



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
25.07.2007 Bulletin 2007/30

(51) Int Cl.:
H01H 33/66 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **07100620.9**

(22) Date de dépôt: **16.01.2007**

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

(72) Inventeurs:
• **Bonjean, Marc**
30250, Villevieille (FR)
• **Leroy, Pierre**
34670, Baillargues (FR)

(30) Priorité: **20.01.2006 FR 0650208**

(74) Mandataire: **Poulin, Gérard**
Société BREVATOME
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)

(71) Demandeur: **AREVA T&D SA**
92084 Paris La Défense Cedex (FR)

(54) **Actionneur magnétique a aimant permanent a volume réduit**

(57) Il s'agit d'un actionneur magnétique comportant au moins une bobine (14) entourée par un circuit magnétique (10) possédant :
trois jambes (12.1, 12.2, 11) dont deux sont extérieures et latérales à la bobine (14) et une intermédiaire traverse la bobine, ces jambes étant sans contact mécanique direct les unes avec les autres,
ainsi que deux flasques (17, 18) en vis-à-vis reliant magnétiquement entre elles les trois jambes (12.1, 12.2,

11). Le circuit magnétique se décompose en une armature mobile (21) comportant au moins l'un des flasques (18) et en une partie fixe (200) incluant une culasse (22) englobant au moins l'autre des flasques (17) et l'aimant permanent (13), l'aimant permanent (13) étant placé à une extrémité de la jambe intermédiaire (11) du côté flasque (17) de la culasse (22).

Application notamment à la commande d'ampoule à vide de disjoncteur moyenne et haute tension

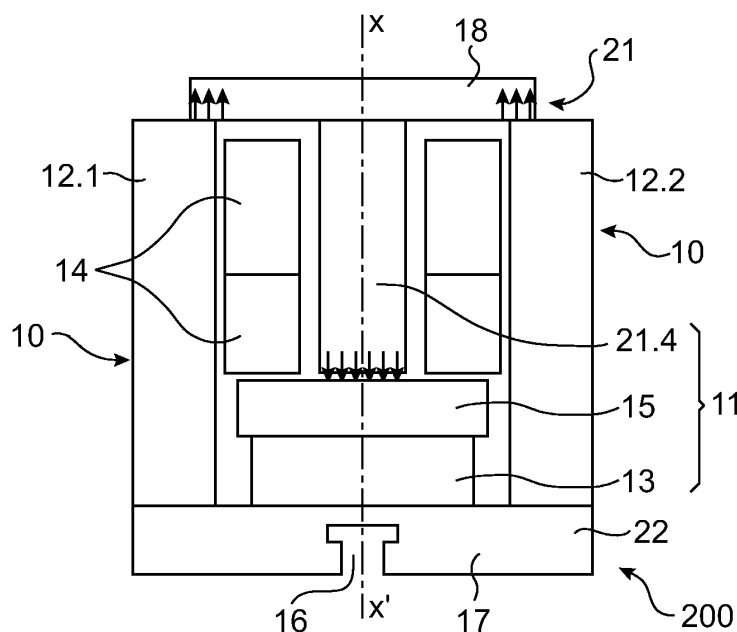


FIG. 2A

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention concerne un actionneur magnétique à aimant permanent notamment pour manoeuvrer des ampoules à vide de disjoncteurs moyenne et haute tension. Elle concerne également un mécanisme de commande de contacts d'une ou plusieurs ampoules à vide de disjoncteur qui est doté d'un tel actionneur.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0002] On connaît parmi les actionneurs magnétiques à aimant permanent, ceux dits « à géométrie plane », par exemple celui décrit dans la demande de brevet WO 96/32734 qui est illustré en coupe sur la figure 1. L'expression « géométrie plane » signifie que différentes coupes effectuées dans plusieurs plans sensiblement parallèles du circuit magnétique de l'actionneur conduisent à des sections sensiblement isométriques, elles sont superposables. Cette expression « à géométrie plane » est employée pour se différencier des actionneurs à géométrie axy-symétrique. L'inconvénient des actionneurs axy-symétriques comme celui décrit dans la demande de brevet EP-A-1 225 609 et même dans la demande de brevet FR-A-2 504 718 qui concerne un solénoïde auto-entretenu est qu'ils sont difficilement modulables de manière à disposer de gammes d'actionneurs ayant des forces portantes différentes. Les principales pièces que sont la culasse, l'armature et les aimants permanents ne peuvent être réutilisées. Les aimants sont en arc de cercle ce qui n'est pas facile à réaliser. En revanche dans les actionneurs dits « à géométrie plane », il est possible de disposer aisément d'une gamme d'actionneurs à forces portantes différentes, en réutilisant certaines pièces telles que la culasse, l'armature et l'aimant permanent. Ils garderont la même section, seule leur épaisseur variera et cette épaisseur pourra être obtenue en accolant plusieurs éléments de base.

[0003] L'actionneur de la demande de brevet WO 96/32734 est apte à manoeuvrer une ou plusieurs ampoules à vide de disjoncteur. Cet actionneur comporte un circuit magnétique 1 coopérant avec deux bobines 2 coaxiales espacées. Ce circuit magnétique prend la forme de deux E 3 disposés face à face et d'une jambe 4 entre les deux E. Chaque E possède une jambe latérale 3.4 et trois barres transversales 3.1, 3.2, 3.3 dont deux extrêmes 3.1, 3.3 et une intermédiaire 3.2, les barres transversales extrêmes 3.1, 3.3 étant plus longues que la barre transversale intermédiaire 3.2. La jambe 4 est logée en partie dans un espace délimité par les deux E et elle joint magnétiquement les deux barres transversales extrêmes 3.1, 3.3 d'un même E 3. Son déplacement se fait entre les deux barres transversales extrêmes 3.1, 3.3 d'un même E 3.

[0004] Le circuit magnétique 1 est matérialisé par une

culasse fixe 5 associée à une ou plusieurs paires d'aimants permanents 6 également fixes et une armature mobile 7. L'armature 7 correspond à la jambe 4 du circuit magnétique 1, elle s'étend selon un axe x-x'. La culasse 5 et les paires d'aimants 6 correspondent aux E. Chaque aimant 6 est logé dans une barre transversale intermédiaire 3.2 de E entre deux tronçons de culasse 5.

[0005] Une vue en coupe d'un actionneur magnétique axy-symétrique serait similaire, mais en fait, dans cette architecture, le circuit magnétique comprendrait deux cylindres concentriques placés l'un dans l'autre, le cylindre extérieur étant fermé à ses extrémités par des couvercles.

[0006] Un inconvénient de l'actionneur de la figure 1 est qu'un flux magnétique, qui s'établit dans le circuit magnétique dû notamment à la présence des aimants 6, joint l'armature 7 à la culasse 5 transversalement à l'axe x-x'. Une petite asymétrie latérale de ce flux magnétique provoque un décalage latéral et une rotation selon l'axe x-x' de l'armature 7 vers la barre intermédiaire 3.2 de l'un des E, ce qui renforce l'asymétrie latérale de flux et donc d'efforts. Ces efforts parasites transversaux génèrent des frottements qui doivent être vaincus lors de la commande du déplacement de l'armature pour la faire passer de l'une de ses positions stables à son autre position stable. Il faut prévoir des pièces de guidage de l'armature, en matériau à faible coefficient de frottement, ces pièces sont insérées entre l'armature et l'extrémité libre de la barre transversale intermédiaire des E. Ces pièces requièrent au montage un positionnement précis, ce qui est délicat.

[0007] Un autre inconvénient de cet actionneur est qu'il est encombrant et utilise beaucoup de matière pour une force portante donnée.

[0008] Encore un autre inconvénient de cet actionneur est que la course de son armature est limitée puisqu'elle se fait entre les barres transversales extrêmes d'un même E.

[0009] Dans les deux autres demandes de brevets citées, à certains moments qui dépendent de la position de l'armature, l'actionneur est également sujet à des efforts parasites radiaux et des frottements qu'il faut prendre en compte.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0010] La présente invention a pour but de proposer un actionneur magnétique à aimant permanent « à géométrie plane » ne présentant pas les limitations et difficultés ci-dessus. Ce but est atteint en proposant un actionneur dans lequel la configuration du circuit magnétique est telle que le flux magnétique entrant et le flux magnétique sortant de l'armature sont orientés selon l'axe de la jambe intermédiaire et que l'on utilise les deux flux, ce qui permet d'augmenter la force portante de l'actionneur pour une même section de la jambe intermédiaire et de l'armature. On rappelle que la force portante de l'actionneur est la force qui s'exerce sur l'armature

lors d'un mouvement de translation, elle s'exprime de manière approchée par $F = 40.B^2.A$ avec B induction de la bobine en Tesla, et A surface des entrefers entre l'armature et le reste du circuit magnétique en cm^2 . La force F s'exprime en Newton.

[0011] Plus précisément l'actionneur selon l'invention comporte au moins une bobine entourée par un circuit magnétique possédant :

trois jambes dont deux sont extérieures et latérales à la bobine et une intermédiaire traverse la bobine, ces jambes étant sans contact mécanique direct les unes avec les autres, ainsi que deux flasques en vis-à-vis reliant magnétiquement entre elles les trois jambes, caractérisé en ce que le circuit magnétique se décompose en une armature mobile comportant au moins l'un des flasques et en une partie fixe incluant une culasse englobant au moins l'autre des flasques et au moins un aimant permanent, l'aimant permanent étant placé à une extrémité de la jambe intermédiaire du côté du flasque de la culasse.

[0012] L'armature et la partie fixe ont des formes sensiblement complémentaires au niveau des trois jambes.

[0013] Il est préférable pour une bonne circulation du flux magnétique que la partie fixe comporte de plus une pièce de guidage de flux insérée dans la jambe intermédiaire entre l'aimant et l'armature.

[0014] La pièce de guidage de flux sera réalisée de préférence à base de fer.

[0015] La pièce de guidage de flux peut se décomposer en deux parties, l'une à section sensiblement constante s'étendant à l'intérieur de la bobine et l'autre à section croissante s'étendant de la bobine à l'aimant.

[0016] L'armature peut prendre la forme d'une plaque, d'un T, d'un U ou d'un E.

[0017] La culasse peut prendre la forme d'une plaque, d'un T, d'un U ou d'un E.

[0018] L'armature et/ou la culasse peuvent englober au moins partiellement la jambe intermédiaire et/ou les jambes latérales extérieures.

[0019] Dans une position fermée de l'actionneur, l'armature vient en contact mécanique contre la culasse, au moins au niveau des deux jambes latérales extérieures.

[0020] Il est possible que la culasse et/ou l'armature soient feuilletées, cela facilite la modularité de réalisation de l'actionneur.

[0021] La culasse et/ou l'armature et/ou l'aimant permanent sont formés de plusieurs pièces accolées.

[0022] Lorsque la culasse est en forme de U, elle peut être formée de deux pièces en L accolées face à face.

[0023] Lorsque l'armature est en forme de T, elle peut être formée de deux pièces en L accolées dos à dos.

[0024] Il est intéressant que le flasque de la culasse comporte une rainure à l'opposé de l'aimant, pour faciliter la fixation de l'actionneur sur un support.

[0025] L'actionneur peut être doté d'une ou plusieurs

aillettes de fixation solidaires de la culasse.

[0026] La présente invention concerne également un mécanisme de commande de contacts d'une ou plusieurs ampoules à vide de disjoncteur qui comporte un actionneur ainsi défini.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0027] La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés, à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels:

la figure 1 représente un actionneur de l'art antérieur ;

les figures 2A, 2B montrent en coupe premier exemple d'actionneur selon l'invention en position fermée et en position ouverte ;

les figures 3A à 3F montrent six nouveaux exemples d'actionneur selon l'invention ;

les figures 4A, 4B montrent un exemple de mécanisme de commande de contacts d'ampoules à vide doté d'un actionneur selon l'invention, cet actionneur étant en position fermée sur la figure 4A et ouverte sur la figure 4B ;

les figures 5A, 5B permettent de faire une comparaison des dimensions d'un actionneur de l'art antérieur et d'un actionneur selon l'invention.

[0028] Les différentes variantes doivent être comprises comme n'étant pas exclusives les unes des autres. Des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures décrites ci-après portent les mêmes références numériques de façon à faciliter le passage d'une figure à l'autre. Les différentes parties représentées sur les figures ne le sont pas nécessairement selon une échelle uniforme, pour rendre les figures plus lisibles.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0029] On va décrire maintenant un premier exemple de configuration pour l'actionneur selon l'invention.

[0030] On se réfère aux figures 2A, 2B qui montrent des coupes d'un premier exemple d'un actionneur magnétique selon l'invention dans deux positions stables. Cet actionneur est bistable. Sur la figure 2A, il est dans une position stable sous l'action des efforts de couplage magnétique, il s'agit de la position fermée. Sur la figure 2B, il est dans l'autre position stable grâce à l'action de ressorts tendant à séparer armature et culasse, développant un effort supérieur à celui provenant du couplage magnétique dans cette position, il s'agit de la position ouverte.

[0031] Par bistable, on veut dire que l'actionneur possède deux positions stables en l'absence de courant dans la bobine. On pourrait envisager que l'actionneur ne soit pas bistable. Par exemple, on pourrait prévoir de

ne maintenir la position fermée que s'il circule encore un petit courant résiduel dans la bobine. La suppression de ce courant ferait basculer le bilan des forces et provoquerait l'ouverture de l'actionneur.

[0032] L'actionneur comporte au moins une bobine 14 entourée par un circuit magnétique 10 possédant trois jambes 11, 12.1, 12.2 dont deux 12.1, 12.2 sont latérales et extérieures à la bobine 14 et une 11 est intermédiaire et traverse la bobine 14 au moins en position fermée. Il comporte deux flasques 17, 18 en vis-à-vis reliant magnétiquement les jambes 12.1, 12.2, 11 entre elles pour fermer le circuit magnétique 10 notamment lorsque l'actionneur est en position fermée. Les jambes 12.1, 12.2, 11 sont sans contact mécanique direct entre elles. Les deux jambes latérales extérieures 12.1, 12.2 sont orientées sensiblement perpendiculairement aux deux flasques 17, 18. Lorsque l'actionneur est en position ouverte stable, le circuit magnétique 10 est ouvert et trois entrefers g1, g2, g3 sont aménagés dans celui-ci, chaque jambe 12.1, 12.2, 11 coopérant avec un entrefer g1, g2, g3 respectivement. Ces entrefers g1, g2, g3 s'étendent dans la direction du mouvement de l'armature 21. La bobine 14 sert à générer une force magnétomotrice qui va renforcer ou diminuer le champ magnétique créé par l'aimant permanent 13 suivant que l'on souhaite provoquer l'ouverture ou la fermeture de l'actionneur.

[0033] Le circuit magnétique 10 est matérialisé par une partie fixe 200 comportant au moins une culasse 22, associée à au moins un aimant permanent 13, et par une partie mobile ou armature 21. La culasse 22 inclut au moins l'un des flasques 17 tandis que l'armature 21 inclut l'autre flasque 18. L'aimant permanent 13 se trouve à une extrémité de la jambe intermédiaire 11 du côté du flasque 17 de la culasse 22. L'aimant permanent 13 peut être de type terre rare par exemple à base de néodyme fer bore.

[0034] La partie mobile 21 et la partie fixe 200 ont des formes sensiblement complémentaires de manière à ce que le circuit magnétique 10 puisse être fermé, en minimisant les distances d'entrefer, au moins en position fermée de l'actionneur magnétique.

[0035] Les flèches tracées sur la figure 2A montrent le flux magnétique qui entre et qui sort de l'armature 21. Ce flux est dirigé dans la direction du déplacement de l'armature 21 mais n'a pas forcément le même sens que la force qui s'applique sur l'armature 21 et donc que le déplacement de l'armature 21. Ce flux n'a à aucun moment de composante transversale au déplacement. Cette caractéristique n'existait pas dans l'art antérieur.

[0036] Il est préférable que la partie fixe 200 comporte de plus une pièce de guidage de flux magnétique 15, insérée entre l'aimant permanent 13 et l'armature 21. Cette pièce de guidage de flux 15 est une partie de la jambe intermédiaire 11. Elle sert à concentrer le flux magnétique provenant de l'aimant 13 vers l'armature 21. Cette pièce de guidage de flux 15 contribue à délimiter l'un des entrefers g3. Cette pièce de guidage de flux 15 sera réalisée de préférence en acier, car ce matériau

possède une induction maximum dont la valeur est environ double de celle de l'aimant permanent de type terre rare. La force d'attraction ou force portante étant proportionnelle au carré de l'induction comme expliqué plus haut, on a intérêt à travailler à un niveau d'induction maximal au niveau de l'entrefer g3.

[0037] Sur l'exemple des figures 2A et 2B, l'armature 21 est en forme de T et la culasse 22 en forme de U. Le T comporte une barre principale 21.4 et une barre transversale. La barre principale 21.4 est une partie de la jambe intermédiaire 11 et la barre transversale est le flasque 18. Le U comporte deux côtés et un fond. Les côtés du U sont les jambes latérales extérieures 12.1, 12.2 et le fond du U est le flasque 17. La jambe intermédiaire 11 est formée depuis le flasque 17 de la culasse 22 : de l'aimant 13, de la pièce de guidage de flux 15 et de la barre principale 21.4 de l'armature 21. L'aimant permanent 13 est sensiblement parallélépipédique et la pièce de guidage de flux 15 également. D'autres formes seraient possibles pour la pièce de guidage de flux 15 comme illustré sur les figures 3.

[0038] Les entrefers g1 et g2 sont situés entre les extrémités libres des côtés du U de la culasse 21 et les extrémités en regard de la barre transversale 18 du T de l'armature 21. Le troisième entrefer g3 est situé entre l'extrémité libre de la barre principale 21.4 du T de l'armature 21 et la pièce de guidage de flux 15. Le couplage entre cet entrefer g3 et la bobine 14 est bon ce qui permet de réduire la puissance électrique ou mécanique nécessaire pour l'ouverture.

[0039] Lorsque l'actionneur est fermé comme sur la figure 2A, l'armature 21 est en butée contre la culasse 22, et le contact mécanique se fait préférentiellement entre le flasque 18 de l'armature 21 et les extrémités des deux côtés du U de la culasse 22 plutôt qu'entre l'armature 21 et la pièce de guidage de flux 15. On évite ainsi d'éventuels chocs au niveau de l'aimant 13 qui est fragile. De toute façon, la pièce de guidage de flux 15, si elle est présente, sert de protection pour l'aimant 13. Lorsque le contact se fait entre l'armature 21 et la culasse 22, l'entrefer g3 est aussi petit que possible. Il pourrait même être nul. Les entrefers g1 et g2 déterminent la course de l'armature 21.

[0040] La culasse 22 peut être réalisée à l'aide de plusieurs pièces accolées. Ces pièces peuvent être parallélépipédiques. Il peut s'agir dans l'exemple des figures 2A, 2B du flasque 17 et des deux jambes latérales extérieures 12.1, 12.2. Ces pièces 17, 12.1, 12.2 peuvent être massives ou feuilletées, c'est à dire formées d'un empilement de plaques. En variante, il est possible que la culasse 22 soit formée d'une paire de pièces en L mises face à face pour former le U. Ces pièces en L sont alors symétriques par rapport à un plan de symétrie xoz du T de l'armature 21. Ces pièces en L peuvent être massives ou feuilletées.

[0041] De la même manière, l'armature 21 peut être formée de plusieurs pièces parallélépipédiques accolées. Dans l'exemple il s'agit du flasque 18 et de la barre

principale 21.4 du T. Ces pièces peuvent être massives ou feuilletées. En variante, l'armature 21 peut être formée d'une paire de pièces en L mises dos à dos. Ces pièces en L sont alors symétriques par rapport au plan de symétrie. Ces pièces en L peuvent être massives ou feuilletées. L'avantage d'utiliser pour la culasse et l'armature des pièces feuilletées est que l'on peut en empiler plus ou moins pour former une gamme de plusieurs actionneurs.

[0042] En ce qui concerne l'aimant 13, il peut être formé d'un bloc ou de plusieurs accolés, ces blocs étant parallélépipédiques. Cette caractéristique ne se voit pas sur les figures 2, les pièces pourraient être à la suite les unes des autres dans le plan de la feuille. Elle est schématisée sur la figure 5B.

[0043] De la sorte plusieurs actionneurs ayant des forces portantes différentes peuvent être réalisés en ajustant l'épaisseur d'empilage des pièces en L à la fois de l'armature et de la culasse.

[0044] Il est possible de prévoir dans une partie médiane du flasque 17 de la culasse 22, une rainure 16, à l'opposé de l'aimant 13. Cette rainure 16 pourra permettre de fixer l'actionneur à un dispositif externe. On peut aussi en alternative ou en combinaison fixer une ou plusieurs ailettes 42 sur la culasse 22. Ces ailettes 42 pourront être placées au niveau des jambes latérales extérieures, en bout de l'empilement (si la culasse est feuilletée). Ces ailettes 42 assurent la rigidité de l'actionneur et permettent sa fixation. Les ailettes 42 sont visibles sur les figures 4A, 4B.

[0045] On va voir maintenant en se référant aux figures 3A à 3F d'autres variantes d'un actionneur selon l'invention.

[0046] Sur la figure 3A, la culasse 22, l'armature 21 et l'aimant 13 ont des formes similaires à celles montrées sur les figures 2A, 2B. La pièce de guidage de flux 15 a une section non constante: sa face en vis à vis de l'aimant permanent 13 est plus grande que celle face à l'armature 21 pour concentrer de manière efficace le flux magnétique vers l'armature 21. Sa section est décroissante de manière continue depuis l'aimant 13 jusqu'à l'armature 21. Les faces en vis à vis de l'armature 21 et de la pièce de guidage de flux 15 sont sensiblement égales dans la configuration décrite. Ce n'est pas une obligation.

[0047] Sur la figure 3B, l'armature 21 est en forme de plaque, ce qui correspond au flasque 18. La partie fixe 200 comporte la culasse 22 en forme de U, l'aimant permanent 13 et la partie de guidage de flux 15. La culasse 22 en forme de U est similaire à celle des figures 2A, 2B. La jambe intermédiaire 11 n'est formée que de l'aimant permanent 13 et de la pièce de guidage de flux 15. En ce qui concerne la pièce de guidage de flux 15, elle comporte deux parties 15.1, 15.2 qui se rejoignent alors qu'elles sont bout à bout, une première partie 15.1 ayant une section sensiblement constante et une seconde partie 15.2 ayant une section décroissante entre l'aimant 13 et l'armature 21. La seconde partie à section décroissante 15.2 se trouve entre l'aimant 13 et la bobine 14. Les deux

parties 15.1, 15.2 n'ont pas la même section au niveau de la jonction. La seconde partie 15.2 a une section plus grande que celle de la première partie 15.1. La seconde partie 15.2 de la pièce de guidage de flux peut ainsi servir d'appui à la bobine 14.

[0048] Les entrefers g1 et g2 sont situés entre les extrémités libres des côtés du U de la culasse 22 et le flasque 18 de l'armature 21. Le troisième entrefer g3 est situé entre l'extrémité libre de la pièce de guidage de flux 15 et le flasque 18 de l'armature 21.

[0049] Sur la figure 3C, l'armature 21 a une forme de U, elle englobe les deux jambes latérales extérieures 12.1, 12.2 et le flasque 18. La partie fixe 200 comporte la culasse 22 en forme de plaque ce qui correspond au flasque 17, l'aimant permanent 13 et la pièce de guidage de flux 15. La jambe intermédiaire 11 n'est formée que de l'aimant permanent 13 et de la pièce de guidage de flux 15. Cette pièce de guidage de flux 15 est similaire à celle de la figure 3B. Les entrefers g1 et g2 sont situés entre les extrémités libres des côtés du U de l'armature 21 et le flasque 18 de la culasse 22. Le troisième entrefer g3 est situé entre l'extrémité libre de la pièce de guidage de flux 15 et le flasque 18 de l'armature 21.

[0050] Sur la figure 3D, l'armature 21 est en forme de E, elle englobe deux tronçons extrêmes 21.1, 21.2, un tronçon intermédiaire 21.3 et le flasque 18. Chaque tronçon extrême 21.1, 21.2 est un premier tronçon d'une des jambes latérales extérieures 12.1, 12.2, le tronçon intermédiaire 21.3 est un premier tronçon de la jambe intermédiaire 11. La partie fixe 200 comporte la culasse 22 en forme de U, l'aimant permanent 13 et la pièce de guidage de flux 15. La culasse 22 englobe un second tronçon 22.1, 22.2 de chacune des jambes latérales extérieures 12.1, 12.2 et le flasque 18. La jambe intermédiaire 11 est formée, depuis le flasque 17 de la culasse 22, de l'aimant permanent 13, de la pièce de guidage de flux 15 et du tronçon intermédiaire 21.3 de l'armature 21. Cette pièce de guidage de flux 15 est similaire à celle des figures 2A, 2B mais sa longueur est moindre à cause de la présence du tronçon intermédiaire 21.3 de l'armature 21. Les entrefers g1 et g2 sont situés entre les extrémités libres des côtés du U de la culasse 22 et les extrémités des tronçons extrêmes 21.1, 21.2 de l'armature 21. Le troisième entrefer g3 est situé entre l'extrémité libre de la pièce de guidage de flux 15 et le tronçon intermédiaire 21.3 de l'armature mobile 21.

[0051] Sur la figure 3E, l'armature 21 est similaire à celle représentée sur la figure 3D. La partie fixe 200 comporte la culasse 22 en forme de E, l'aimant permanent 13 et la pièce de guidage de flux 15. La culasse 22 englobe deux tronçons extrêmes 22.1, 22.2, un tronçon intermédiaire 22.3, et le flasque 18. Chaque tronçon extrême 22.1, 22.2 est un second tronçon de l'une des jambes latérales extérieures 12.1, 12.2. Le tronçon intermédiaire 22.3 de la culasse 22 est un second tronçon de la jambe intermédiaire 11 qui comporte en outre, depuis ce second tronçon, l'aimant 13, la pièce de guidage de flux 15 et le tronçon intermédiaire 21.3 de l'armature 21. La

pièce de guidage de flux 15 est similaire à celle de la figure 3D mais sa longueur est moindre à cause de la présence du tronçon intermédiaire 22.3 de la culasse 22. Les entrefers g1 et g2 sont situés entre les extrémités des tronçons extrêmes 22.1, 22.2 de la culasse 22 et les extrémités des tronçons extrêmes 21.1, 21.2 de l'armature 21. Le troisième entrefer g3 est situé entre l'extrémité libre de la pièce de guidage de flux 15 et le tronçon intermédiaire 21.3 de l'armature 21.

[0052] Sur la figure 3F, l'armature 21 est similaire à celle représentée sur la figure 3C, elle est en forme de U. La partie fixe 200 comporte la culasse 22 en forme de T, l'aimant permanent 13 et la pièce de guidage de flux 15. La culasse 22 en T comporte une barre principale 22.4 et une barre transversale qui est le flasque 17. La barre principale 22.4 est une partie de la jambe intermédiaire 11. L'armature 21 en U comporte deux côtés et un fond. Les côtés du U forment les jambes latérales extérieures 12.1, 12.2 et le fond du U est le flasque 18.

[0053] La jambe intermédiaire 11 est formée depuis le flasque 17 de la culasse 22 : de la barre principale 22.4 de la culasse 22, de l'aimant 13 et de la pièce de guidage de flux 15. Les entrefers g1 et g2 sont situés entre la barre transversale 17 de la culasse 22 et les extrémités des jambes latérales extérieures 12.1, 12.2 de l'armature 21. Le troisième entrefer g3 est situé entre l'extrémité libre de la pièce de guidage de flux 15 et le flasque 18 l'armature 21. Une ou plusieurs bobines 14 entourent l'ensemble de la jambe intermédiaire 11.

[0054] On va maintenant s'intéresser en se référant aux figures 4A, 4B, à un mécanisme de commande dans lequel l'actionneur selon l'invention prend place. Sur la figure 4A, l'actionneur est fermé et sur la figure 4B il est ouvert.

[0055] Ce mécanisme de commande peut être utilisé pour la commande de disjoncteurs à vide moyenne et haute tension. Ces disjoncteurs comportent une ou plusieurs paires de contacts 32 placés dans une ampoule à vide 35, parmi ces contacts 32, un 32.1 est mobile et l'autre 32.2 est fixe.

[0056] Ce mécanisme de commande comporte un premier barreau 27 à relier rigidement à l'armature 21 au niveau de son flasque 18. Ce premier barreau 27 est solidaire d'une paire d'axes 28 sensiblement perpendiculaires, placés vers ses extrémités de part et d'autre de l'actionneur. Ces axes 28 sont solidaires d'autant de leviers 34 que d'ampoules à vide 35 via un second barreau 30. Ces leviers 34 sont destinés à transmettre un mouvement, dépendant du mouvement de l'armature 21, à chaque contact mobile 32.1 d'une ampoule à vide 35 du disjoncteur. Ces axes 28 servent de guides à des ressorts d'ouverture 29. Sur ce premier barreau 27 se connecte également un système de guidage extérieur 41 de type barre anti-torsion, le premier barreau 27 étant apte à pivoter latéralement autour de la barre anti-torsion 41. Le premier barreau 27 est monté sensiblement parallèlement à la barre anti-torsion 41. A cause de ce mouvement autour du système de guidage 41, le premier barreau 27

est amené à entraîner l'armature 21 en un mouvement en arc de cercle au lieu d'un véritable mouvement de translation. L'actionneur n'étant pas sujet à un flux radial, ce mouvement de l'armature 21 n'est pas un inconvénient. Des ressorts de contact 33 sont montés, chacun sur un axe 40 qui relie un levier 34 au contact mobile 32.1 du disjoncteur.

[0057] Le fonctionnement du mécanisme de commande est le suivant. On suppose que l'actionneur est en position ouverte. Les contacts 32 de chaque ampoule à vide 35 sont maintenus en position ouverte à l'aide des ressorts d'ouverture 29 qui sont en extension. Ils sont destinés à vaincre la force, due à la pression atmosphérique, s'exerçant sur les contacts 32 de l'ampoule à vide 35, cette force étant supérieure à la force magnétique exercée entre l'armature 21 et la culasse 22. Pour obtenir la fermeture de l'actionneur et donc la fermeture des contacts 32 des ampoules à vide 35, un courant est injecté dans la bobine 14. Ce courant peut provenir de la décharge d'un condensateur (non représenté) monté aux bornes de la bobine 14. Ce courant renforce le champ magnétique créé dans les entrefers g1, g2, g3 par l'aimant permanent 13. La force d'attraction qui s'applique sur l'armature 21 augmente et devient supérieure aux forces mécaniques qui s'opposent au mouvement de l'armature 21. L'armature 21 commence à se déplacer entraînant les contacts mobiles 32.1 des ampoules à vide 35. La force d'attraction de l'armature 21 vers la pièce de guidage de flux 15 suit une loi complexe qui dépend de la longueur des entrefers g1, g2 qui définissent la course de l'armature 21 et de l'amplitude du courant circulant dans la bobine 14. La force qui s'oppose au déplacement de l'armature 21 varie durant la course de l'actionneur notamment lors du toucher des contacts 32 des ampoules à vide 35. Des moyens de calcul modernes permettent de simuler complètement le comportement du système et de l'optimiser.

[0058] L'actionneur et les contacts 32 des ampoules à vide 35 sont maintenus fermés par la force magnétique exercée par l'armature 21, elle provient du champ magnétique créé par l'aimant permanent (non visible sur les figures 4) dans l'entrefer g3 minimum. Il n'y a plus besoin de circulation de courant dans la bobine 14. A ce stade, les ressorts de contact 33 et les ressorts d'ouverture 29 sont comprimés.

[0059] L'ouverture de l'actionneur et donc des contacts 32 des ampoules à vide 35 est initiée par une circulation de courant dans la bobine 14. Cette circulation de courant se fait en sens inverse que lors de la fermeture de l'actionneur, elle crée un champ magnétique qui s'oppose au champ magnétique de l'aimant. Cette circulation de courant provient de la décharge du condensateur associé avec un inverseur de polarité, ou de la décharge d'un autre condensateur (non représenté) ou même du réseau électrique, car l'énergie requise est faible.

[0060] Lorsqu'il y a plusieurs bobines 14, l'une peut servir pour l'ouverture de l'actionneur et l'autre pour sa fermeture. S'il n'y en a qu'une, elle devra être parcourue

par un courant dans un sens ou dans l'autre selon que l'on souhaite l'ouverture ou la fermeture de l'actionneur. Sur les figures 3A à 3D, on a représenté deux bobines et sur les figures 3E et 3F il n'y en a qu'une.

[0061] La force magnétique portante diminue et devient inférieure aux forces mécaniques appliquées sur l'armature 21 via les axes 28 et le premier barreau 27. L'armature 21 s'accélère sous l'action des ressorts de contact 33 et d'ouverture 29 qui se décompriment. La séparation des contacts 32 des ampoules à vide 35 doit se faire avec une vitesse suffisante de manière à couper un éventuel arc électrique qui pourrait se produire. Contrairement à d'autres architectures de l'art antérieur, l'actionneur ne fournit pratiquement pas d'énergie lors de l'ouverture et les ressorts doivent être dimensionnés en conséquence.

[0062] Le guidage de l'armature 21 se fait à l'aide de la barre anti-torsion 41 et des leviers 34 qui transmettent le mouvement aux contacts mobiles 32.1 des ampoules à vide 35.

[0063] Il est possible de se passer du courant dans la bobine 14 pour obtenir l'ouverture en appliquant un effort mécanique externe sur le premier barreau 27 ou sur une pièce (non représentée) rigidement liée à l'armature mobile 21, cet effort étant suffisant pour s'opposer à la force magnétique qui s'applique sur l'armature 21. La vitesse de séparation des contacts des ampoules à vide est la même lors d'une manoeuvre électrique et d'une manoeuvre manuelle de secours. La bobine n'apporte pas d'énergie mais des ressorts d'ouverture dimensionnés en conséquence doivent être prévus.

[0064] Les figures 5A, 5B permettent de faire une comparaison dimensionnelle entre deux actionneurs magnétiques, l'un étant conforme à celui décrit dans la demande de brevet WO 96/32734 (figure 5A) et l'autre étant conforme à l'invention (figure 5B). L'actionneur de la figure 5A possède une force portante de 20 000N et celui de la figure 5B une force portante de 22 000N. Les dimensions hors tout de l'actionneur de la figure 5A sont L = 166mm, H = 221mm, P = 400mm, tandis que celles de l'actionneur de la figure 5B sont L = 197mm, H = 205mm, P = 220mm. L'encombrement moindre de l'actionneur selon l'invention n'est pas contestable.

[0065] On a vu que l'architecture de l'actionneur qui prend en compte les flux entrant et sortant de l'armature 21 permet de doubler la force portante pour une section identique de la jambe intermédiaire. La quantité de matière utilisée grâce à cette architecture est réduite par rapport à celle utilisée dans l'architecture décrite dans la demande de brevet WO 96/32734. Un tel actionneur aura un bilan favorable en termes environnemental. La section de la culasse est d'environ 130% de celle de la jambe intermédiaire car le flux qui traverse la culasse est le même que celui qui traverse la jambe intermédiaire. Pour le même nombre de tours et la même résistance, la section de la bobine peut être réduite par rapport à celle de la demande de brevet WO 96/32734 car la longueur d'une spire de la bobine est proportionnelle au

périmètre de la section de la jambe intermédiaire. La caractéristique force-position de l'actionneur selon l'invention le rend particulièrement bien adapté pour la commande de disjoncteurs à vide.

[0066] Les inconvénients liés aux efforts parasites pouvant s'appliquer sur l'armature n'existent pas dans la structure de l'actionneur selon l'invention. Les pièces de guidage à faible coefficient de frottement difficiles à installer sont superflues. L'actionneur est beaucoup moins sujet à des efforts magnétiques parasites en cas de défaut de positionnement de l'armature. La course de l'armature peut facilement être ajustée, la culasse ne limite pas cette course comme dans l'actionneur de la demande de brevet WO 96/32734.

[0067] Un avantage appréciable de l'actionneur selon l'invention par rapport à celui décrit dans la demande de brevet EP-A-1 225 609 est que plusieurs actionneurs ayant des forces portantes différents peuvent être aisément obtenus en utilisant plus ou moins de pièces pour construire la culasse, l'armature, et l'aimant. Ces pièces sont de forme simples, il n'y a pas de pièces en forme d'arc de cercle comme on en retrouve dans la demande de brevet EP-A-1 225 609. L'assemblage de ces pièces est simple. L'entrefer g3 entre l'armature 21 et la pièce de guidage de flux 15 est facilement maîtrisable car la chaîne de côtes comporte moins d'éléments que dans la configuration de la demande de brevet EP-A-1 225 609. Aucun ajustement n'est nécessaire, ce qui n'était pas le cas antérieurement où des filetages d'ajustement étaient utilisés.

[0068] Bien que plusieurs modes de réalisation de la présente invention aient été représentés et décrits de façon détaillée, on comprendra que différents changements et modifications puissent être apportés sans sortir du cadre de l'invention.

Revendications

1. Actionneur magnétique comportant au moins une bobine (14) entourée par un circuit magnétique (10) possédant :

trois jambes (12.1, 12.2, 11) dont deux sont extérieures et latérales à la bobine (14) et une intermédiaire traverse la bobine, ces jambes étant sans contact mécanique direct les unes avec les autres,

ainsi que deux flasques (17, 18) en vis-à-vis reliant magnétiquement entre elles les trois jambes (12.1, 12.2, 11), **caractérisé en ce que** le circuit magnétique se décompose en une armature mobile (21) comportant au moins l'un des flasques (18) et en une partie fixe (200) incluant une culasse (22) englobant au moins l'autre des flasques (17) et au moins un aimant permanent (13), l'aimant permanent (13) étant placé à une extrémité de la jambe intermédiaire (11) du côté

- du flasque (17) de la culasse (22), un flux magnétique s'établissant entre l'armature (21) et la partie fixe (200), ce flux magnétique étant dirigé dans la direction de déplacement de l'armature (21).
2. Actionneur magnétique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'armature (21) et la partie fixe (200) ont des formes sensiblement complémentaires au niveau des trois jambes (12.1, 12.2, 11). 5
 3. Actionneur magnétique selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la partie fixe (200) comporte de plus une pièce de guidage de flux (15) insérée dans la jambe intermédiaire (11) entre l'aimant (13) et l'armature (21). 10
 4. Actionneur magnétique selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la pièce de guidage de flux (15) est réalisée à base de fer. 15
 5. Actionneur magnétique selon l'une des revendications 3 ou 4, **caractérisé en ce que** la pièce de guidage de flux (15) se décompose en deux parties (15.1, 15.2), l'une (15.1) à section sensiblement constante s'étendant à l'intérieur de la bobine (14) et l'autre (15.) à section croissante s'étendant de la bobine (14) à l'aimant (13). 20
 6. Actionneur magnétique selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'armature (21) est en forme de plaque, de T, de U ou de E. 25
 7. Actionneur magnétique selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la culasse (22) est en forme de plaque, de T, de U ou de E. 30
 8. Actionneur magnétique selon l'une des revendications 6 ou 7, **caractérisé en ce que** l'armature (21) et/ou la culasse (22) englobent, au moins partiellement, la jambe intermédiaire (11) et/ou les jambes (12.1, 12.2) latérales extérieures. 35
 9. Actionneur magnétique selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que**, dans une position fermée de l'actionneur, l'armature (21) vient en contact mécanique contre la culasse (22), au moins au niveau des deux jambes (12.1, 12.2) latérales extérieures. 40
 10. Actionneur magnétique selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** la culasse (22) et/ou l'armature (21) sont feuilletées. 45
 11. Actionneur magnétique selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** la culasse (22) et/ou l'armature (21) et/ou l'aimant permanent (13) sont formées de plusieurs pièces accolées. 50
 12. Actionneur magnétique selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la culasse (22), lorsqu'elle est en forme de U, est formée de deux pièces en L accolées face à face. 55
 13. Actionneur magnétique selon l'une des revendications 11 ou 12, **caractérisé en ce que** l'armature (21), lorsqu'elle est en forme de T, est formée de deux pièces en L accolées dos à dos.
 14. Actionneur magnétique selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** le flasque (17) de la culasse (22) comporte une rainure (16) à l'opposé de l'aimant (13).
 15. Actionneur magnétique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est pourvu d'une ou plusieurs ailettes (42) de fixation solitaires de la culasse (22).
 16. Mécanisme de commande de contacts (32) d'une ou plusieurs ampoules à vide (35) de disjoncteur, **caractérisé en ce qu'il** comporte un actionneur selon l'une des revendications précédentes.

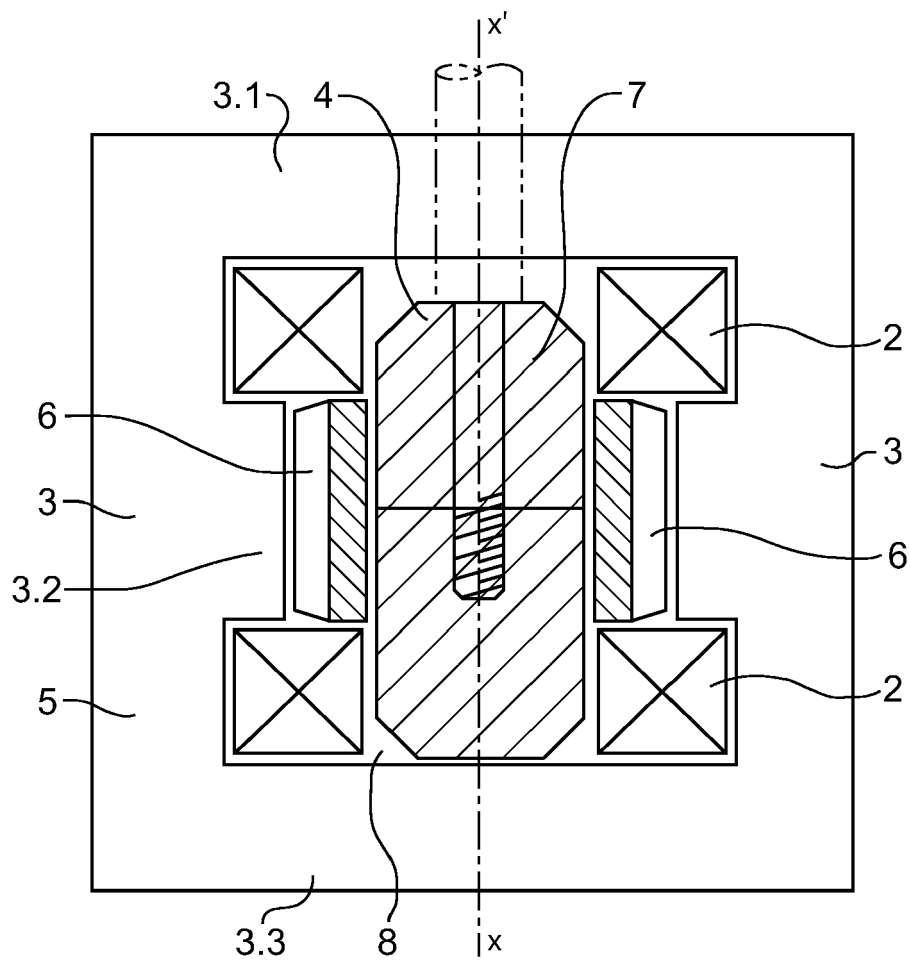


FIG. 1

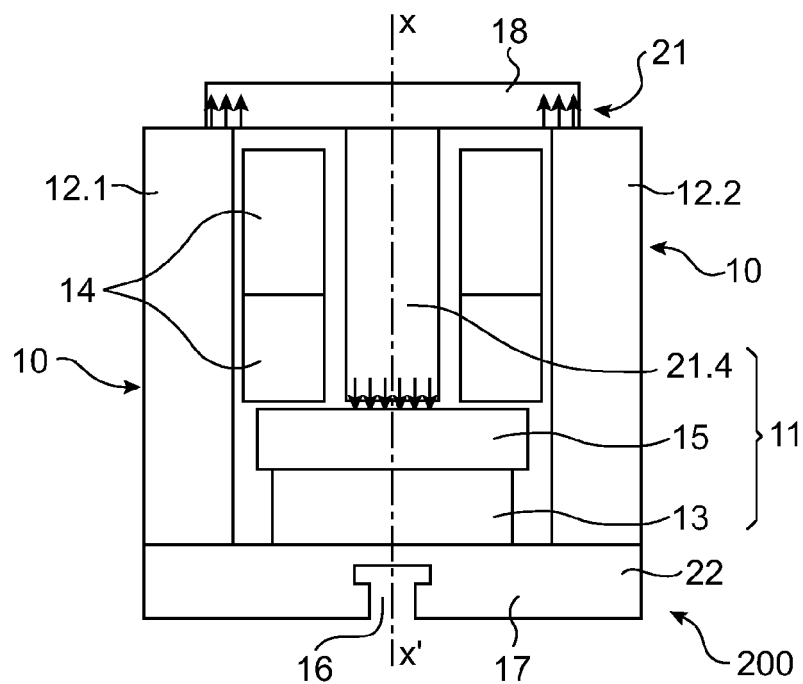


FIG. 2A

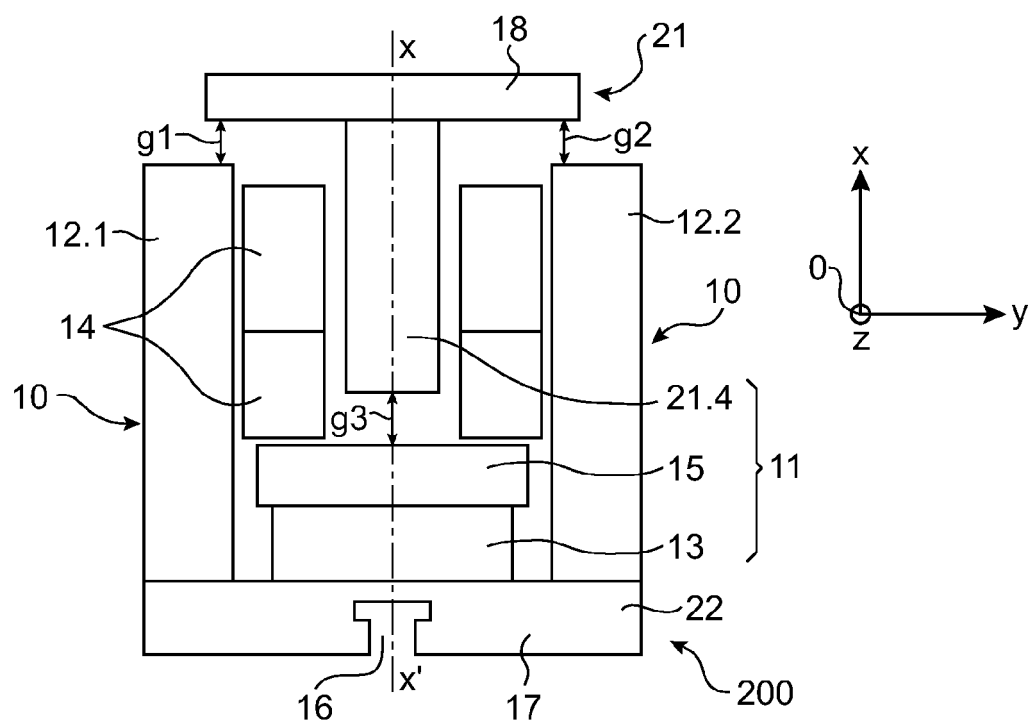


FIG. 2B

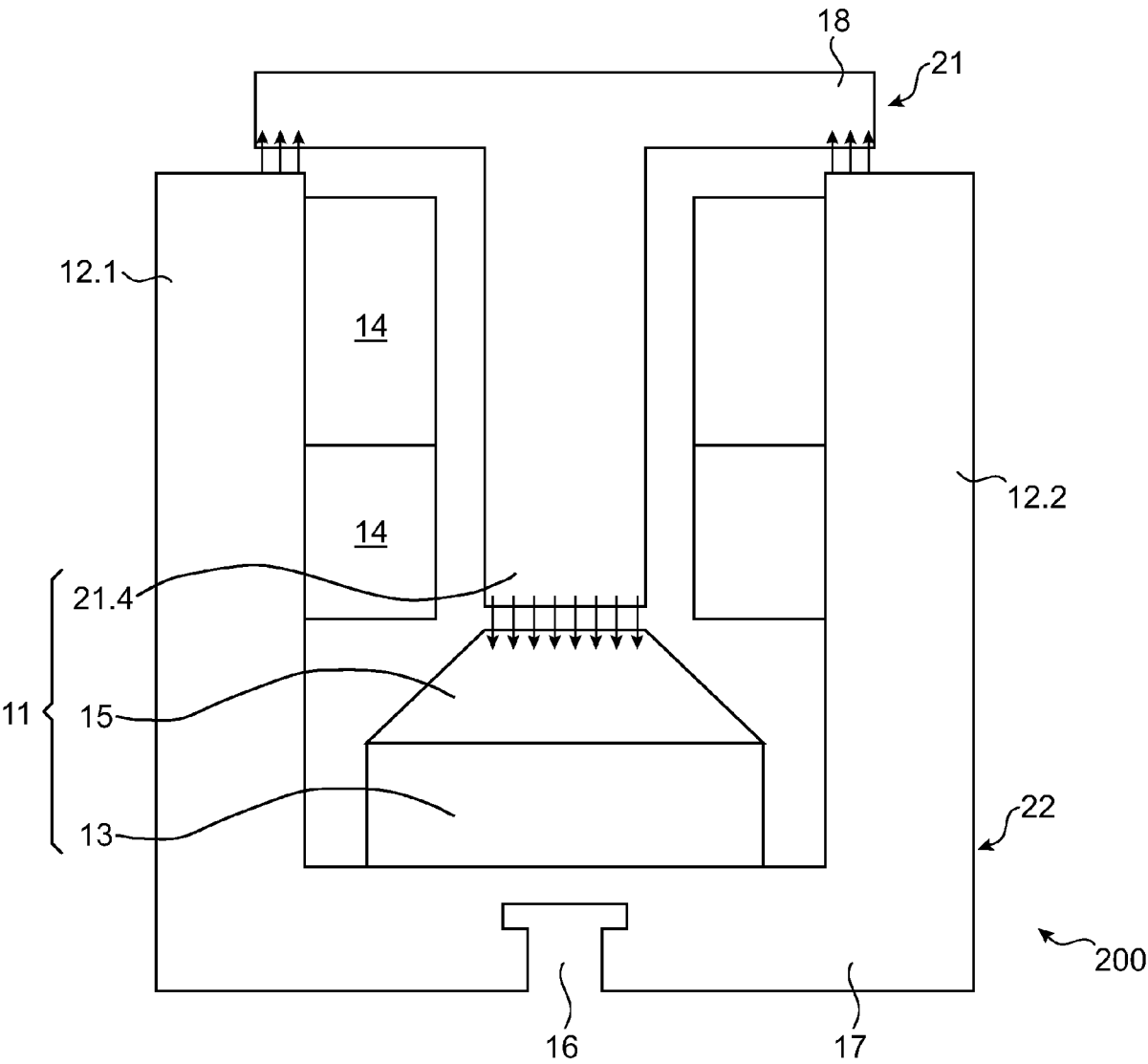


FIG. 3A

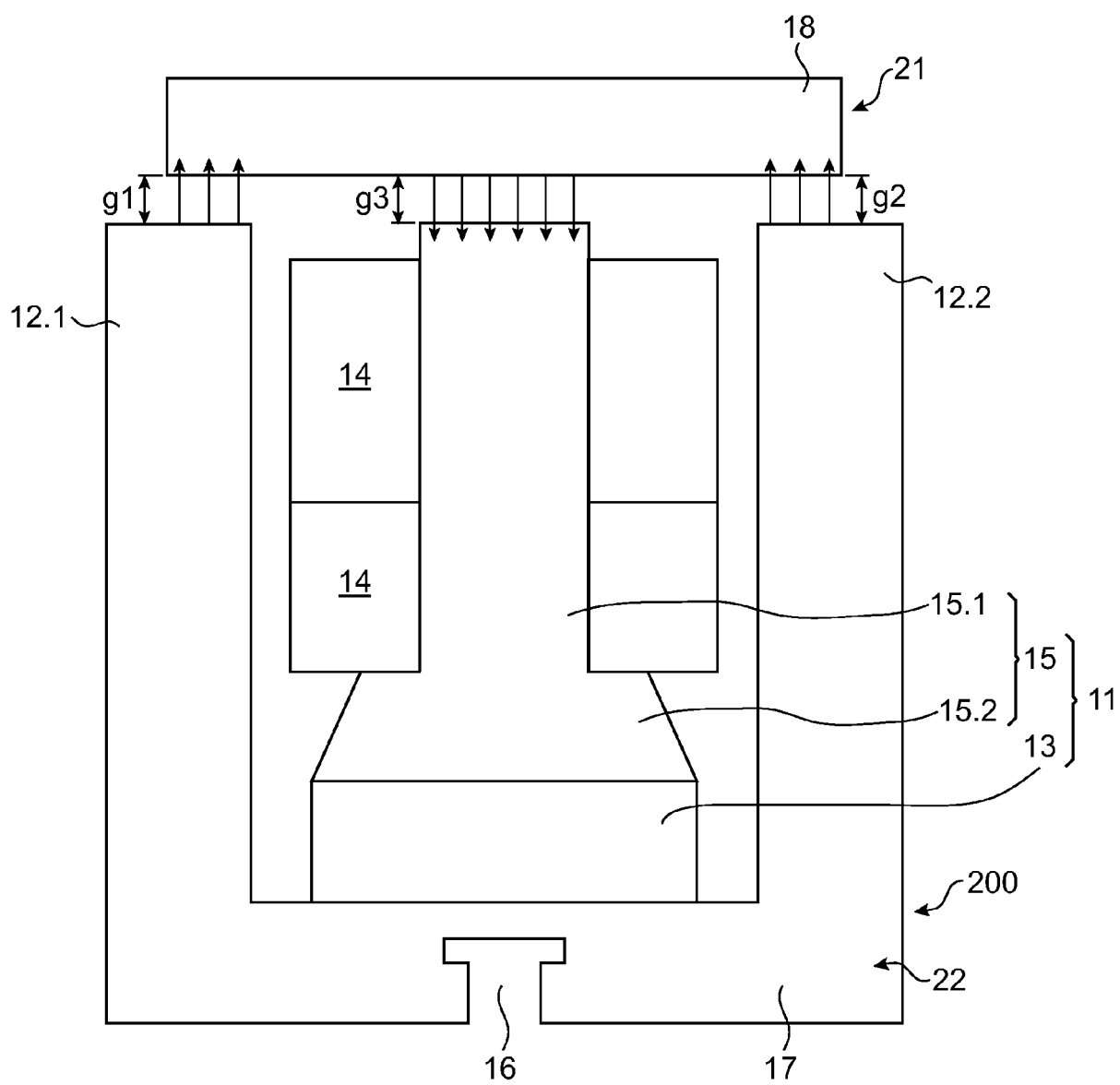


FIG. 3B

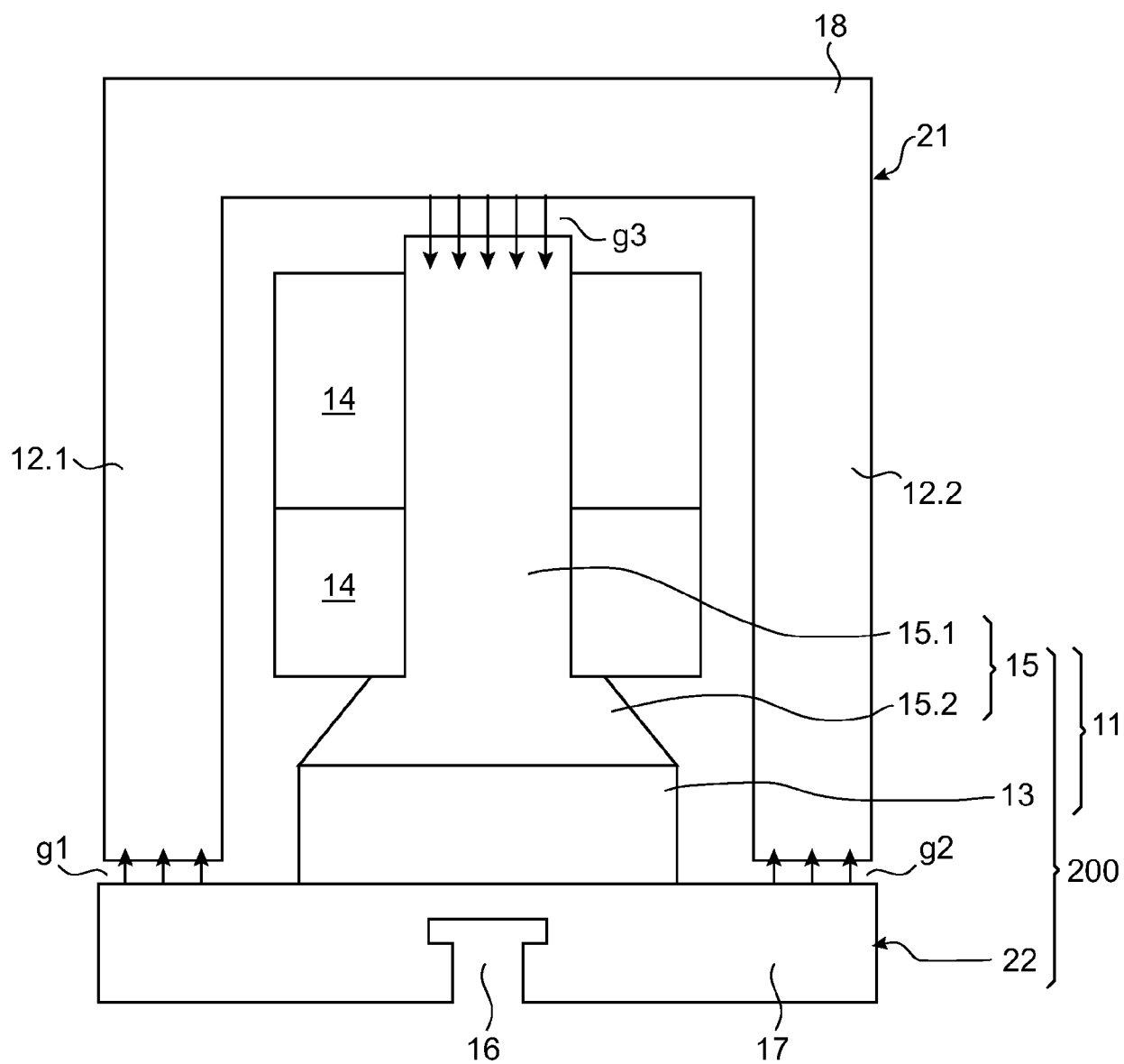


FIG. 3C

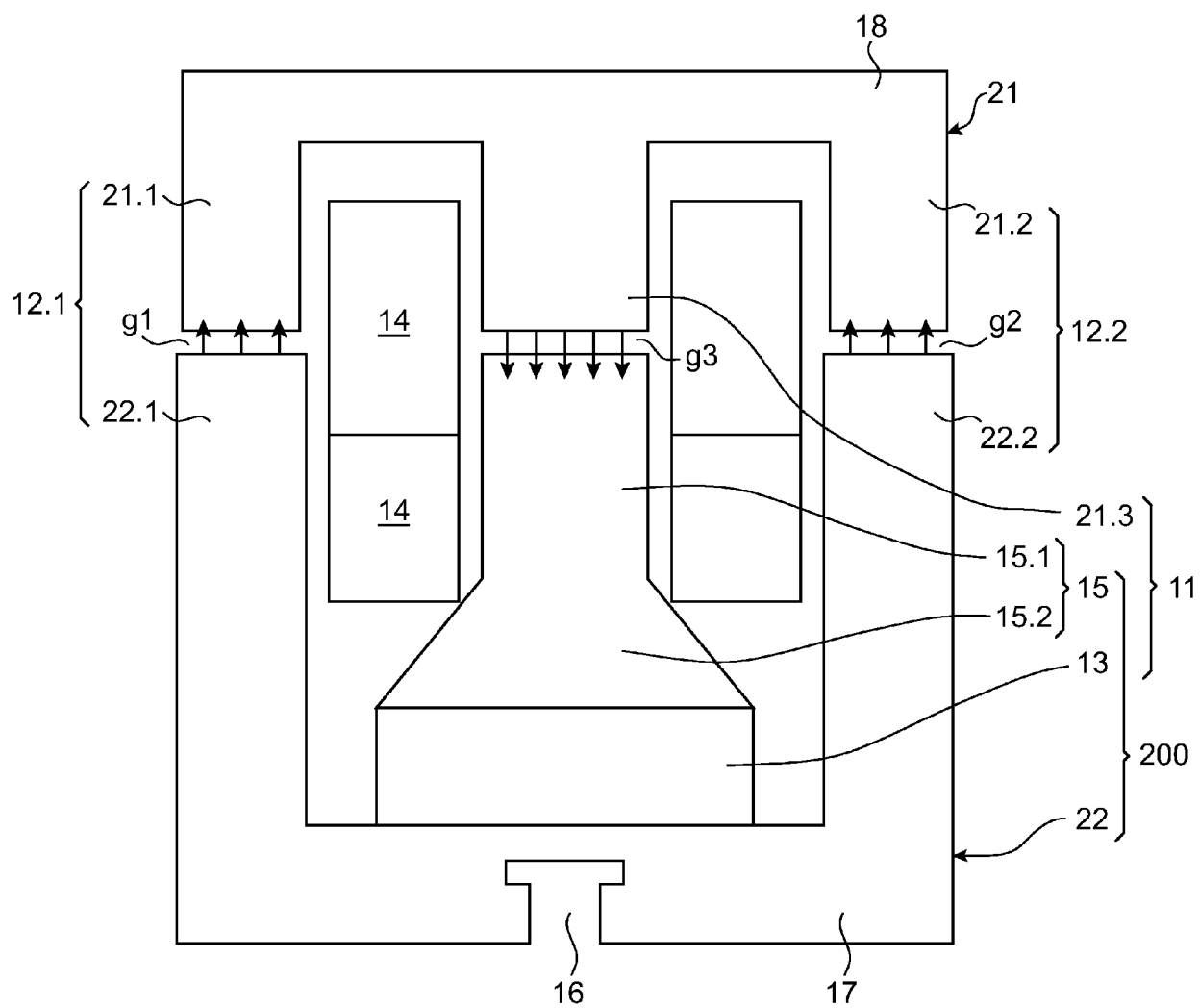


FIG. 3D

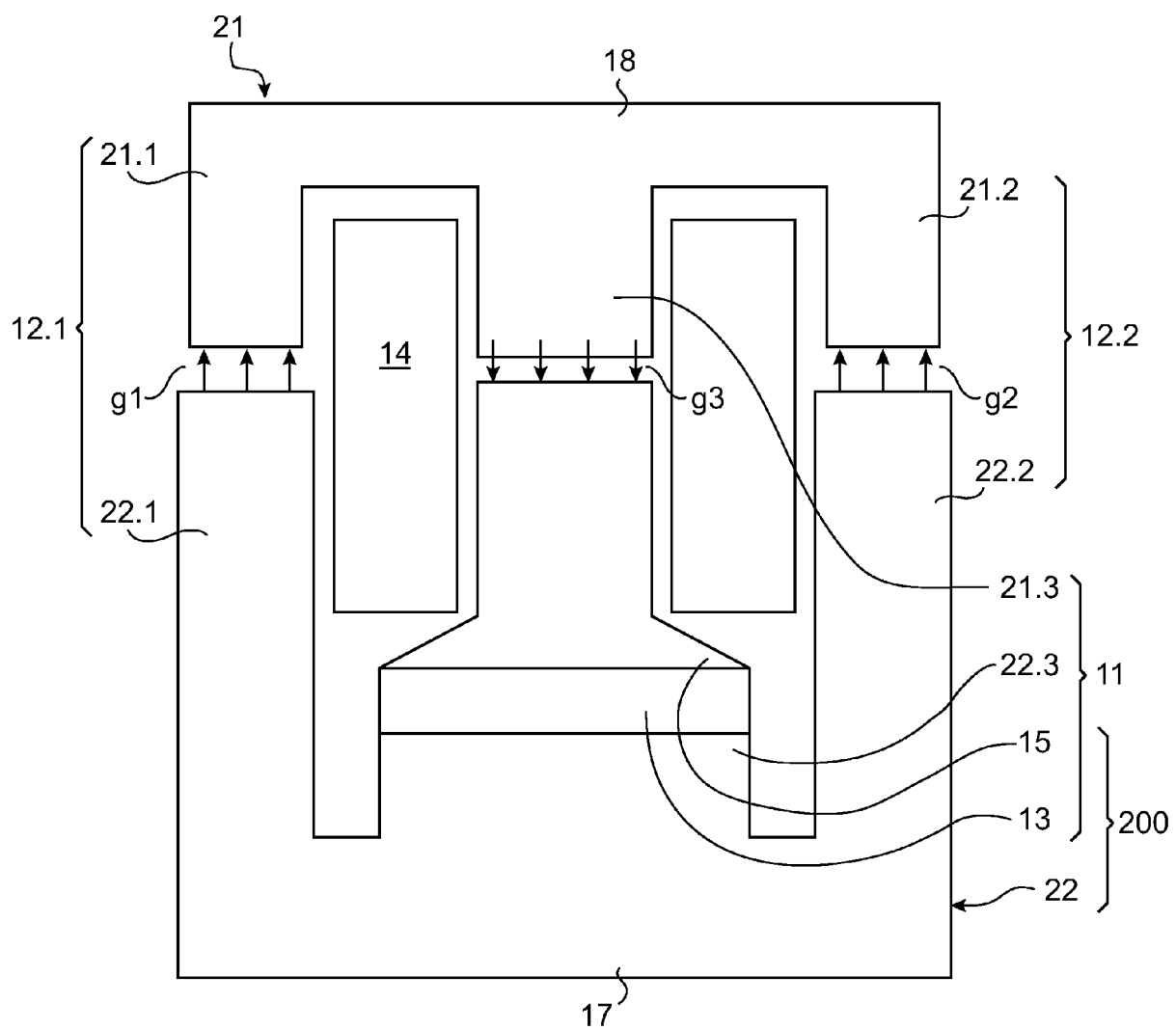


FIG. 3E

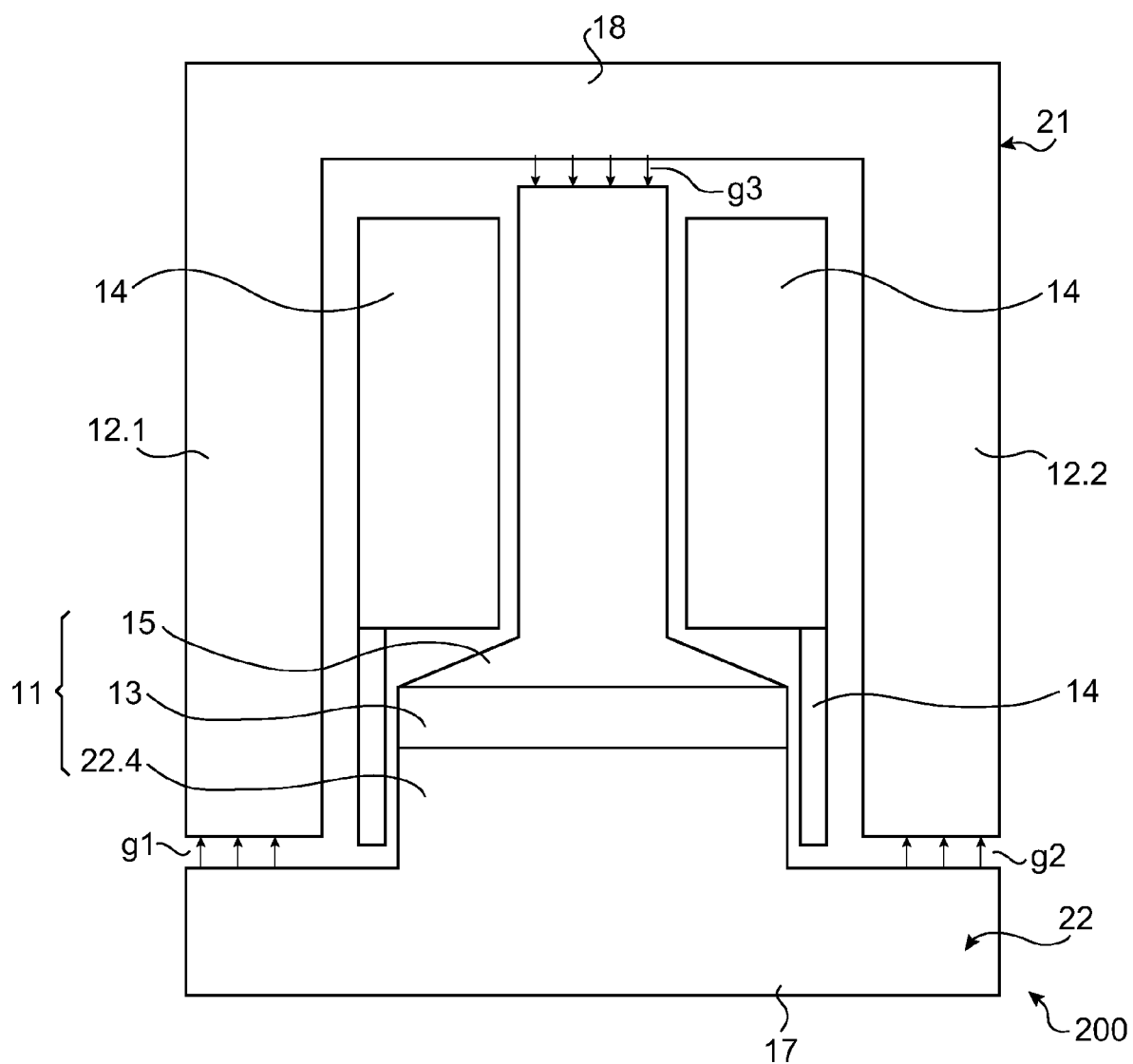


FIG. 3F

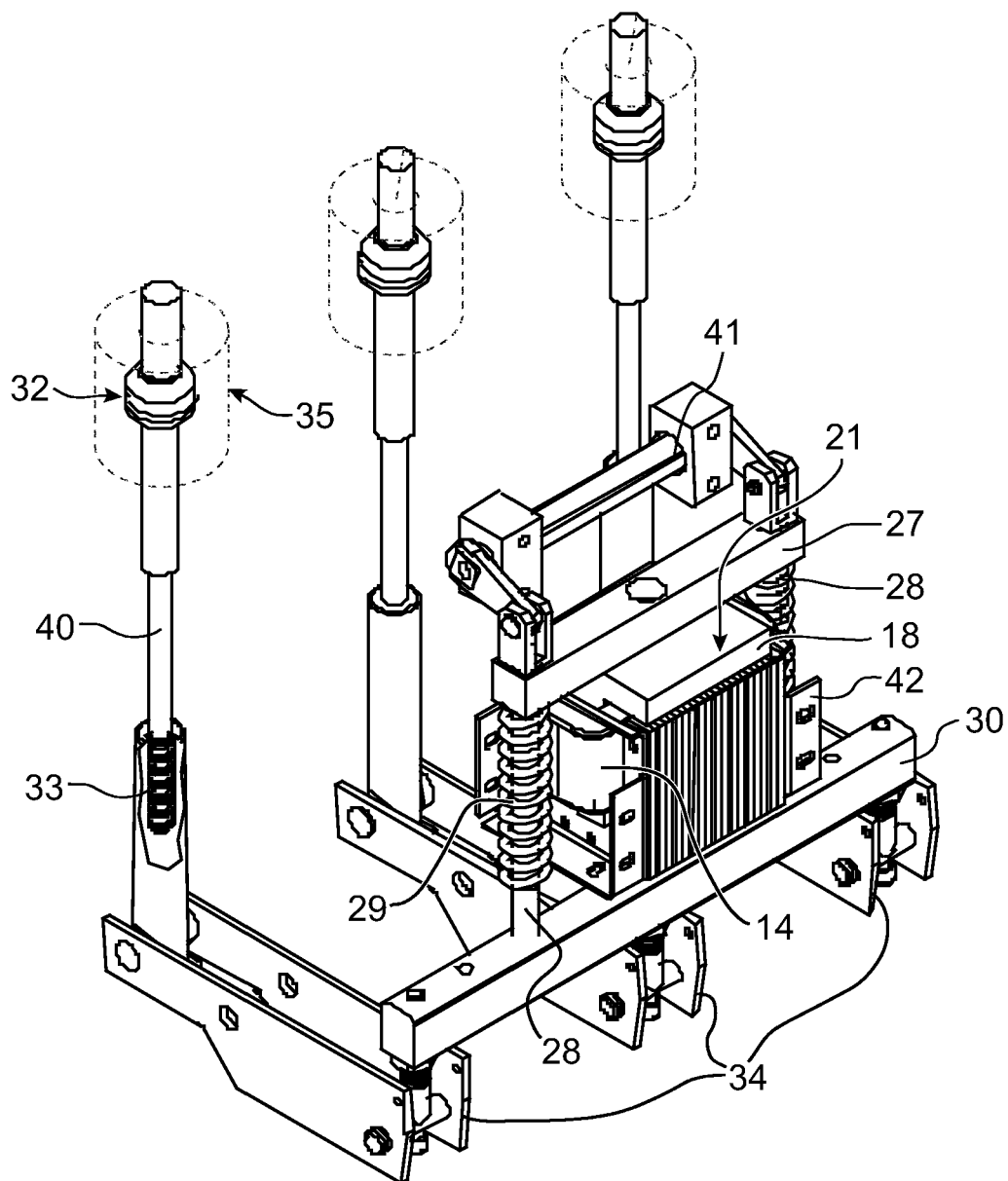


FIG. 4A

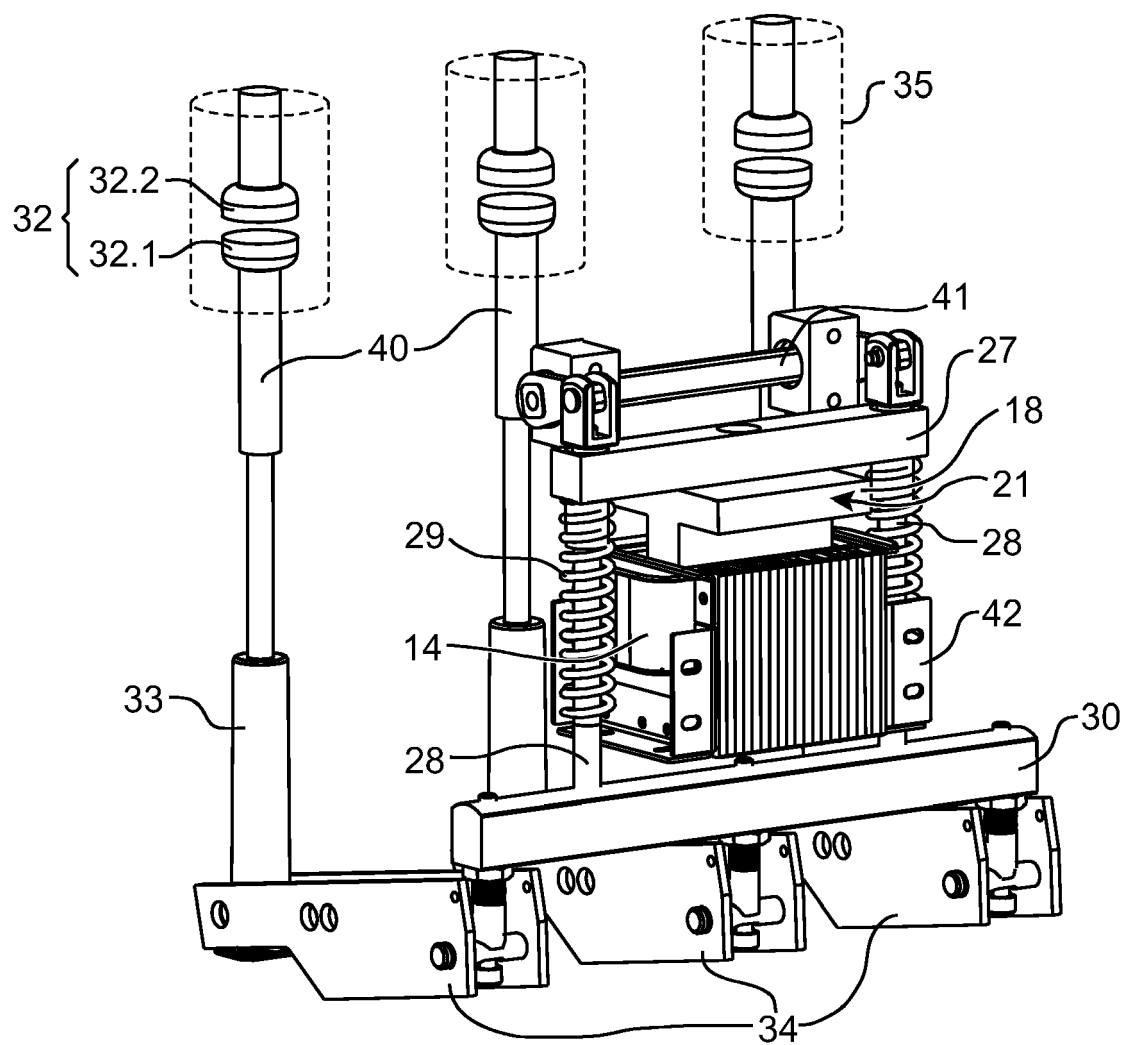


FIG. 4B

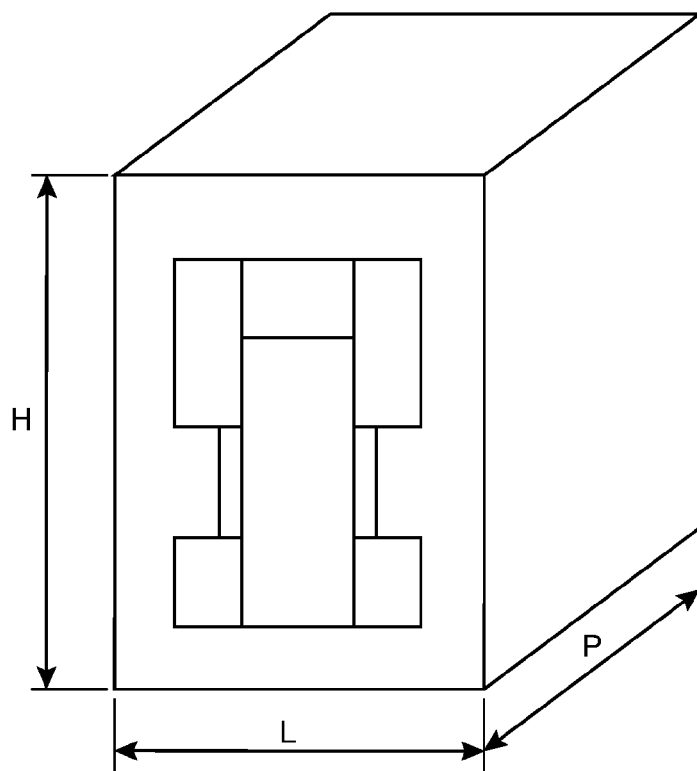


FIG. 5A

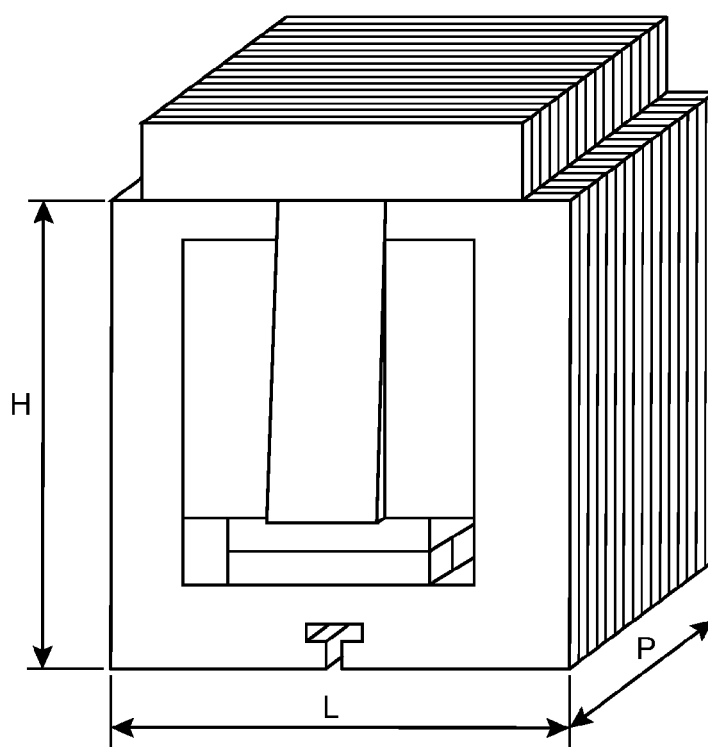


FIG. 5B



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 07 10 0620

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 décembre 2003 (2003-12-05) & JP 2003 308761 A (TOSHIBA CORP), 31 octobre 2003 (2003-10-31) * abrégé *	1-16	INV. H01H33/66
X	----- US 3 775 715 A (BOSCH W,DT ET AL) 27 novembre 1973 (1973-11-27) * le document en entier *	1-16	
A	----- DE 27 42 987 A1 (ELMEG ELEKTRO-MECHANIK GMBH) 12 avril 1979 (1979-04-12) * figure 2 *		
A	----- US 2004/027775 A1 (LANG VOLKER) 12 février 2004 (2004-02-12) * alinéa [0029] *	10,11	
A	----- EP 0 380 693 A (MITSUBISHI MINING & CEMENT CO., LTD) 8 août 1990 (1990-08-08) * figure 14 *		

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01H
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		9 mai 2007	Ruppert, Christopher
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 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			

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 07 10 0620

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.

09-05-2007

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2003308761	A	31-10-2003	AUCUN	

US 3775715	A	27-11-1973	AT 318745 B	11-11-1974
			BE 786006 A1	08-01-1973
			CH 551688 A	15-07-1974
			DE 2133931 A1	18-01-1973
			ES 403520 A1	16-04-1975
			FR 2144880 A1	16-02-1973
			GB 1361950 A	30-07-1974
			IT 962951 B	31-12-1973
			LU 65666 A1	26-01-1973
			NL 7209206 A	09-01-1973
			NO 131771 B	14-04-1975
			SE 375644 B	21-04-1975

DE 2742987	A1	12-04-1979	AUCUN	

US 2004027775	A1	12-02-2004	AT 356422 T	15-03-2007
			DE 10140559 A1	27-02-2003
			WO 03017308 A1	27-02-2003
			EP 1417694 A1	12-05-2004

EP 0380693	A	08-08-1990	DE 68915998 D1	14-07-1994
			DE 68915998 T2	15-12-1994
			WO 9001780 A1	22-02-1990

EPO FORM P0480

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- WO 9632734 A [0002] [0003] [0064] [0065] [0065] [0066]
- EP 1225609 A [0002] [0067] [0067] [0067]
- FR 2504718 A [0002]