

ACTIONNEUR ELECTROMAGNETIQUE A DENSITE DE FORCE AMELIOREE ET APPLICATION A UN RASOIR ELECTRIQUE.

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

5 **[0001]** L'invention se rapporte, de façon générale, au domaine des actionneurs électromagnétiques à course limitée comportant des aimants permanents.

[0002] Plus particulièrement, l'invention concerne un actionneur électromagnétique comprenant au moins un ensemble statorique et une partie magnétique, l'ensemble statorique présentant N pôles de même largeur LP et au
10 moins une bobine entourant l'un desdits pôles, avec $N \geq 3$, et la partie magnétique étant mobile, relativement à l'ensemble statorique, suivant une direction de déplacement relatif et sur une course C, et comprenant N+1 zones aimantées présentant des aimantations perpendiculaires à la direction de déplacement relatif et de sens alternés, ladite direction de déplacement correspondant à la direction
15 dans laquelle sont alignés les pôles de l'ensemble statorique et les zones aimantées de la partie magnétique.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0003] Un actionneur de ce type est par exemple connu de la demande internationale de brevet WO 2009/119450.

20 **[0004]** Un tel actionneur permet de réaliser un dispositif électromécanique utilisable en positionnement contre un ressort ou en mouvement alternatif dans un système mécanique vibrant oscillant.

[0005] On connaît, dans l'état de la technique, différents dispositifs qui ont pour objet de résoudre le problème général de la linéarité de la force qu'ils exercent en
25 fonction du courant électrique d'alimentation qu'ils reçoivent, et de développer des niveaux de force qui soient suffisants pour de nombreuses applications.

[0006] Les documents EP0592647 et EP1005714, qui appartiennent à la Demanderesse, présentent des actionneurs électromagnétiques développant un effort proportionnel au courant par l'action mutuelle des champs magnétiques

créés par les aimants permanents qu'ils contiennent et de la bobine électrique d'alimentation.

[0007] Ces dispositifs électromécaniques sont particulièrement intéressants quand ils sont utilisés dans des systèmes oscillants, en association avec des organes de
5 rappel élastique, où leur caractère proportionnel et leur forte densité de force permettent de vaincre des charges importantes, de nature sèche ou visqueuse. Ces dispositifs comprennent deux parties mobiles identiques se déplaçant en opposition de phase, annulant la quantité de mouvement totale, et garantissant ainsi un équilibre optimal de l'actionneur. Ils sont particulièrement utilisés pour
10 faire vibrer des organes mécaniques en opposition comme, par exemple, les lames d'un rasoir électrique.

[0008] L'inconvénient de cette solution est que la densité de force permettant un fonctionnement satisfaisant nécessite un dimensionnement important de la structure. Lorsqu'on réduit les dimensions géométriques pour une configuration
15 compacte, et notamment l'épaisseur de la structure, on aboutit à des situations dans lesquelles la densité de force est insuffisante.

[0009] Un premier problème que l'invention vise à résoudre est celui de la réduction de l'encombrement, pour permettre la réalisation d'actionneurs très compacts sans réduction des performances.

[0010] Ces dispositifs de l'art antérieur peuvent se relever inefficaces lorsque le
20 besoin d'une miniaturisation importante de l'actionneur est formulé. Ainsi, les dispositifs des brevets EP0592647 et EP1005714 développent des facteurs de force (force par nombre d'ampère-tour) trop faibles qui rendent leur utilisation non viable dans de petits encombrements car se traduisant par des échauffements
25 trop importants. En effet, la réduction de l'encombrement conduit à une réduction du volume imparti pour la bobine électrique. Pour produire une même force, on devra ainsi dépenser une puissance électrique plus importante. Cette puissance plus importante se traduira par une consommation électrique trop importante, limitant la durée d'utilisation à batterie équivalente lorsque le système est
30 embarqué, et se traduira par une puissance Joule dissipée plus importante. Cela

peut mener à un échauffement trop important du dispositif occasionnant une gêne à l'utilisateur dans le cas d'une application portable comme un rasoir électrique, ou encore à la destruction de l'actionneur.

5 **[0011]** La demande internationale de brevet WO 2009/119450 précédemment mentionnée reprend l'utilisation de ces structures électromagnétiques en préconisant la suppression de la culasse ferromagnétique dans le but de favoriser la simplicité de construction.

10 **[0012]** Dans la structure connue de cette demande WO 2009/119450, la réduction de la partie ferromagnétique mobile rend, certes, la construction plus aisée avec moins de pièces à gérer, mais elle requiert surtout un volume d'aimant bien plus important se traduisant au final par un coût, une masse mobile et un encombrement plus élevés.

15 **[0013]** Le deuxième problème technique que l'invention vise à résoudre est de réduire le volume d'aimant nécessaire, ce qui ne s'est avéré possible que par la mise en œuvre d'une solution allant à l'encontre de l'enseignement de l'art antérieur susvisé.

SOMMAIRE DE L'INVENTION

20 **[0014]** La présente invention vise à pallier les inconvénients de l'état de la technique en réalisant un dispositif d'actionnement électromagnétique à plus forte densité de force comparé aux dispositifs de l'art antérieur.

[0015] Plus particulièrement, l'invention permet l'utilisation d'un actionneur performant dans un volume réduit, comparé aux dispositifs de l'art antérieur.

25 **[0016]** Pour ce faire, la présente invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement caractérisé en ce que ladite partie magnétique comporte en outre une culasse adjacente auxdites zones aimantées et assurant la fermeture des flux magnétiques traversant ces zones aimantées, en ce que la course C de la partie magnétique est inférieure ou égale à la largeur LP de chaque pôle de l'ensemble statorique et

en ce que l'épaisseur desdites zones aimantées, perpendiculairement à ladite direction de déplacement, est inférieure à la course C de la partie magnétique.

5 **[0017]** Dans l'acception ici utilisée, le terme "course" désigne la distance maximale séparant deux positions extrêmes occupées par la partie magnétique par rapport à l'ensemble statorique.

[0018] L'invention propose donc de modifier la structure magnétique de l'actionneur décrit par le brevet EP1005714 en augmentant son facteur de force dans un même volume, sans modification de ses caractéristiques intrinsèques que sont le volume de la bobine et sa perméance.

10 **[0019]** Il est ainsi possible de réaliser, conformément à l'invention, un actionneur dont le volume est sensiblement inférieur au volume qui serait requis par un actionneur réalisé selon l'enseignement du brevet EP1005714 pour développer une force de même niveau.

15 **[0020]** L'adjonction aux aimants d'une culasse ferromagnétique douce permet, contrairement à l'enseignement de l'art antérieur WO 2009/119450, d'augmenter sensiblement les performances de l'actionneur en rebouclant efficacement le flux magnétique et en limitant les pertes de potentiel magnétique.

20 **[0021]** La limitation de la course C à une valeur inférieure ou égale à la largeur d'un pôle appartenant à l'ensemble statorique permet de garder un ratio force par masse d'aimant optimal et de conserver une caractéristique de force quasi-linéaire sur la course.

25 **[0022]** La limitation de l'épaisseur des zones aimantées à une valeur inférieure à la course C de la partie magnétique, qui est par exemple rendue possible grâce à l'emploi d'aimants à forte énergie type NdFeB ou SmCo, permet l'obtention d'une densité de force par volume d'actionneur et par masse d'aimant supérieure à celles des structures de l'art antérieur.

[0023] Dans l'actionneur de l'invention, N est par exemple égal à 3, et cet actionneur comporte de préférence une bobine unique entourant le pôle central de l'ensemble statorique.

[0024] Lesdites zones aimantées comprennent avantageusement au moins deux zones aimantées intérieures présentant, suivant ladite direction de déplacement, une longueur LA2 égale à la distance entre les plans médians respectifs de deux pôles statoriques consécutifs, ces plans médians s'étendant perpendiculairement à ladite direction de déplacement.

[0025] Par ailleurs, lesdites zones aimantées comprennent au moins deux zones aimantées d'extrémité présentant de préférence, suivant ladite direction de déplacement, une longueur LA1 comprise entre LP et 1,2 fois LP.

[0026] Selon un premier mode de réalisation possible de l'invention, lesdites zones aimantées sont formées par des aimants indépendants et adjacents, fixés sur la culasse.

[0027] Selon un autre mode de réalisation possible, lesdites zones aimantées sont formées par un aimant unique, présentant des zones aimantées alternativement en sens opposés et des transitions d'une longueur inférieure à 0,2 fois LP. En effet, lorsque la transition magnétique entre deux zones aimantées est plus importante que ce facteur, la perte de force devient significative pour une même masse d'aimant.

[0028] Selon une variante, l'actionneur comporte deux parties magnétiques mobiles se déplaçant en sens opposés, ce qui permet de compenser la quantité de mouvement de ces deux parties.

[0029] Selon une autre variante, l'actionneur comporte trois parties magnétiques mobiles se déplaçant en sens alternés, ce qui permet de compenser la quantité de mouvement et le moment cinétique de ces trois parties.

[0030] L'ensemble statorique est avantageusement relié à chaque partie magnétique par des lames de suspension.

[0031] Selon une variante particulière, l'ensemble statorique est relié à chaque partie magnétique par des éléments de rappel élastique conçus pour rappeler cette partie magnétique vers le milieu de sa course C.

[0032] La bobine est avantageusement conçue pour être alimentée par un courant alternatif et pour produire ainsi un déplacement vibratoire de la partie magnétique par rapport à l'ensemble statorique.

5 **[0033]** Selon un mode de réalisation possible, les surfaces des pôles statoriques sont par exemple inscrites dans une enveloppe cylindrique, la ou les parties magnétiques présentant alors une forme semi-tubulaire conjuguée à ladite enveloppe cylindrique.

[0034] Par ailleurs, ladite culasse peut présenter des chanfreins à ses extrémités suivant ladite direction de déplacement.

10 **[0035]** Il peut aussi être avantageux de prévoir que chaque pôle de l'ensemble statorique présente une tête de largeur LP et un corps de largeur inférieure à LP.

15 **[0036]** Dans certaines applications, l'actionneur de l'invention peut comporter en outre un capteur magnétique et un circuit électronique d'asservissement, le capteur magnétique étant positionné en regard de la partie magnétique et étant conçu pour fournir un signal de sortie représentatif de la position absolue de cette partie magnétique, et le circuit électronique d'asservissement recevant le signal de sortie du capteur magnétique et étant conçu pour asservir la position de la partie magnétique à une position déterminée par une valeur de consigne fournie à ce circuit électronique d'asservissement.

20 **[0037]** L'invention concerne en outre l'application d'un actionneur tel que précédemment décrit à la réalisation d'un rasoir électrique comprenant une tête portant des couteaux animés d'un mouvement vibratoire, caractérisée en ce que chacun desdits couteaux est lié cinématiquement à la partie magnétique d'un tel actionneur.

25 **[0038]** L'ajout de deux aimants d'extrémité aux aimants du dispositif magnétique tel que décrit par le document EP1005714 permet de créer un facteur de force plus élevé d'un facteur 4/3 soit 33% d'augmentation de force pour un même courant, une même bobine, une même puissance électrique et un même volume d'actionneur.

[0039] En effet, pour le cas où $N=3$ et où il existe une seule et unique bobine disposée sur le pôle central de l'ensemble statorique, la valeur de la force F théorique produite par l'actionneur, égale au produit du facteur de force par le nombre d'ampère-tour de la bobine, réalisé par exemple à l'aide d'un schéma électrique équivalent, est donnée par la relation :

$$\mathbf{[0040]} \quad F = \frac{8B_r LZ}{3E} ni$$

[0041] où B_r est la rémanence de l'aimant, L son épaisseur dans la direction de son aimantation, Z sa profondeur, E l'entrefer comprenant l'aimant, et ni le nombre d'ampère-tour de la bobine.

10 **[0042]** Dans les actionneurs de l'art antérieur avec culasse cités précédemment et comprenant une seule bobine tels que décrit dans les documents EP1005714 et EP0592647, le facteur appliqué à la quantité $\frac{B_r LZ}{E} ni$ n'est pas de $8/3$ mais de 2.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

15 **[0043]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui est faite ci-après de divers exemples de réalisation détaillés, donnés à titre indicatif et nullement limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue de face d'un actionneur conforme à un premier mode de réalisation ;
- 20 - la figure 2 est une vue de trois-quarts d'un actionneur conforme à un deuxième mode de réalisation ;
- la figure 3 est une vue de face d'un actionneur conforme à une variante du premier mode de réalisation ;
- la figure 4 est un schéma de principe de fonctionnement d'un actionneur conforme à un mode de réalisation incluant une boucle d'asservissement elle-même dotée d'un capteur;
- 25 - la figure 5 est vue de face d'un actionneur conforme à un troisième mode de réalisation ;

- la figure 6 est une vue de trois-quarts d'un actionneur conforme à un quatrième mode de réalisation ;
- la figure 7 est un graphe illustrant l'évolution de paramètres importants de fonctionnement d'un actionneur conforme à l'invention, les paramètres notés L_P et $La1$ apparaissant sur ce graphe étant les mêmes que ceux dénommés LP et $LA1$ dans la présente description; et
- la figure 8 est une vue de face de l'actionneur suivant un cinquième mode de réalisation.

10 DESCRIPTION DETAILLEE DES FIGURES

[0044] La figure 1 représente, vu de face, un actionneur (1) conforme au premier mode de réalisation de l'invention. Cet actionneur comprend un ensemble statorique (2) essentiellement formé, d'une part, d'un stator (7) en matériau ferromagnétique doux ayant trois pôles (7a, 7b et 7c) s'étendant chacun suivant une direction axiale, orientée verticalement sur la figure 1 et contenue dans le plan de cette figure, et, d'autre part, d'une bobine électrique (3) enroulée autour du pôle central (7b). Les pôles (7a, 7b et 7c) ont tous une même largeur de valeur LP , cette largeur étant mesurée suivant une direction longitudinale, orientée horizontalement sur la figure 1 et contenue dans le plan de cette figure, c'est-à-dire dans la direction d'alignement de ces pôles et perpendiculairement à la direction axiale.

[0045] L'actionneur comprend par ailleurs une partie magnétique (8) disposée, parallèlement à l'ensemble statorique (2), en regard des pôles (7a, 7b et 7c) dont elle est séparée par un jeu mécanique (J). Cette partie magnétique (8) est sélectivement animée, par rapport à l'ensemble statorique (2), d'un mouvement relatif de course C et orienté suivant la direction longitudinale, c'est-à-dire horizontalement dans le plan de la figure 1.

[0046] Cette partie magnétique (8) comporte une culasse (6) faite d'un matériau ferromagnétique doux et sur laquelle sont placés quatre aimants, à savoir deux aimants d'extrémités identiques (4a et 4b) et deux aimants intérieurs identiques (5a et 5b). Les aimants d'extrémités (4a et 4b) présentent une même longueur de valeur $LA1$, cette longueur étant mesurée suivant la direction longitudinale, c'est-

à-dire horizontalement dans le plan de la figure 1. De même, les aimants intérieurs (5a et 5b) présentent une même longueur de valeur LA_2 , cette longueur étant elle aussi mesurée suivant la direction longitudinale.

5 **[0047]** Ces quatre aimants (4a, 4b, 5a et 5b) présentent une même épaisseur de valeur L , cette épaisseur étant mesurée suivant la direction axiale, c'est-à-dire verticalement dans le plan de la figure 1. L'épaisseur L des pôles est inférieure à la course C de la partie magnétique (8) et à la largeur des pôles LP . En outre, ces aimants sont tous aimantés suivant la direction axiale. La large flèche blanche sur chacun des aimants (4a, 4b, 5a et 5b) illustrés à la figure 1 indique la direction
10 axiale et le sens de l'aimantation ou de polarisation de cet aimant. Ces aimants (4a, 4b, 5a et 5b) doivent donc être aimantés de manière que deux aimants contigus aient des polarités opposées. Ainsi, sur cette figure 1, l'aimant (4a) et l'aimant (5b) ont une polarisation dirigée vers l'ensemble statorique (2), alors que les aimants (4b) et (5a) ont une polarisation dirigée à l'opposé de l'ensemble
15 statorique (2).

[0048] La course C , c'est-à-dire le débattement total de la partie magnétique (8) suivant la direction longitudinale, est limitée au maximum à la largeur LP des pôles (7a, 7b et 7c) du stator (7). Dans la position de milieu de course de la partie magnétique (8), les transitions des aimants, c'est-à-dire les frontières entre les
20 aimants (4a) et (5a), entre les aimants (5a) et (5b), et entre les aimants (5b) et (4b), s'étendent parallèlement à la direction axiale des pôles (7a, 7b et 7c), c'est-à-dire verticalement, et sont positionnées au milieu de ces pôles, c'est-à-dire à la moitié de la largeur LP . Sur la figure 1, la partie magnétique (8) est donc représentée exactement au milieu de sa course C , cette course étant au
25 maximum égale à LP .

[0049] Les aimants d'extrémités (4a et 4b) ont une longueur LA_1 au moins égale à la largeur LP des pôles (7a, 7b et 7c).

[0050] En conséquence, la longueur totale LM de la partie magnétique (8) est au moins égale à la longueur totale LT de l'ensemble statorique (2), augmentée de la
30 largeur LP d'un pôle, ce qui s'écrit : $LM \geq LT + LP$.

[0051] Pour limiter la masse totale mobile, la longueur de la culasse (6) supportant les aimants (4a, 4b, 5a et 5b) est avantageusement égale à la somme des longueurs des aimants, comme illustré à la figure 1. Pour des raisons de tenue mécanique extérieure, il peut cependant être envisagé d'augmenter la longueur

5 de cette culasse (6) afin de permettre l'accrochage mécanique d'une suspension ou d'un organe extérieur à déplacer.

[0052] La figure 2 présente un mode de réalisation de l'actionneur qui utilise deux parties magnétiques mobiles se déplaçant en opposition de phase, un tel actionneur étant par exemple utilisé pour actionner les lames d'un rasoir

10 électrique. Bien que relative à un mode de réalisation éventuellement différent de celui qu'illustre la figure 1, cette figure en perspective permet de comprendre que tous les éléments illustrés à la figure 1 s'étendent aussi en profondeur suivant une direction perpendiculaire au plan de la figure 1. L'actionneur (1) illustré à la figure 2 comprend deux parties magnétiques distinctes indépendantes (8a et 8b) qui

15 présentent chacune des aimants comme décrits plus haut. Chacun des aimants de la partie magnétique (8a) a une polarité opposée à celle de l'aimant de la partie magnétique (8b) qui lui correspond en position, de manière que, lorsqu'un flux magnétique est produit par la bobine électrique (3) unique enroulée autour du pôle central (7b) de l'ensemble statorique (2), les deux parties magnétiques (8a et

20 8b) se déplacent dans des sens opposés. De ce fait, en faisant varier le courant de manière périodique et bipolaire (positif et négatif), le mouvement des deux parties magnétiques (8a et 8b) se fait en opposition de phase. Les flèches droites rayées montrent le sens de la force et du déplacement pour un courant arbitraire circulant dans la bobine.

25 **[0053]** Dans un exemple de réalisation possible et réaliste, les différents paramètres de construction peuvent prendre les valeurs suivantes, exprimées en millimètres :

LM=22	LA1=3.6	LA2=7.4	LP=3.2	LT=18	L=1.4
J=0.25	C= 3				

[0054] Dans le but d'alléger la masse mobile, il est possible de réaliser des chanfreins (9) aux extrémités des culasses (6) de la ou des parties magnétiques (8a et 8b) comme illustré en figure 3. En effet, ces chanfreins (9) sont réalisés dans des zones qui ne sont pas utiles magnétiquement puisque le flux magnétique ne passe pas par ces extrémités. L'allégement des masses mobiles permet notamment, outre l'obtention d'un gain de matière et de coût, de diminuer, pour une fréquence donnée, la raideur nécessaire aux organes, ou éléments, de rappel élastique généralement associés à ces parties magnétiques (8a et 8b).

[0055] La figure 4 est un schéma de principe illustrant le fonctionnement d'un actionneur équipé d'une boucle d'asservissement. Dans cette boucle, un capteur de position (10), optionnellement mais préférentiellement magnétique, détecte le déplacement relatif de la partie magnétique (8) par rapport à l'ensemble statorique (2) et envoie à un circuit électronique d'asservissement (11) un signal de sortie représentatif de la position de cette partie magnétique (8). Le circuit électronique d'asservissement (11), qui est par exemple essentiellement constitué d'un microcontrôleur et qui dispose d'une valeur de consigne servant de référence instantanée ou moyenne, peut ainsi réguler le courant dans la bobine (3) de manière que la partie magnétique (8) adopte une position instantanée ou moyenne qui dépend de la valeur de consigne. De façon avantageuse mais nullement limitative, la partie magnétique (8), qui est mobile relativement à l'ensemble statorique (2), est reliée à cet ensemble statorique (2) par des lames de suspension (13) qui peuvent assurer le positionnement relatif de la partie magnétique (8) par rapport à l'ensemble statorique (2), et reliée également à un élément de rappel élastique (12).

[0056] La figure 5 illustre un troisième mode de réalisation possible de l'actionneur, dans lequel la partie magnétique effectue un mouvement rotatif et non plus une simple translation. Néanmoins, l'actionneur de la figure 5 comporte les mêmes éléments que les actionneurs déjà décrits ci-dessus, à savoir, pour $N=3$: un ensemble statorique (2) composé de trois pôles et portant une bobine (3) sur son pôle central (7c), et une partie magnétique composée d'une culasse (6) portant quatre aimants, de polarisations alternées et à direction d'aimantation unidirectionnelle, en l'occurrence radiale.

[0057] En revanche, dans ce mode de réalisation, les surfaces des pôles statoriques sont inscrites dans une enveloppe cylindrique, et la ou les parties magnétique présentent une forme semi-tubulaire conjuguée à l'enveloppe cylindrique.

5 **[0058]** La figure 6 illustre un quatrième mode de réalisation possible de l'actionneur, dans lequel cet actionneur comporte trois parties magnétiques mobiles (8a, 8b, 8c) relativement à l'ensemble statorique (2), qui est alors commun à ces trois parties magnétiques. De manière préférentielle, les deux parties magnétiques mobiles extérieures (8a, 8c) sont identiques et présentent
10 donc la même aimantation de leurs aimants d'extrémité et de leurs aimants intérieurs. Ainsi, ces parties magnétiques (8a, 8c) sont animées du même mouvement lorsqu'un courant électrique parcourt la bobine (3). La troisième partie magnétique (8b), qui est disposée entre les deux premières (8a, 8c), comprend des aimants dont la polarisation est opposée à celle des deux premières parties
15 magnétiques (8a, 8c). Ainsi, cette partie magnétique centrale (8b) se déplace en sens opposé des deux autres parties magnétiques (8a, 8c) lorsqu'un même courant circule dans la bobine (3). Les flèches droites rayées donnent un exemple du sens de la force qui s'applique sur chacune des parties magnétiques mobiles (8a, 8b, 8c) relativement à l'ensemble statorique (2), et donc du sens du
20 mouvement correspondant.

[0059] Le mode de réalisation illustré à la figure 6 présente l'avantage de permettre une compensation complète du moment cinétique total des parties magnétiques mobiles (8a, 8b, 8c). Il en résulte un confort d'utilisation accru lorsqu'il s'agit d'une application portable, par exemple, quand les parties
25 magnétiques mobiles (8a, 8b, 8c) servent à déplacer les lames d'un rasoir. Dans ce but, il est fait en sorte que la masse mobile de la partie magnétique mobile centrale (8b) soit équivalente à la masse totale des deux autres parties magnétiques mobiles (8a et 8c).

[0060] La figure 7 montre l'évolution typique de la force et du ratio force par masse d'aimant en fonction de la longueur LA1 des aimants d'extrémité. Ainsi, la courbe
30 A à trait plein et marqueurs ronds montre l'évolution du ratio de la force sur masse

d'aimant en pourcentage de la valeur maximale de référence prise pour $LA1 = 0,8$ fois LP, l'échelle correspondante figurant sur l'axe vertical de gauche. La courbe B à trait plein et marqueurs triangulaires montre l'évolution de la force avec courant en pourcentage de la valeur maximale de référence prise pour $LA1 = 1,5$ fois LP, l'échelle correspondante figurant sur l'axe vertical de droite.

[0061] Ces courbes montrent ainsi que, dans le but d'obtenir le meilleur compromis entre la force totale produite avec courant et la force optimale par masse d'aimant, la valeur de LA1 doit être choisie dans un intervalle allant de LP à 1,2 LP. Un choix différent, bien que possible, entraîne soit une utilisation non optimale de la quantité d'aimant, soit un manque de force pour un encombrement global donné de l'actionneur. Il est à noter que l'effort sans courant obtenu est faiblement modulé par la modification de la largeur LA1, et ne constitue donc pas un critère pertinent de dimensionnement.

[0062] La figure 8 illustre un cinquième mode de réalisation possible de l'actionneur, dans lequel le stator (7) présente trois pôles (7a, 7b, 7c) dont chacun présente une tête (14) et un corps de largeurs différentes. Plus précisément, alors que chaque tête (14) de pôle, qui peut venir de matière avec le corps de ce pôle ou être rapportée sur lui, présente comme indiqué précédemment une largeur LP, le corps de ce pôle présente une largeur inférieure à LP. Ce mode de réalisation alternatif peut avantageusement être utilisé notamment pour permettre d'installer une bobine (3) plus large autour du pôle central (7b).

[0063] Sur cette figure 8, la double flèche pleine horizontale montre la course maximale C que peut avoir la partie magnétique mobile (8) au-dessus de l'ensemble statorique (2).

REVENDICATIONS

1. Actionneur électromagnétique comprenant au moins un ensemble statorique (2) et une partie magnétique (8), l'ensemble statorique (2) présentant N pôles (7) de même largeur LP et au moins une bobine (3) entourant l'un desdits pôles (7b), avec $N \geq 3$, et la partie magnétique (8) étant mobile, relativement à l'ensemble statorique (2), suivant une direction de déplacement relatif et sur une course C, et comprenant N+1 zones aimantées (4, 5) présentant des aimantations perpendiculaires à la direction de déplacement relatif et de sens alternés, caractérisé en ce que ladite partie magnétique (8) comporte en outre une culasse (6) adjacente auxdites zones aimantées et assurant la fermeture des flux magnétiques traversant ces zones aimantées (4, 5), en ce que la course C de la partie magnétique (8) est inférieure ou égale à la largeur LP de chaque pôle (7) de l'ensemble statorique (2) et en ce que l'épaisseur desdites zones aimantées (4, 5), perpendiculairement à ladite direction de déplacement, est inférieure à la course C de la partie magnétique (8).
2. Actionneur selon la revendication 1 caractérisé en ce que N est égal à 3.
3. Actionneur selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que lesdites zones aimantées comprennent au moins deux zones aimantées intérieures (5a, 5b) présentant, suivant ladite direction de déplacement, une longueur LA2 égale à la distance entre les plans médians respectifs de deux pôles statoriques consécutifs (7).
4. Actionneur selon la revendication 3 caractérisé en ce que lesdites zones aimantées comprennent au moins deux zones aimantées d'extrémité (4a, 4b) présentant, suivant ladite direction de déplacement, une longueur LA1 comprise entre LP et 1,2 fois LP.

5. Actionneur selon l'une au moins des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que lesdites zones aimantées (4, 5) sont formées par des aimants indépendants et adjacents, fixés sur la culasse (6).
- 5 6. Actionneur selon l'une au moins des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que lesdites zones aimantées (4, 5) sont formées par un aimant unique, présentant des zones aimantées alternativement en sens opposés et des transitions d'une longueur inférieure à 0,2 fois LP.
- 10 7. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte deux parties magnétiques mobiles (8a, 8b) se déplaçant en sens opposés.
- 15 8. Actionneur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé en ce qu'il comporte trois parties magnétiques mobiles (8a, 8b, 8c) se déplaçant en sens alternés.
- 20 9. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte une bobine unique (3) entourant le pôle central (7b) de l'ensemble statorique (2).
- 25 10. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'ensemble statorique (2) est relié à chaque partie magnétique (8) par des lames de suspension (13).
- 30 11. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'ensemble statorique (2) est relié à chaque partie magnétique (8) par des éléments de rappel élastique (12) conçus pour rappeler cette partie magnétique vers le milieu de sa course C.
12. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la bobine (3) est conçue pour être alimentée par un

courant alternatif et produire ainsi un déplacement vibratoire de la partie magnétique (8) par rapport à l'ensemble statorique (2).

- 5 13. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que les surfaces des pôles statoriques (7) sont inscrites dans une enveloppe cylindrique et en ce que la ou les parties magnétiques (8) présentent une forme semi-tubulaire conjuguée à la dite enveloppe cylindrique.
- 10 14. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que ladite culasse (6) présente des chanfreins (9) à ses extrémités suivant ladite direction de déplacement.
- 15 15. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que chaque pôle (7) de l'ensemble statorique (2) présente une tête de largeur LP et un corps de largeur inférieure à LP.
- 20 16. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte en outre un capteur magnétique (10) et un circuit électronique d'asservissement (11), le capteur magnétique (10) étant positionné en regard de la partie magnétique (8) et conçu pour fournir un signal de sortie représentatif de la position absolue de cette partie magnétique (8), et le circuit électronique d'asservissement (11) recevant le signal de sortie du capteur magnétique (10) et étant conçu pour asservir la position de la partie magnétique (8) à une position déterminée par une valeur de consigne fournie à ce circuit électronique d'asservissement.
- 25 17. Application d'un actionneur suivant l'une quelconque des revendications précédentes à la réalisation d'un rasoir électrique comprenant une tête portant des couteaux animés d'un mouvement vibratoire, caractérisée en ce que chacun desdits couteaux est lié cinématiquement à la partie magnétique d'un tel actionneur.
- 30

1/4

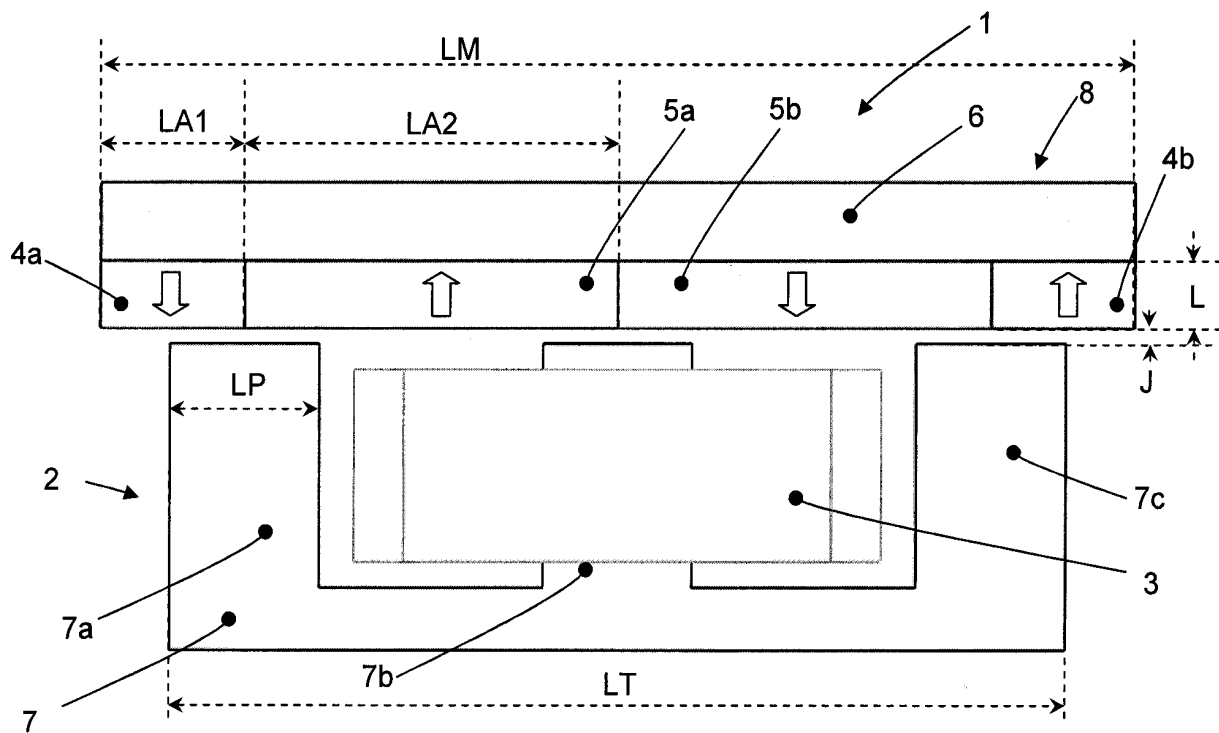


FIGURE 1

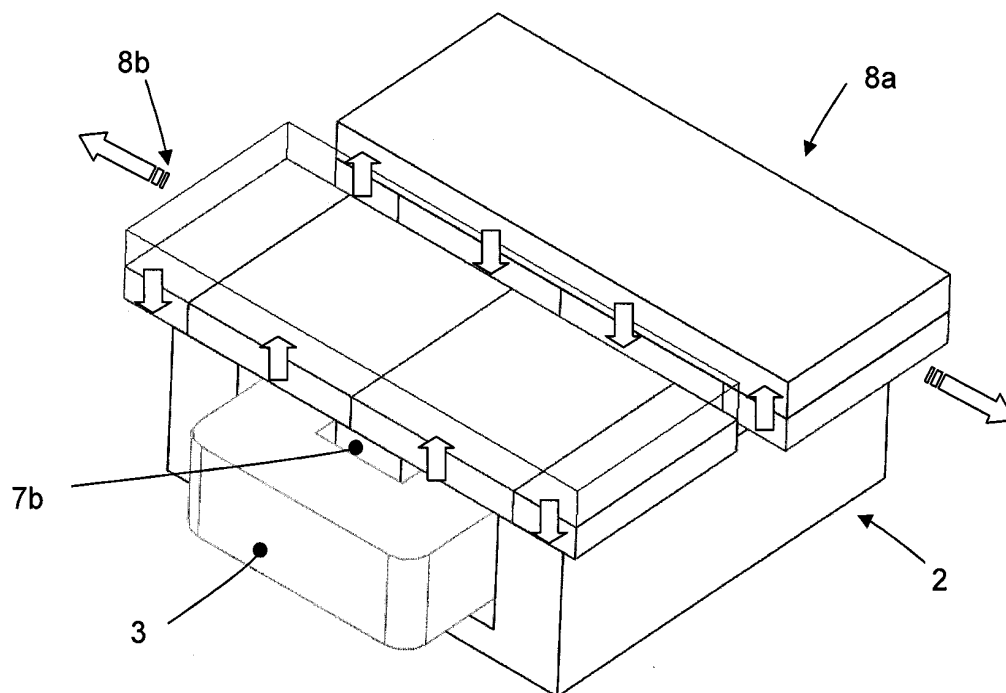


FIGURE 2

2/4

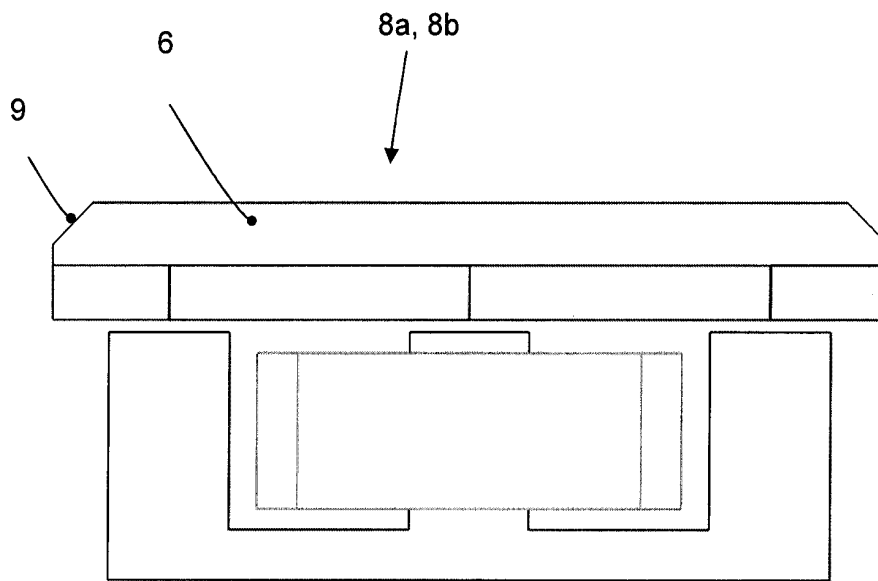


FIGURE 3

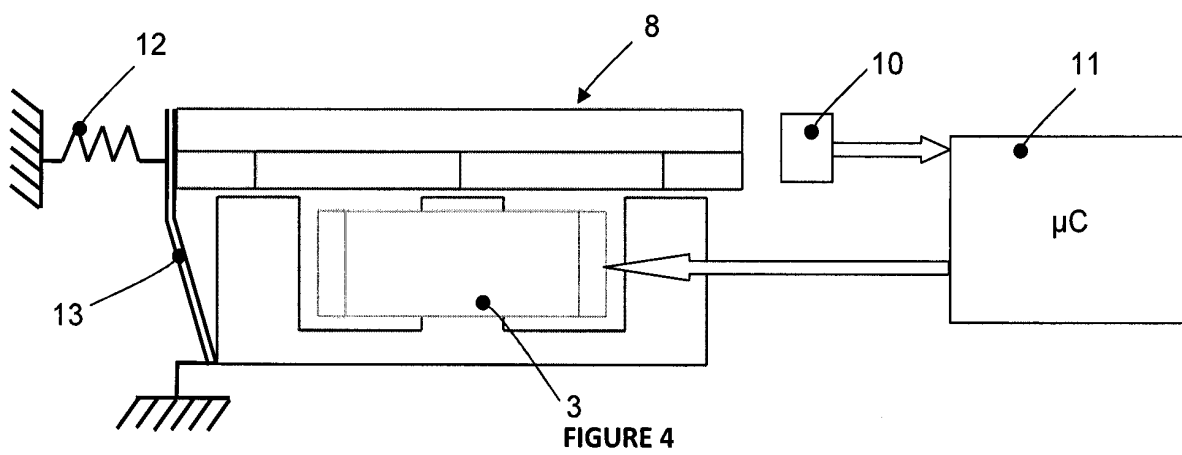


FIGURE 4

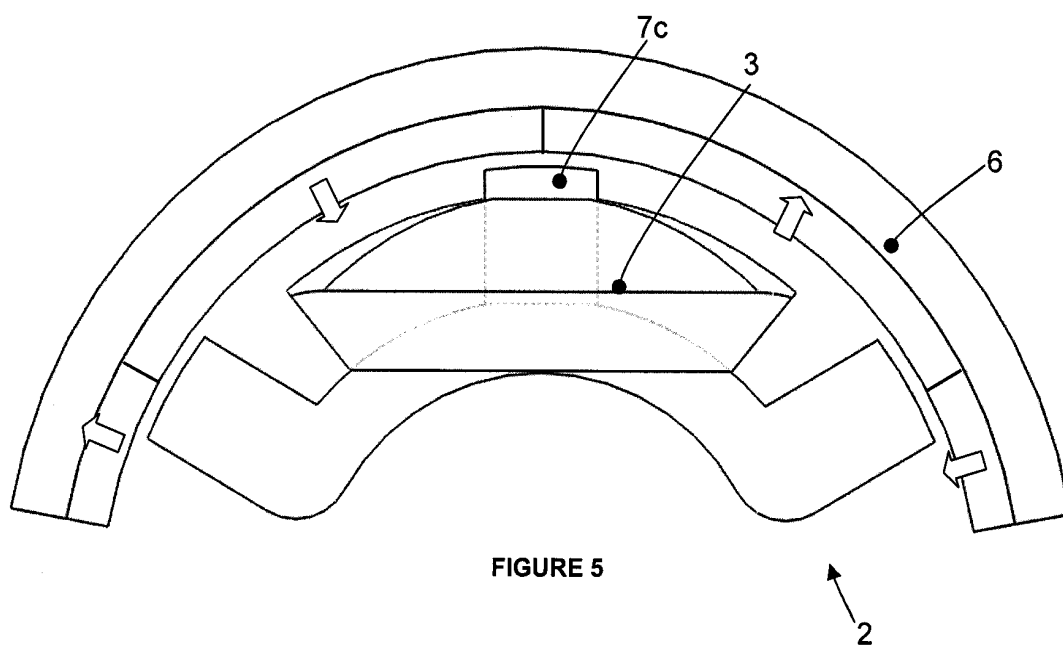


FIGURE 5

3/4

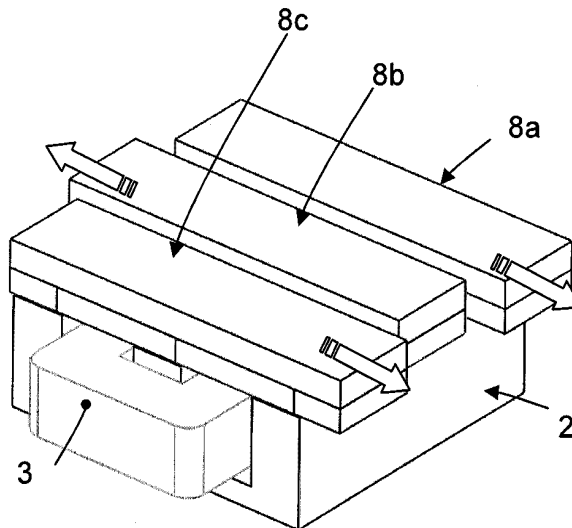


FIGURE 6

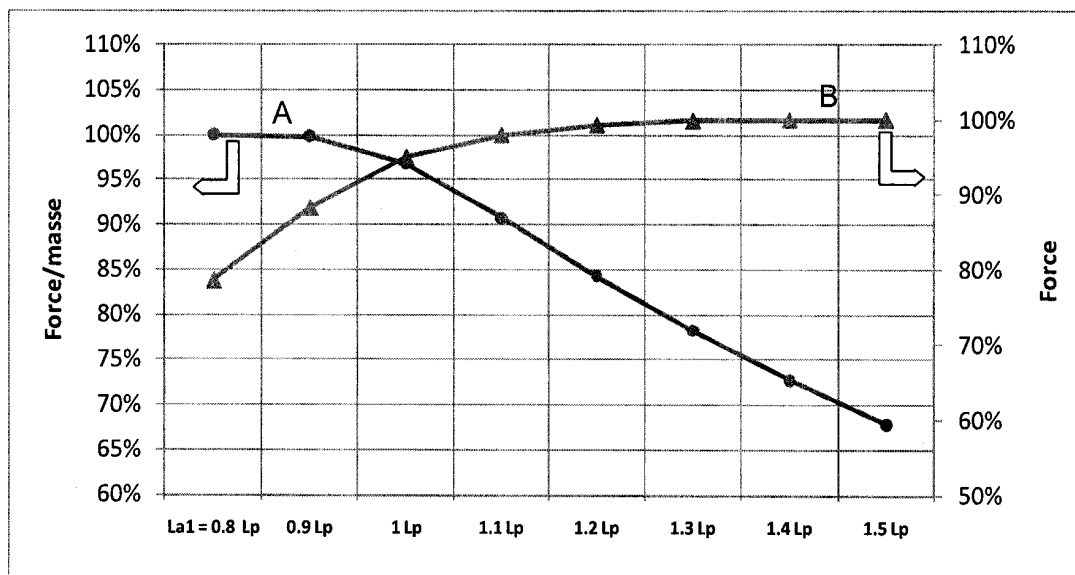
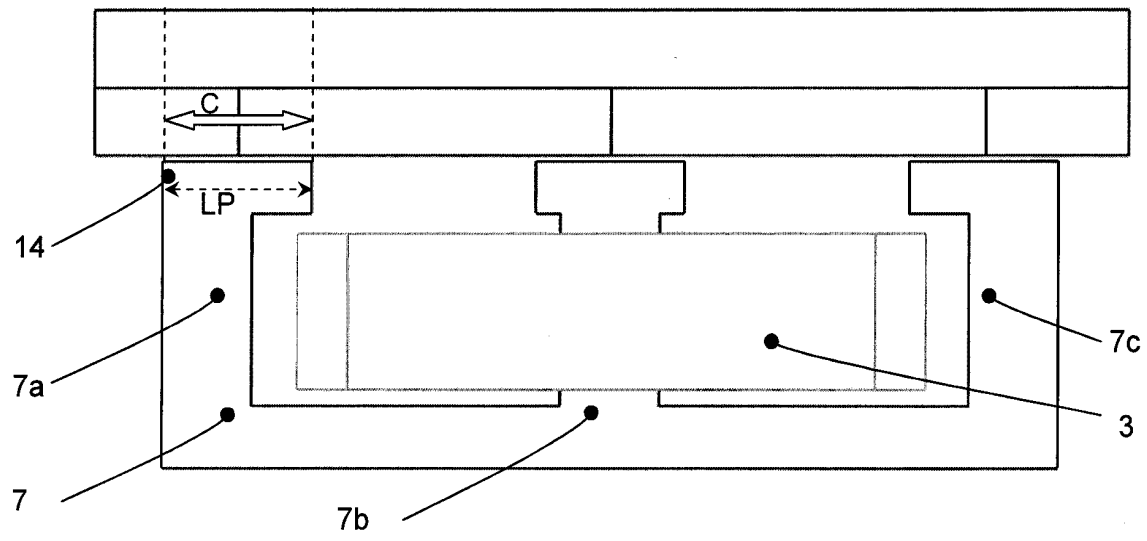


FIGURE 7





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 748225
FR 1100541

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2002/055695 A1 (TAKAHATA RYOICHI [JP] ET AL) 9 mai 2002 (2002-05-09) * page 2, alinéa 40 - page 4, alinéa 67; revendication 1; figures 1,2,3,4,5,6-8,10,11 *	1,3,5,7, 9-12,16, 17	H02K33/16 B26B19/00
X	WO 2004/028759 A1 (BRAUN GMBH [DE]; KRAUS BERNHARD [DE]; KLOES ALEXANDER [DE]) 8 avril 2004 (2004-04-08) * le document en entier *	1,3-5, 10-12,17	
X	DE 10 2005 044176 A1 (BRAUN GMBH [DE]) 29 mars 2007 (2007-03-29) * page 6, alinéa 42 - page 7, alinéa 46; figure 7 *	1,6, 10-12,17	
X	WO 2009/119450 A1 (PANASONIC ELEC WORKS CO LTD [JP]; NARITA KENJI; OTA TOMOHIRO; IZUMI TO) 1 octobre 2009 (2009-10-01) * le document en entier *	1-3,6,7, 10-12,17	
X	EP 1 005 714 A1 (SONCEBOZ S A [CH] MMT S A [CH]) 7 juin 2000 (2000-06-07) * le document en entier *	1,5,7-9, 13-15	H02K B26B
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 octobre 2011		von Rauch, Marianne	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. 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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1100541 FA 748225**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **14-10-2011**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002055695 A1	09-05-2002	JP 2002143574 A	21-05-2002
-----	-----	-----	-----
WO 2004028759 A1	08-04-2004	AT 313419 T	15-01-2006
		AU 2003258629 A1	19-04-2004
		CN 1681628 A	12-10-2005
		DE 10242091 A1	01-04-2004
		EP 1539439 A1	15-06-2005
		JP 4679902 B2	11-05-2011
		JP 2005537898 A	15-12-2005
-----	-----	-----	-----
DE 102005044176 A1	29-03-2007	AT 482799 T	15-10-2010
		CN 101262988 A	10-09-2008
		EP 1924411 A1	28-05-2008
		WO 2007033728 A1	29-03-2007
		JP 2009507585 A	26-02-2009
		US 2008209735 A1	04-09-2008
-----	-----	-----	-----
WO 2009119450 A1	01-10-2009	JP 2009240044 A	15-10-2009
-----	-----	-----	-----
EP 1005714 A1	07-06-2000	DE 69819014 D1	20-11-2003
		DE 69819014 T2	23-09-2004
		FR 2767611 A1	26-02-1999
		WO 9910969 A1	04-03-1999
		JP 4250338 B2	08-04-2009
		JP 2002519981 A	02-07-2002
		JP 4503673 B2	14-07-2010
		JP 2009060785 A	19-03-2009
		US 6249065 B1	19-06-2001
-----	-----	-----	-----