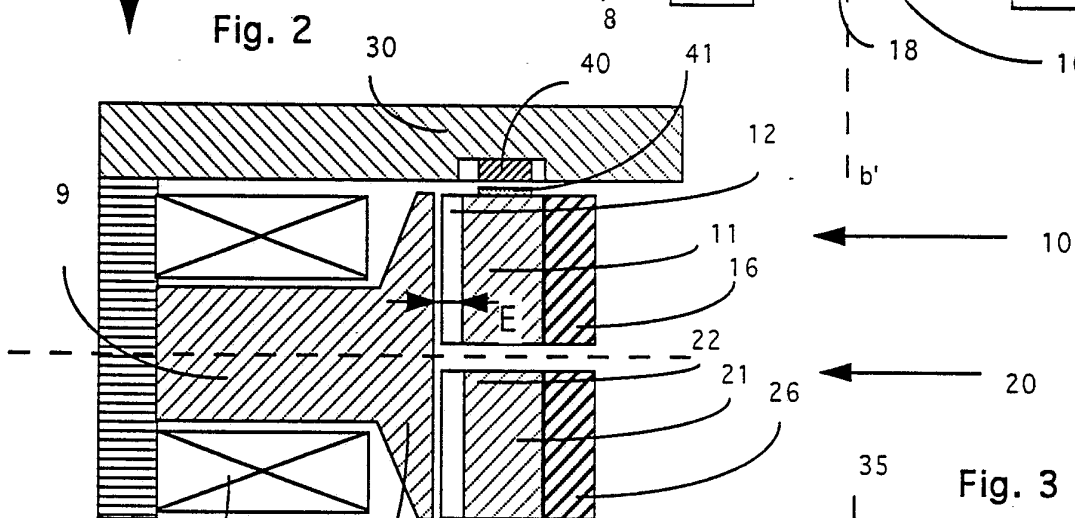


Fig. 2

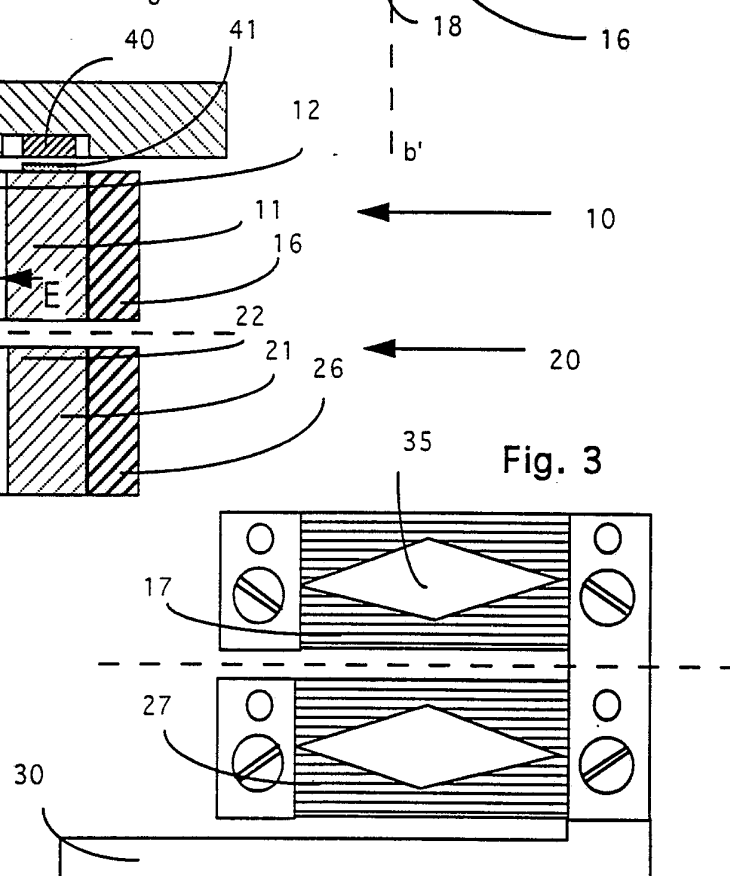
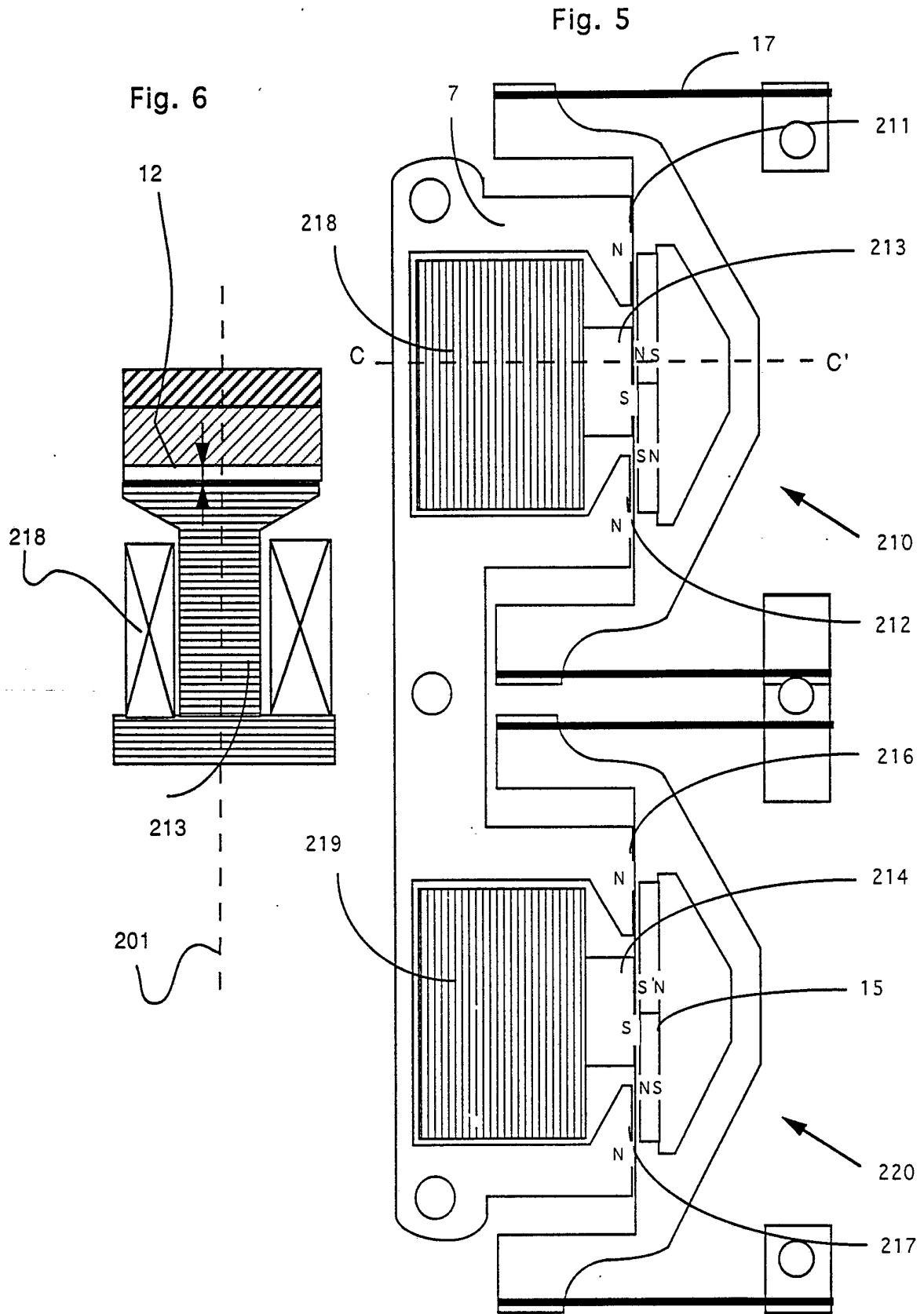
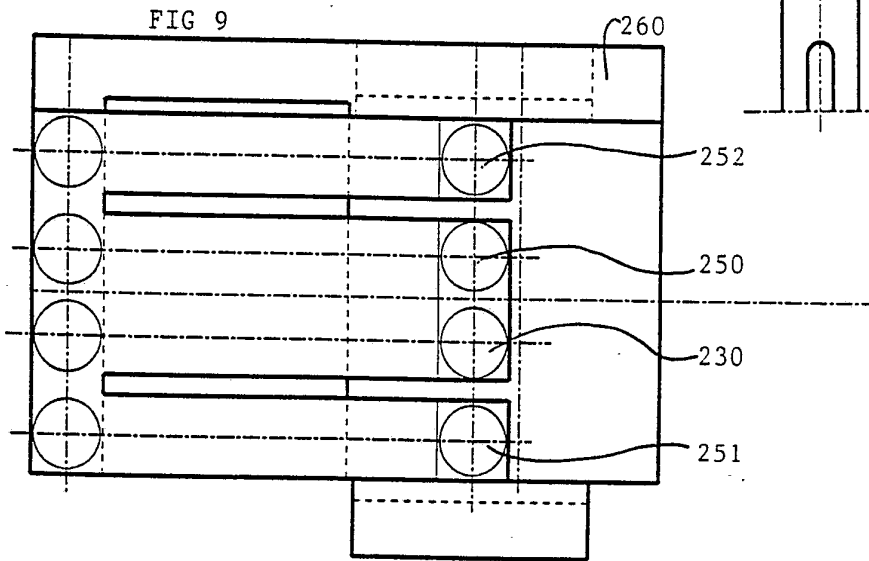
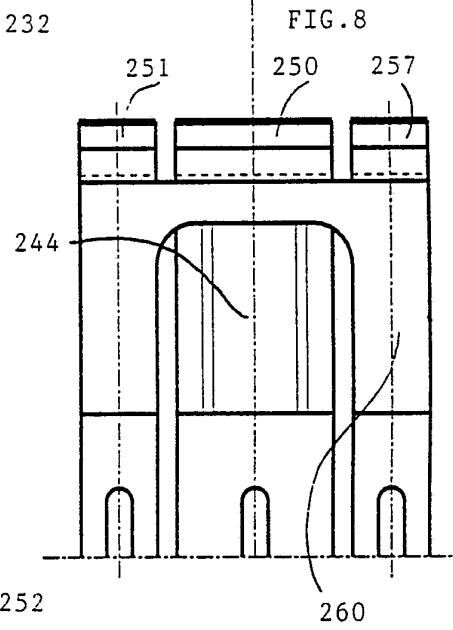
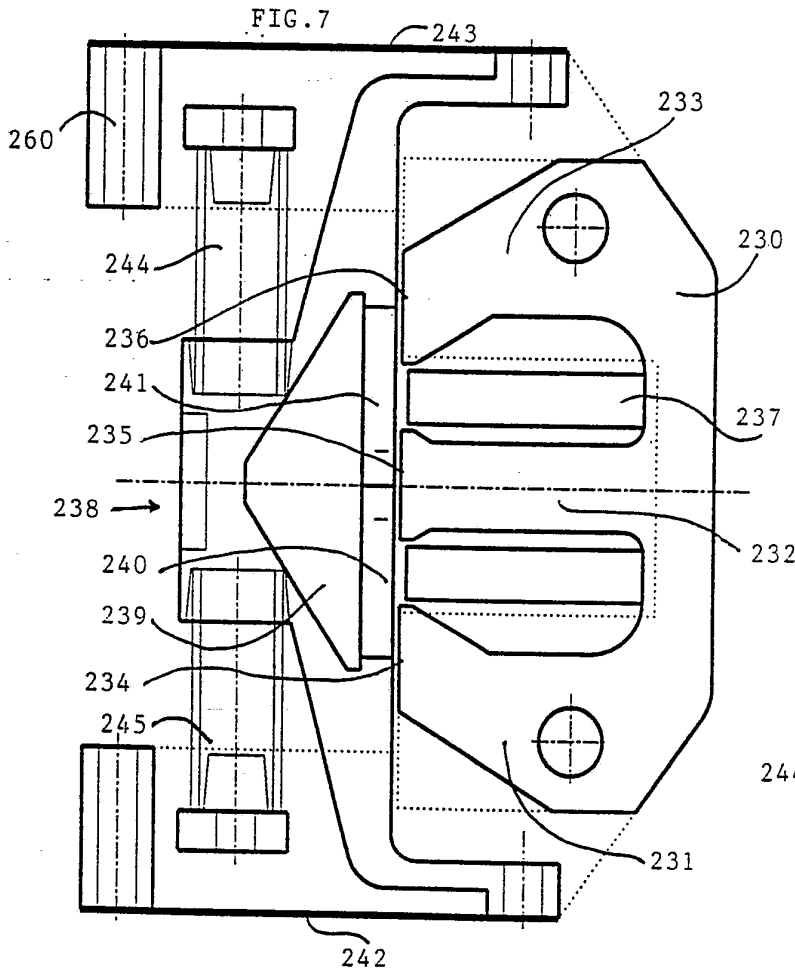


Fig. 3





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR 93/00429

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁵ H 02 K 33/06 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. ⁵ H 02 K Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE, A, 2 603 681 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG) 4 August 1977 cited in the application see page 1, line 2 - line 16 see page 4, line 1 - page 5, line 5 see figure 1	1,2,6,7,9
Y	US, A, 4 583 027 (PARKER ET AL) 15 April 1986 cited in the application see column 1, line 62 - column 2, line 30. see column 3, line 13 - line 31 see figure 1	1,2,6,7,9
A	US, A, 2 930 915 (REUTER) 29 March 1960 see column 1, line 71 - column 4, line 14; figures 1-6	1,2,4,5,8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 30 July 1993 (30.07.93)	Date of mailing of the international search report 11 August 1993 (11.08.93)	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR 93/00429

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR, E, 67 893 (GENESLAY) 25 March 1958 see page 1, right hand column, line 7 - page 2, right hand column, line 15; figure 1	1, 3, 4
A	FR, A, 2 580 440 (GILLONNIER ET AL) 17 October 1986 see page 6, line 10 - line 13 see page 9, line 22 - page 13, line 27 see figures 6, 7	1
A	US, A, 5 013 223 (KEIZO TAKAHASHI) 7 May 1991 see column 7, line 38 - line 48; figures 1, 10	6-8
A	DE, A, 2 614 973 (ANDREAS HOFER HOCHDRUCKTECHNIK) 13 October 1977 see page 4, line 1 - line 16; figure 1	10

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

FR 9300429
SA 74754

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 30/07/93

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-2603681	04-08-77	None	
US-A-4583027	15-04-86	None	
US-A-2930915		None	
FR-E-67893		None	
FR-A-2580440	17-10-86	None	
US-A-5013223	07-05-91	JP-A- 1053079	01-03-89
		JP-A- 1063671	09-03-89
		JP-C- 1737095	26-02-93
		JP-B- 4021077	08-04-92
		US-A- 5104298	14-04-92
DE-A-2614973	13-10-77	None	

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ⁷		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
CIB 5 H02K33/06		
II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée ⁸		
Systeme de classification	Symboles de classification	
CIB 5	H02K	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté ⁹		
III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS ¹⁰		
Catégorie ^o	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire, ¹² des passages pertinents ¹³	No. des revendications visées ¹⁴
Y	DE,A,2 603 681 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG) 4 Août 1977 cité dans la demande voir page 1, ligne 2 - ligne 16 voir page 4, ligne 1 - page 5, ligne 5 voir figure 1 ---	1,2,6,7, 9
Y	US,A,4 583 027 (PARKER ET AL) 15 Avril 1986 cité dans la demande voir colonne 1, ligne 62 - colonne 2, ligne 30 voir colonne 3, ligne 13 - ligne 31 voir figure 1 ---	1,2,6,7, 9
A	US,A,2 930 915 (REUTTER) 29 Mars 1960 voir colonne 1, ligne 71 - colonne 4, ligne 14; figures 1-6 ---	1,2,4,5, 8
	-/--	
<p>^o Catégories spéciales de documents cités:¹¹</p> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> <p>"T" document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
30 JUILLET 1993	11 AOUT 1993	
Administration chargée de la recherche internationale	Signature du fonctionnaire autorisé	
OFFICE EUROPEEN DES BREVETS	TIO K.H.	

III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS ¹⁴		(SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUES SUR LA DEUXIEME FEUILLE)
Catégorie °	Identification des documents cités, ¹⁶ avec indication, si nécessaire des passages pertinents ¹⁷	No. des revendications visées ¹⁸
A	FR,E,67 893 (GENESLAY) 25 Mars 1958 voir page 1, colonne de droite, ligne 7 - page 2, colonne de droite, ligne 15; figure 1 ---	1,3,4
A	FR,A,2 580 440 (GILLONNIER ET AL) 17 Octobre 1986 voir page 6, ligne 10 - ligne 13 voir page 9, ligne 22 - page 13, ligne 27 voir figures 6,7 ---	1
A	US,A,5 013 223 (KEIZO TAKAHASHI) 7 Mai 1991 voir colonne 7, ligne 38 - ligne 48; figures 1,10 ---	6-8
A	DE,A,2 614 973 (ANDREAS HOFER HOCHDRUCKTECHNIK) 13 Octobre 1977 voir page 4, ligne 1 - ligne 16; figure 1 -----	10

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE
RELATIF A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO.**

FR 9300429
SA 74754

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche internationale 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.

30/07/93

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE-A-2603681	04-08-77	Aucun	
US-A-4583027	15-04-86	Aucun	
US-A-2930915		Aucun	
FR-E-67893		Aucun	
FR-A-2580440	17-10-86	Aucun	
US-A-5013223	07-05-91	JP-A- 1053079	01-03-89
		JP-A- 1063671	09-03-89
		JP-C- 1737095	26-02-93
		JP-B- 4021077	08-04-92
		US-A- 5104298	14-04-92
DE-A-2614973	13-10-77	Aucun	

EPO FORM P0472