



(11) **EP 2 513 933 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
12.03.2014 Bulletin 2014/11

(51) Int Cl.:
H01H 3/28 (2006.01) **H01H 33/38** (2006.01)
H01H 33/66 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10790459.1**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2010/000760

(22) Date de dépôt: **15.11.2010**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2011/073539 (23.06.2011 Gazette 2011/25)

(54) **ACTIONNEUR ELECTROMAGNETIQUE A ACCROCHAGE MAGNETIQUE ET DISPOSITIF DE COUPURE COMPORTANT UN TEL ACTIONNEUR**

ELEKTROMAGNETISCHER BETÄTIGER MIT MAGNETISCHER KOPPLUNG UND
ABSPERRVORRICHTUNG MIT DERARTIGEM AKTUATOR

ELECTROMAGNETIC ACTUATOR HAVING MAGNETIC COUPLING, AND CUTOFF DEVICE
COMPRISING SUCH ACTUATOR

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

- **KERSUSAN, Jean-Pierre**
F-38450 Vif (FR)
- **LOIACONO, Bernard**
F-38170 Seyssinet (FR)

(30) Priorité: **18.12.2009 FR 0906168**
30.09.2010 FR 1003875

(74) Mandataire: **Picard, Laurent et al**
Schneider Electric Industries SAS
World Trade Center
38EE1 / Service Propriété Industrielle
5 Place Robert Schuman
38050 Grenoble Cedex 09 (FR)

(43) Date de publication de la demande:
24.10.2012 Bulletin 2012/43

(73) Titulaire: **Schneider Electric Industries SAS**
92500 Rueil-Malmaison (FR)

(56) Documents cités:
WO-A1-2008/135670 GB-A- 2 325 567

(72) Inventeurs:
• **LAURAIRE, Michel**
F-94100 Saint Maur des Fosses (FR)

EP 2 513 933 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] L'invention est relative à un actionneur électromagnétique à accrochage magnétique comprenant un noyau mobile monté à coulissement axial selon un axe longitudinal à l'intérieur d'une culasse magnétique entre une position d'accrochage et une position d'ouverture. L'actionneur comprend en outre un aimant permanent et une bobine s'étendant axialement selon l'axe longitudinal de la culasse. La bobine est destinée à engendrer un premier flux magnétique de commande pour déplacer le noyau mobile d'une position d'ouverture à une position d'accrochage et un second flux magnétique de commande s'opposant à un flux de polarisation de l'aimant permanent et autorisant le déplacement du noyau mobile de la position d'accrochage vers la position d'ouverture.

[0002] L'invention est relative à un dispositif de coupure comportant au moins un contact fixe coopérant avec au moins un contact mobile destiné à commuter l'alimentation d'une charge électrique.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0003] L'utilisation d'actionneurs électromagnétiques à accrochage magnétique pour les commandes d'ouverture et de fermeture d'un dispositif de coupure, notamment d'ampoule à vide, est connue et décrite notamment dans des brevets (EP0867903B1, US6373675B1).

[0004] Compte tenu de la géométrie du circuit magnétique des différents actionneurs connus, l'obtention des efforts utiles au déplacement des mécanismes de commande nécessite généralement d'utiliser des bobinages de commande de taille importante ou délivrant une puissance électrique de commande (nombre d'ampères tours) très importante du fait de faible rendement de l'actionneur électromagnétique.

[0005] En outre, compte tenu du positionnement du ou des aimants dans le circuit magnétique, il est possible d'observer des risques de démagnétisation desdits aimants. En effet, comme représenté dans la demande de brevet WO95/07542, lorsque les aimants sont placés en série dans le circuit magnétique, le flux magnétique généré par la bobine de commande peut s'opposer à celui de l'aimant et provoquer à terme la démagnétisation desdits aimants, notamment lors de l'ouverture des contacts.

[0006] D'autres solutions telles que notamment décrites dans la demande de brevet WO2008/135670 nécessitent des volumes d'aimants très importants pour garantir le maintien de la position de fermeture même lors de chocs mécaniques importants. Ces aimants sont donc coûteux.

[0007] Des solutions telles que décrites dans la demande de brevet WO95/07542 présentent des risques de position intermédiaire stable en l'absence d'un ressort de rappel suffisant. Or, il n'est pas souhaitable d'avoir de

positions stables de l'actionneur autres que les positions ouverte et fermé. Pour remédier à ce problème, des ressorts de rappel surdimensionnés sont utilisés pour l'ouverture des actionneurs ce qui implique un besoin d'énergie supplémentaire pour la fermeture desdits actionneurs (phase d'appel).

[0008] Enfin, des solutions telles que décrites dans le brevet EP1012856B1 impose l'utilisation de 2 bobines distinctes l'une pour la fermeture et l'autre pour l'ouverture imposant ainsi un coût supplémentaire.

EXPOSE DE L'INVENTION

[0009] L'invention vise donc à remédier aux inconvénients de l'état de la technique, de manière à proposer un actionneur électromagnétique à haut rendement énergétique.

[0010] L'aimant permanent de l'actionneur électromagnétique selon l'invention est positionné sur le noyau mobile de manière à être au moins en partie en dehors du circuit magnétique fixe dans lequel circule le premier flux magnétique de commande lorsque le noyau mobile est dans une position d'ouverture, et à être au moins en partie à l'intérieur du circuit magnétique fixe utilisé pour la circulation du flux magnétique de polarisation généré par l'aimant lorsque le noyau mobile est dans une position d'accrochage.

[0011] Selon un premier mode de développement de l'invention, l'aimant permanent est à aimantation radiale perpendiculaire à l'axe longitudinal de la culasse.

[0012] Avantageusement, la culasse comprend un manchon interne s'étendant autour du noyau mobile, l'aimant permanent étant positionné sur le noyau mobile de manière à être au moins en partie en vis-à-vis du manchon interne de la culasse magnétique lorsque le noyau mobile est dans une position d'accrochage.

[0013] De préférence, le manchon interne s'étend sur une distance de recouvrement placée en vis-à-vis avec l'aimant permanent en position d'accrochage.

[0014] De préférence, le manchon interne est séparé du noyau mobile par un entrefer glissant radial restant uniforme durant le déplacement en translation du noyau mobile.

[0015] Selon un second mode de développement de l'invention, l'aimant permanent est à aimantation axiale aligné selon l'axe longitudinal de la culasse.

[0016] Selon un mode particulier de réalisation, l'aimant permanent est positionné sur le noyau mobile de manière à être entièrement à l'extérieur de la culasse magnétique lorsque le noyau mobile est dans une position d'ouverture.

[0017] Selon un mode particulier de réalisation, l'aimant permanent est positionné sur le noyau mobile de manière à être entièrement à l'intérieur de la culasse magnétique lorsque le noyau mobile est dans une position d'ouverture.

[0018] Selon une variante de réalisation, l'actionneur comporte un capot en matériau non ferromagnétique au

niveau d'une face externe de la culasse magnétique de manière à recouvrir tout le noyau mobile en position d'ouverture.

[0019] Selon une variante de réalisation, le noyau mobile comporte une surface radiale destinée à se coller contre la culasse magnétique en position d'accrochage, ladite surface étant inférieure à une section moyenne dudit noyau.

[0020] De préférence, l'actionneur électromagnétique comporte au moins un ressort de - rappel s'opposant au déplacement dudit noyau de sa position d'ouverture vers sa position d'accrochage.

[0021] Selon un mode particulier de réalisation, le noyau mobile magnétique est couplé à un organe d'actionnement non magnétique s'étendant selon l'axe longitudinal.

[0022] Avantagusement, l'actionneur électromagnétique comporte un manchon mobile pouvant être actionné manuellement ou par l'intermédiaire d'un actionneur électromécanique.

[0023] Lé dispositif de coupure selon l'invention comprend au moins un actionneur électromagnétique tel que défini ci-dessus pour actionner ledit au moins contact mobile.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0024] D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, et représentés aux dessins annexés sur lesquels :

les figures 1A et 1B représentent des vues en coupe de l'actionneur électromagnétique en phase de fermeture dans deux positions de fonctionnement selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

les figures 2A et 2B représentent des vues en coupe de l'actionneur électromagnétique en phase d'ouverture dans deux positions de fonctionnement selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

les figures 3A et 3B représentent des vues en coupe de l'actionneur électromagnétique en phase de fermeture dans deux positions de fonctionnement selon une variante de réalisation selon les figures 1A et 1B ;

les figures 4A et 4B représentent des vues en coupe de l'actionneur électromagnétique en phase de fermeture dans deux positions de fonctionnement selon un second mode de réalisation de l'invention ;

les figures 5A et 5B représentent des vues en coupe de l'actionneur électromagnétique en phase de fermeture dans deux positions de fonctionnement selon une variante de réalisation selon les figures 1A

et 1B ;

les figures 6 et 7 représentent des vues en coupe de variantes de réalisation de l'actionneur électromagnétique selon les figures 1A et 2A ;

les figures 8, 9 et 10 représentent des vues en coupe de variantes de réalisation de l'actionneur électromagnétique selon les modes de réalisation de l'invention ;

les figures 11A et 11B représentent des vues en coupe d'une variante de réalisation de l'actionneur électromagnétique en position fermée selon la figure 1A ;

la figure 12 représente une vue d'un schéma synoptique de l'actionneur électromagnétique couplé à un dispositif de coupure.

20 DESCRIPTION DETAILEE D'UN MODE DE REALISATION

[0025] Selon un premier mode de réalisation tel que présenté sur les figures 1A à 1B, l'actionneur électromagnétique 1 à accrochage magnétique comprend un circuit magnétique fixe en matériau ferromagnétique.

[0026] Le circuit magnétique fixe comprend une culasse 20 s'étendant selon un axe longitudinal Y. La culasse 20 du circuit magnétique comporte à ses extrémités opposées un premier et un deuxième flasque 22, 24 parallèles. Les flasques 22, 24 s'étendent perpendiculairement à l'axe longitudinal Y de la culasse 20.

[0027] De préférence, la culasse 20 est composée de deux plaques en matériau ferromagnétique allongées et positionnées l'une par rapport à l'autre de telle sorte à libérer un volume interne. Les deux plaques sont maintenues parallèles par le premier et second flasque 22, 24 placés respectivement aux extrémités desdites plaques. Lesdits flasques sont réalisés en matériau ferromagnétique. Selon un mode particulier de réalisation, la culasse 20 de forme parallélépipédique comporte au moins deux faces ouvertes sur le volume interne.

[0028] Selon un autre exemple de réalisation, les deux plaques et le premier flasque 22 peuvent être une seule et même pièce obtenue par pliage, usinage ou frittage. En outre, lesdits flasques pourraient être réalisés par un empilement de tôles feuilletées afin de diminuer les courants induits et les pertes associées. Cet ensemble peut être parallélépipédique ou axisymétrique.

[0029] L'actionneur électromagnétique comprend au moins une bobine de commande 30 fixe montée de préférence sur un fourreau 32 isolant à l'intérieur de la culasse 20. Ladite au moins une bobine s'étend axialement entre le premier flasque 22 et le deuxième flasque 24.

[0030] L'actionneur électromagnétique comprend un noyau 16 mobile monté à coulissement axial selon la direction d'un axe longitudinal de la culasse 20.

[0031] Le noyau 16 mobile est positionné à l'intérieur

de la bobine. Le déplacement du noyau mobile 16 s'effectue ainsi à l'intérieur de la bobine de commande 30, entre deux positions de fonctionnement appelées par la suite position d'accrochage PA et position d'ouverture PO.

[0032] Ladite au moins une bobine 30 est destinée à engendrer dans le circuit magnétique en position d'ouverture PO un premier flux magnétique de commande $\Phi C1$ de manière à déplacer le noyau 16 mobile de la position d'ouverture PO à la position d'accrochage PA. En outre, ladite au moins une bobine 30 est destinée à engendrer dans le circuit magnétique en position d'accrochage PA, un second flux magnétique de commande $\Phi C2$ apte à faciliter le déplacement le noyau 16 mobile de sa position d'accrochage PA à sa position d'ouverture PO.

[0033] De préférence, le noyau 16 mobile est composé d'un cylindre en matériau ferromagnétique.

[0034] Une première face radiale du cylindre est destinée à être en contact avec le premier flasque 22 lorsque le noyau est dans la position de fonctionnement dit d'accrochage PA. Un premier entrefer $e1$ axial correspond à l'intervalle entre le premier flasque 22 et le noyau 16 mobile. Cet entrefer est maximal lorsque le noyau mobile est en position d'ouverture PO tel que représenté sur la figure 1A. Cet entrefer est nul ou très faible lorsque le noyau mobile est en position d'accrochage PA tel que représenté sur la figure 1B.

[0035] Une seconde face radiale du cylindre est destinée de préférence à être positionnée sensiblement à l'extérieur du volume formé par la culasse et les flasques lorsque le noyau est dans la position de fonctionnement dit d'ouverture PO.

[0036] Le noyau mobile 16 comporte un aimant 14 permanent. Cet aimant 14 permanent peut-être unique et/ou annulaire et/ou formé de plusieurs aimants parallélépipédiques placés cote à cote en périphérie du noyau. L'épaisseur de l'aimant est calibrée pour optimiser son fonctionnement magnétique sachant que son efficacité est liée au rapport entre son épaisseur et les longueurs d'entrefer présentes dans le circuit magnétique dans la position pour laquelle on recherche son efficacité maximale.

[0037] L'aimant 14 permanent est destiné à générer un flux de polarisation ΦU donnant naissance à une force magnétique d'accrochage FA maintenant collé le noyau 16 mobile contre le premier flasque 22 lorsque ledit noyau est en position d'accrochage PA.

[0038] Lorsque le noyau 16 mobile est en position d'accrochage PA, ce dernier est maintenu collé contre le premier flasque 22 par la force magnétique d'accrochage FA due à un flux de polarisation ΦU généré par l'aimant 14 permanent. Le noyau 16 mobile est destiné à être sollicité en position d'ouverture PO par au moins un ressort de rappel 36. La force de rappel FR du ressort de rappel 36 tend à s'opposer à la force magnétique d'accrochage FA générée par l'aimant permanent 14. En position d'accrochage PA, l'intensité à la force magnétique

d'accrochage FA est d'intensité supérieure à la force de rappel antagoniste dudit au moins un ressort de rappel 36.

[0039] Afin de garantir un certain niveau de tenue aux chocs sans une ouverture du circuit magnétique, la force magnétique d'accrochage FA est généralement calculée de manière à s'opposer non seulement à la force de rappel FR mais aussi aux efforts de décollement liés aux chocs et/ou aux accélérations subis par l'actionneur en position fermée. Ces efforts de décollement qui dépendent du niveau de tenue aux chocs visée et des masses en mouvement, viennent s'ajouter à celui de la force de rappel FR.

[0040] Le noyau 16 mobile magnétique est couplé à un organe d'actionnement non magnétique 18 traversant axialement une ouverture 17 pratiquée dans le premier flasque 22. Le noyau 16 et l'organe d'actionnement 18 formant l'équipage mobile de l'actionneur 1. A titre d'exemple, l'organe d'actionnement non magnétique 18 est destiné à piloter une ampoule à vide.

[0041] Selon tous les modes de réalisation de l'invention, la position axiale de l'aimant 14 sur le noyau 16 mobile est réalisée de telle manière qu'en position d'ouverture PO, ledit aimant soit positionné, tout ou en partie, en dehors du circuit magnétique fixe utilisé pour la circulation du premier flux magnétique de commande $\Phi C1$ généré par la bobine 30. Le flux magnétique de polarisation ΦU de l'aimant n'intervient pas ou très peu dans la fermeture de l'actionneur, notamment dans le déplacement du noyau 16 de la position d'ouverture PO à la suite position d'accrochage PA.

[0042] En outre, selon tous les modes de réalisation de l'invention, la position axiale de l'aimant 14 sur le noyau 16 mobile est aussi réalisée de telle manière qu'en position d'accrochage PA, ledit aimant soit positionné, tout ou en partie, à l'intérieur du circuit magnétique fixe utilisé pour la circulation du flux magnétique de polarisation ΦU généré par l'aimant 14. Le flux magnétique de polarisation ΦU de l'aimant intervient alors de manière efficace pour maintenir le noyau 16 dans la position d'accrochage PA.

[0043] Selon un premier mode de réalisation présenté sur les figures 1A-1B et 2A-2B, l'aimant permanent 14 est à aimantation perpendiculaire au sens de déplacement dudit noyau. Tel que présenté sur la figure 1A, l'aimant est de préférence représenté en totalité en dehors du circuit magnétique utilisé pour la circulation du premier flux magnétique de commande $\Phi C1$. Selon ce mode de réalisation, ledit aimant est placé à l'extérieur du volume interne de la culasse magnétique. Ce positionnement relatif de l'aimant 14 par rapport à la face externe du second flasque 24 offre une possibilité de dosage de l'apport du flux magnétique de l'aimant dans la phase de fermeture de l'actionneur. Selon ce mode de réalisation, la face interne du deuxième flasque 24 comprend un manchon 46 interne s'étendant partiellement dans un espace annulaire ménagé coaxialement autour du noyau 16 mobile. Le noyau 16 mobile est alors séparé

dudit manchon 46 par un deuxième entrefer glissant e2 radial restant sensiblement uniforme durant le déplacement en translation du noyau 16 mobile. De préférence, le manchon 46, en position d'accrochage PA, recouvre le noyau 16 mobile sur une distance de recouvrement L. Le manchon 46 est de préférence de forme tubulaire en matériau ferromagnétique. Il peut faire partie intégrante du flasque ou être fixé à ce dernier par des moyens de fixation. L'entrefer glissant e2 et la distance de recouvrement L entre noyau 16 mobile et le manchon 46 sont réglés de sorte à ce que la réluctance de l'ensemble du circuit magnétique 20 soit la plus faible possible et ce, sur toute la course du noyau mobile 16 entre les deux positions de fonctionnement. De plus, pour optimiser le fonctionnement de l'aimant en position d'accrochage PA cette distance L doit permettre un recouvrement total de l'aimant dans cette position. Selon ce mode de réalisation de l'invention, le ressort de rappel 36 est de préférence positionné à l'extérieur de la culasse 20. Il comprend une première face d'appui sur un premier support externe tel qu'un bâti 100 et comprend une seconde face d'appui sur une butée 19 placée sur l'organe d'actionnement 18. En position d'ouverture PO, ladite butée 19 est en appui sur le second support externe. A titre d'exemple, le second support externe peut notamment faire partie de la face externe du premier flasque 22. Ce positionnement longitudinal de la butée 19 sur l'organe d'actionnement 18 permet de contrôler la longueur du déplacement l'équipage mobile de l'actionneur 1. Le maintien en position d'ouverture est garanti par le ressort de rappel.

[0044] Ladite au moins une bobine 30 est destinée à engendrer dans le circuit magnétique en position d'ouverture PO, un premier flux magnétique de commande $\Phi C1$ qui tend à s'opposer à l'action du ressort de rappel 36 de manière à déplacer le noyau 16 mobile de sa position d'ouverture PO à sa position d'accrochage PA. Les figures 1A et 1B représentent respectivement l'actionneur d'une part au début de la phase de fermeture et d'autre part à la fin de la phase de fermeture.

[0045] Ladite au moins une bobine 30 est destinée aussi à engendrer dans le circuit magnétique en position d'accrochage PA, un second flux magnétique de commande $\Phi C2$ qui s'oppose au flux de polarisation ΦU de l'aimant permanent 14 de manière à libérer le noyau 16 mobile et à autoriser son déplacement de la position d'accrochage PA vers la position d'ouverture PO. Les figures 2A et 2B représentent respectivement l'actionneur d'une part au début de la phase d'ouverture et d'autre part à la fin de la phase de d'ouverture. Le déplacement du noyau mobile 16 de la position d'accrochage PA vers la position d'ouverture PO se fait sous l'action dudit au moins un ressort de rappel 36.

[0046] Selon une variante du premier mode de réalisation tel que présenté sur les figures 3A et 3B, l'aimant 14 à aimantation radiale est positionné en dehors du circuit magnétique fixe utilisé pour la circulation du premier flux magnétique de commande $\Phi C1$ tout en étant placé à l'intérieur du volume interne de la culasse magnétique.

Le flux magnétique de polarisation ΦU de l'aimant n'intervient pas ou très peu dans la fermeture de l'actionneur, notamment dans le déplacement du noyau 16 de la position d'ouverture PO à la suite position d'accrochage PA. Selon ce mode de réalisation, ledit aimant est toujours à l'intérieur du volume interne de la culasse 20 de l'actionneur quelque soit la position de fonctionnement du noyau. En position d'accrochage et en position d'ouverture, l'aimant se trouve ainsi protéger des manifestations extérieures. La section du noyau qui rentre en contact avec le circuit magnétique en position de fermeture est réduite par rapport à la section dudit noyau. La réluctance du circuit magnétique en position de fermeture est ainsi réduite ce qui permet d'améliorer l'efficacité de l'actionneur en diminuant les énergies d'ouverture et de fermeture. Une valeur de la surface de contact entre le noyau et le premier flasque est ainsi adaptable en fonction du besoin.

[0047] Selon une deuxième variante du premier mode de réalisation telle que représentée sur la figure 6, en position d'ouverture PO, une partie minoritaire de l'aimant est positionné partiellement dans le circuit magnétique utilisé pour la circulation du flux magnétique de commande $\Phi C1$. Une partie minoritaire de l'aimant est placée à l'intérieur du volume interne de la culasse magnétique. En outre, l'aimant est de préférence représenté partiellement dans le circuit magnétique de telle manière à ce que le flux de polarisation ΦU de l'aimant circule dans le circuit magnétique et participe ainsi à la fermeture de l'actionneur électromagnétique 1.

[0048] Selon une autre variante du premier mode de réalisation telle que représentée sur la figure 7, l'aimant 14 est positionné en position d'accrochage PA de telle manière qu'une partie du second flux de commande $\Phi C2$ de la bobine s'oppose au flux de polarisation ΦU de l'aimant 14 sans traverser ce dernier. L'efficacité de la bobine de commande 30 augmente. Une partie minoritaire de l'aimant n'est positionné dans le circuit magnétique utilisé pour la circulation du second flux magnétique de commande $\Phi C2$. Comme représenté, en position d'accrochage PA, une partie du manchon 46 s'étend au-delà de l'aimant. Cette variante facilite cependant une re-fermeture locale du flux de polarisation ΦU de l'aimant 14 réduisant ainsi son efficacité. En outre, selon un mode de réalisation particulier non représenté de cette variante, la partie du manchon 46 s'étendant au-delà de l'aimant est séparé du noyau par un entrefer glissant d'épaisseur ajustable. Cet entrefer ajustable permet notamment d'éviter un court-circuit du flux de l'aimant lorsque le noyau est en position d'accrochage PA.

[0049] Toutes les variantes décrites ci-dessus peuvent être développées de manière indépendante ou simultanément.

[0050] Selon un second mode de réalisation de l'invention tel que présenté sur les figures 4A et 4B, l'aimant permanent 14 est à aimantation alignée suivant le sens de déplacement dudit noyau. Ledit aimant est représenté en totalité en dehors du circuit magnétique utilisé pour

la circulation du premier flux magnétique de commande $\Phi C1$. Selon ce mode de réalisation, ledit aimant est de préférence placé à l'extérieur du volume interne de la culasse magnétique. Ce positionnement relatif de l'aimant 14 par rapport à la face externe du second flasque 24 offre une possibilité de dosage de l'apport du flux magnétique de l'aimant dans la phase de fermeture de l'actionneur. Selon ce mode de réalisation, la face interne du deuxième flasque 24 comprend un manchon 46 interne s'étendant partiellement dans un espace annulaire ménagé coaxialement autour du noyau 16 mobile. Le noyau 16 mobile est alors séparé dudit manchon 46 par un deuxième entrefer glissant e2 radial restant sensiblement uniforme durant le déplacement en translation du noyau 16 mobile.

[0051] De préférence, comme représenté sur la figure 4B, le manchon 46, en position d'accrochage PA, recouvre le noyau 16 mobile sur une distance de recouvrement L. Le manchon 46 est de préférence de forme tubulaire en matériau ferromagnétique. Il peut faire partie intégrante du flasque ou être fixé à ce dernier par des moyens de fixation. L'entrefer glissant e2 et la distance de recouvrement L entre noyau 16 mobile et le manchon 46 sont réglés de sorte à ce que le premier flux magnétique de commande $\Phi C1$ généré par la bobine ne traverse pas l'aimant pendant toute la phase de fermeture, c'est dire lorsque le noyau passe de la position d'ouverture PO à la position d'accrochage PA.

[0052] Selon une variante de réalisation du second mode de réalisation tel que présenté sur les figures 5A et 5B, l'aimant 14 à aimantation axiale est positionné en dehors du circuit magnétique fixe utilisé pour la circulation du premier flux magnétique de commande $\Phi C1$ tout en étant placé à l'intérieur du volume interne de la culasse magnétique. Le flux magnétique de polarisation ϕU de l'aimant n'intervient pas ou très peu dans la fermeture de l'actionneur, notamment dans le déplacement du noyau 16 de la position d'ouverture PO à la position d'accrochage PA. Selon ce mode de réalisation, ledit aimant est toujours à l'intérieur du volume interne de la culasse 20 de l'actionneur quelque soit la position de fonctionnement du noyau. En position d'accrochage PA et en position d'ouverture PO, l'aimant se trouve ainsi protégé des manifestations extérieures. La section du noyau qui rentre en contact avec le circuit magnétique en position de fermeture est réduite par rapport à la section dudit noyau. La reluctance du circuit magnétique en position de fermeture est ainsi réduite ce qui permet d'améliorer l'efficacité de l'actionneur en diminuant les énergies d'ouverture et de fermeture. Une valeur de la surface de contact entre le noyau et le premier flasque est ainsi adaptable en fonction du besoin. Afin de ne pas augmenter la reluctance du noyau mobile 16 et réduire l'efficacité énergétique de l'actionneur, ledit noyau comporte un shunt magnétique. Autrement dit, l'aimant est constitué d'un anneau ou d'un disque de section inférieure à celle du noyau. En outre, le fait de la présence du shunt magnétique, les risques de démagnétisation de l'aimant

sont fortement réduits.

[0053] Selon une variante non représentée des premier et second modes de réalisation, l'aimant est alors de préférence remplacé par une portion de matériau aimantable tel que de l'acier dur de type ALNICO.

[0054] L'invention concerne un dispositif de coupure 22 comportant un l'actionneur électromagnétique 1 tel que défini ci-dessus. Tel que représenté sur la figure 12 et à titre d'exemple de réalisation, le dispositif de coupure 22 est un disjoncteur comprenant notamment au moins une ampoule 2. Cette ampoule 2 peut être une ampoule à vide ou une chambre de coupure classique de disjoncteur. Pour passer d'une position d'ouverture à une position de fermeture des contacts de ladite au moins une ampoule 2, le fonctionnement du dispositif d'actionnement électromagnétique 1 est le suivant. Une première force d'ouverture FR appliquée par le ressort de rappel 36 sur le noyau mobile 16 par l'intermédiaire d'un organe d'actionnement non magnétique 18 tend à maintenir le noyau mobile 16 dans une position d'ouverture, les contacts étant en position ouverte. Lorsque l'on alimente la bobine 30, celle-ci génère un premier flux de commande $\Phi C1$ produisant alors une force de fermeture électromagnétique. Dès que cette force de fermeture FFE est supérieure à la première force d'ouverture FR, le noyau mobile 16 se déplace de sa position d'ouverture PO vers sa position d'accrochage PA. Au bout d'une certaine course correspondant à l'ouverture des contacts, ce noyau rencontre une seconde force d'ouverture FP correspondant à la force de pression appliquée sur les contacts de ladite au moins une ampoule 2. Le noyau devra alors comprimer ces ressorts de pression de contact 37 sur la course restante à parcourir pour obtenir la position d'accrochage PA et correspondant à la garde d'usure des contacts. Le travail emmagasiné par le noyau lors de son déplacement de la position d'ouverture à la position d'impact des pôles doit alors être suffisant pour garantir une fermeture franche (sans arrêt) des contacts afin d'éviter les risques de soudure de ceux-ci. C'est pourquoi, les valeurs respectives de la seconde force d'ouverture FR, de la course d'ouverture et de la puissance injectée dans la bobine doivent être optimisées de façon à obtenir cette fermeture franche du noyau.

[0055] Lorsque le noyau mobile 16 est en position d'accrochage PA telle que représentée par exemple sur la figure 1B, l'alimentation de la bobine est coupée. La force magnétique d'accrochage FA due au flux de polarisation ϕU de l'aimant 14 est alors d'intensité supérieure à la somme des efforts de rappel liés aux première et seconde forces d'ouverture FR et FP

[0056] La force magnétique d'accrochage FA est généralement calculée afin d'une part de s'opposer aux première et seconde forces d'ouverture FR et FP et d'autre part s'opposer aux efforts de décollement liées aux chocs subis par l'actionneur en position fermée. Les efforts de décollement venant s'ajouter à ceux des première et seconde forces d'ouverture FR et FP.

[0057] Pour passer d'une position de fermeture à une

position d'ouverture des contacts de ladite au moins une ampoule 2, autrement dit de la position d'accrochage PA à la position d'ouverture PO du noyau mobile 16, le fonctionnement du dispositif d'actionnement électromagnétique 1 est le suivant. Deux forces antagonistes s'appliquent sur le noyau mobile 16 ; une force magnétique d'accrochage FA due au flux de polarisation ϕU de l'aimant 14 et à la somme des forces d'ouverture FR, FP résultant des efforts appliqués par les ressorts de rappel 36 et des pressions de pôles 37. La force magnétique d'accrochage FA est alors d'intensité supérieure aux forces d'ouverture FR + FP.

[0058] La bobine de commande 30 est alors alimentée pour générer un second flux de commande. Ce second flux de commande circule dans un sens opposé au flux de polarisation ϕU de l'aimant 14 pour réduire ainsi la force magnétique d'accrochage FA. Dès que la force d'ouverture résultante (FR + FP) devient supérieure à la force magnétique d'accrochage FA, le noyau mobile 16 se déplace de sa position d'accrochage PA vers sa position d'ouverture PO entraînant ainsi l'ouverture des contacts. Cette ouverture se fait de manière franche et continue du fait même de la géométrie de l'actionneur ne présentant aucune position intermédiaire stable.

[0059] Selon une variante de réalisation telle que représentée sur les figures 11A et 11B, l'actionneur électromagnétique comporte un manchon mobile 47 en matériau ferromagnétique. L'axe longitudinal dudit manchon est confondu avec celui du noyau mobile 16. Comme représenté sur la figure 11A, ledit manchon est positionné dans une première position de fonctionnement de manière à ne pas faire partie du circuit magnétique et à ce que le flux de polarisation ϕU de l'aimant 14 ne circule pas au travers du manchon lorsque l'actionneur est dans sa position d'ouverture PO. Comme représenté sur la figure 11B, ledit manchon peut être positionné dans une seconde position de fonctionnement de manière à faire partie du circuit magnétique lorsque l'actionneur est dans sa position d'accrochage PA. A titre d'exemple de réalisation, le manchon mobile 47 est dans cette seconde position, en appui contre la face externe du second flasque 24. Dans cette seconde position, le manchon permet de dévier une partie du flux de l'aimant 14 réduisant ainsi son efficacité au niveau du maintien du noyau mobile 16 en position d'accrochage PA, et permettant ainsi le déplacement du noyau mobile 16 de sa position d'accrochage PA vers sa position d'ouverture PO. Le déplacement du manchon mobile 47 peut être actionné par l'intermédiaire d'un mécanisme commandé manuellement lorsque l'énergie nécessaire à la réouverture de l'actionneur vient à faire défaut. Le déplacement du manchon mobile 47 pourrait aussi être réalisé à l'aide d'un actionneur électromagnétique. La bobine dudit actionneur peut être commandée en lieu et place de la bobine 30 pour réaliser l'ouverture du noyau.

[0060] Dans le cas de la commande d'au moins une ampoule à vide ou d'un disjoncteur par l'actionneur principal faisant l'objet de ce brevet, le second actionneur

permettant le déplacement du manchon peut aussi être commandé en cas de défaut de surcharge ou de court-circuit dans l'installation électrique protégée par la au moins une ampoule ou le disjoncteur.

[0061] Selon une autre variante de réalisation telle que représentée sur la figure 9, un capot non magnétique est positionné au niveau de la surface externe du second flasque 24 de manière à protéger l'aimant des poussières métalliques ou non.

[0062] Selon une variante de réalisation telle que présentée en figure 8, la section du noyau mobile 16 à son extrémité placée du côté du premier flasque 22 peut être réduite sur une faible hauteur dans le but d'augmenter l'effort de retenue du à l'aimant 14. Cette réduction peut être effectuée dans l'axe du noyau ou à sa périphérie. La localisation particulière de cette réduction de section du noyau permet d'augmenter l'effort de collage du noyau 16 sans altérer son efficacité lors de son mouvement de fermeture de la position d'ouverture PO vers la position d'accrochage PA.

[0063] Selon une variante de réalisation telle que présentée en figure 10, l'actionneur électromagnétique comporte un noyau fixe 67 placé à l'intérieur du volume interne de la culasse magnétique contre la face interne du premier flasque 22. Le noyau fixe 67, en matériau ferromagnétique, peut faire ou non partie intégrante dudit flasque. Le noyau fixe 67 en concentrant le flux de la bobine de commande augmente son efficacité.

[0064] Selon tous les modes de réalisation, le noyau peut présenter une forme parallélépipédique. En outre, l'actionneur électromagnétique peut comporter des géométries ayant des formes asymétriques.

35 Revendications

1. Actionneur électromagnétique à accrochage magnétique comprenant :

- un noyau (16) mobile monté à coulissement axial selon un axe longitudinal (Y) à l'intérieur d'une culasse (20) magnétique entre une position d'accrochage (PA) et une position d'ouverture (PO),
- au moins un aimant permanent (14),
- au moins une bobine (30) s'étendant axialement selon l'axe longitudinal (Y) de la culasse (20), et étant destinée à engendrer :
 - un premier flux magnétique de commande ($\phi C1$) pour déplacer le noyau (16) mobile d'une position d'ouverture (PO) à une position d'accrochage (PA),
 - un second flux magnétique de commande ($\phi C2$) s'opposant à un flux de polarisation (ϕU) de l'aimant permanent (14) et autorisant le déplacement du noyau (16) mobile de la position d'accrochage (PA) vers la po-

sition d'ouverture (PO),

caractérisé en ce que l'aimant permanent (14) est positionné sur le noyau (16) mobile de manière à :

- être au moins en partie en dehors du circuit magnétique fixe dans lequel circule le premier flux magnétique de commande ($\phi C1$) lorsque le noyau (16) mobile est dans une position d'ouverture (PO), et
- être au moins en partie à l'intérieur du circuit magnétique fixe utilisé pour la circulation du flux magnétique de polarisation (ϕU) généré par l'aimant 14 lorsque le noyau (16) mobile est dans une position d'accrochage (PA).

2. Actionneur électromagnétique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'aimant permanent (14) est à aimantation radiale perpendiculaire à l'axe longitudinal (Y) de la culasse (20).
3. Actionneur électromagnétique selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la culasse (20) comprend un manchon (46) interne s'étendant autour du noyau (16) mobile, l'aimant permanent (14) étant positionné sur le noyau (16) mobile de manière à être au moins en partie en vis-à-vis du manchon (46) interne de la culasse magnétique lorsque le noyau (16) mobile est dans une position d'accrochage (PA).
4. Actionneur électromagnétique selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le manchon (46) interne s'étend sur une distance de recouvrement (L) placée en vis-à-vis avec l'aimant permanent (14) en position d'accrochage (PA).
5. Actionneur électromagnétique selon les revendications 3 et 4, **caractérisé en ce que** le manchon (46) interne est séparé du noyau (16) mobile par un entrefer glissant (e2) radial restant uniforme durant le déplacement en translation du noyau (16) mobile.
6. Actionneur électromagnétique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'aimant permanent (14) est à aimantation axiale aligné selon l'axe longitudinal (Y) de la culasse (20).
7. Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'aimant permanent (14) est positionné sur le noyau (16) mobile de manière à être entièrement à l'extérieur de la culasse magnétique (20) lorsque le noyau (16) mobile est dans une position d'ouverture (PO).
8. Actionneur électromagnétique selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'il** comporte un manchon

mobile (47) pouvant être actionné manuellement ou par l'intermédiaire d'un actionneur électromécanique.

9. Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'aimant permanent (14) est positionné sur le noyau (16) mobile de manière à être entièrement à l'intérieur de la culasse magnétique (20) lorsque le noyau (16) mobile est dans une position d'ouverture (PO).
10. Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte un capot (57) en matériau non ferromagnétique au niveau d'une face externe de la culasse (20) magnétique de manière à recouvrir tout le noyau (16) mobile en position d'ouverture (PO).
11. Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le noyau mobile (16) comporte une surface radiale destinée à se coller contre la culasse (20) magnétique en position d'accrochage (PA), ladite surface étant inférieure à une section moyenne dudit noyau.
12. Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins un ressort de rappel (36) s'opposant au déplacement dudit noyau de sa position d'ouverture (PO) vers sa position d'accrochage (PA).
13. Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le noyau mobile (16) magnétique est couplé à un organe d'actionnement non magnétique (18) s'étendant selon l'axe longitudinal (Y).
14. Dispositif de coupure (22) comportant au moins un contact fixe coopérant avec au moins un contact mobile destiné à commuter l'alimentation d'une charge électrique, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un actionneur électromagnétique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes pour actionner ledit au moins contact mobile.

Patentansprüche

1. Elektromagnetisches Betätigungsglied mit magnetischer Haltung, umfassend:
 - einen beweglichen Kern (16), der im Innern eines magnetischen Rückschlusseisens (20) zwischen einer Haltestellung (PA) und einer Ausschaltstellung (PA) gemäß einer Längsachse (Y) verschiebbar gelagert ist,

- mindestens einen Dauermagneten (14) sowie
 - mindestens eine Spule (30), die in der Längsachse (Y) des Rückschlusseisens (20) axial angeordnet ist und dazu dient,

- einen ersten magnetischen Steuerfluss ($\phi C1$) zur Verschiebung des beweglichen Kerns (16) von einer Ausschaltstellung (PO) in eine Haltestellung (PA) sowie
- einen zweiten magnetischen Steuerfluss ($\phi C2$) zu erzeugen, der einem Vormagnetisierungsfluss (ϕU) des Dauermagneten (14) entgegengerichtet ist und die Verschiebung des beweglichen Kerns (16) von der Haltestellung (PA) in die Ausschaltstellung (PO) erlaubt,

dadurch gekennzeichnet, dass der Dauermagnet (14) so auf dem beweglichen Kern (16) angeordnet ist, dass er

- mindestens teilweise außerhalb des vom ersten magnetischen Steuerfluss ($\phi C1$) durchsetzten ortsfesten Magnetkreises liegt, wenn sich der bewegliche Kern (16) in einer Ausschaltstellung (PO) befindet, und
- mindestens teilweise innerhalb des vom Vormagnetisierungsfluss (ϕU) des Dauermagneten (14) durchsetzten ortsfesten Magnetkreises liegt, wenn sich der bewegliche Kern (16) in einer Haltestellung (PA) befindet.

2. Elektromagnetisches Betätigungsglied nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dauermagnet (14) eine senkrecht zur Längsachse (Y) des Rückschlusseisens (20) gerichtete, radiale Magnetisierung aufweist.
3. Elektromagnetisches Betätigungsglied nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlusseisen (20) einen, um den beweglichen Kern (16) herum geführten Innenring (46) umfasst, wobei der Dauermagnet (14) so auf dem beweglichen Kern (16) angeordnet ist, dass er dem Innenring (46) des Rückschlusseisens mindestens teilweise gegenüber liegt, wenn sich der bewegliche Kern (16) in einer Haltestellung (PA) befindet.
4. Elektromagnetisches Betätigungsglied nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenring (46) in der Haltestellung (PA) mit einer Überlappungslänge (L) dem Dauermagneten (14) gegenüberliegt.
5. Elektromagnetisches Betätigungsglied nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Innenring (46) und dem beweglichen Kern (16) ein gleitender Luftspalt (e2) ausge-

bildet ist, der während der geradlinigen Verschiebung des beweglichen Kerns (16) konstant bleibt.

6. Elektromagnetisches Betätigungsglied nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dauermagnet (14) eine in der Längsachse (Y) des Rückschlusseisens (20) ausgerichtete, axiale Magnetisierung aufweist.
7. Elektromagnetisches Betätigungsglied nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dauermagnet (14) so auf dem beweglichen Kern (16) angeordnet ist, dass er vollständig außerhalb des magnetischen Rückschlusseisens (20) liegt, wenn sich der bewegliche Kern in einer Ausschaltstellung (PO) befindet.
8. Elektromagnetisches Betätigungsglied nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen beweglichen Ring (47) umfasst, der manuell oder über ein elektromagnetisches Betätigungsglied verschoben werden kann.
9. Elektromagnetisches Betätigungsglied nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dauermagnet (14) so auf dem beweglichen Kern (16) angeordnet ist, dass er vollständig innerhalb des magnetischen Rückschlusseisens (20) liegt, wenn sich der bewegliche Kern (16) in einer Ausschaltstellung (PO) befindet.
10. Elektromagnetisches Betätigungsglied nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** an einer Außenseite des magnetischen Rückschlusseisens (20) eine Abdeckung aus einem nicht magnetisierbaren Werkstoff angebracht ist, so dass der bewegliche Kern (16) in der Ausschaltstellung (PO) vollständig abgedeckt ist.
11. Elektromagnetisches Betätigungsglied nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bewegliche Kern (16) eine Radialfläche umfasst, die dazu dient, in der Haltestellung (PA) am magnetischen Rückschlusseisen (20) anzuliegen, wobei der Querschnitt dieser Fläche kleiner ist als ein mittlerer Querschnitt des genannten Kerns.
12. Elektromagnetisches Betätigungsglied nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mindestens eine Rückstellfeder (36) umfasst, die einer Verschiebung des genannten Kerns von seiner Ausschaltstellung (PO) in seine Haltestellung (PA) entgegenwirkt.
13. Elektromagnetisches Betätigungsglied nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch**

gekennzeichnet, dass der bewegliche Kern (16) mit einem, in der Längsachse (Y) angeordneten unmagnetischen Betätigungsorgan (18) gekoppelt ist.

14. Elektrisches Schaltgerät (22) mit mindestens einem feststehenden Kontakt, der mit mindestens einem beweglichen Kontakt zur Umschaltung der Stromversorgung einer elektrischen Last zusammenwirkt, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mindestens ein elektromagnetisches Betätigungsglied (1) nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche zur Betätigung des mindestens einfach vorhandenen beweglichen Kontakts umfasst.

Claims

1. An electromagnetic actuator with magnetic latching comprising:

- a moving core (16) mounted with axial sliding along a longitudinal axis (Y) inside a magnetic yoke (20) between a latched position (PA) and an open position (PO),
- at least one permanent magnet (14),
- at least one coil (30) extending axially in the direction of the longitudinal axis (Y) of the yoke (20) and being designed to generate:

- a first magnetic control flux ($\phi C1$) to move the moving core (16) from an open position (PO) to a latched position (PA),
- and a second magnetic control flux ($\phi C2$) opposing a polarization flux (ϕU) of the permanent magnet (14) and enabling movement of the moving core (16) from the latched position (PA) to the open position (PO),

characterized in that the permanent magnet (14) is positioned on the moving core (16) in such a way as:

- to be at least partly outside the fixed magnetic circuit in which the first magnetic control flux ($\phi C1$) flows when the moving core (16) is in the open position (PO), and
- to be at least partly inside the fixed magnetic circuit used for flow of the magnetic polarization flux (ϕU) generated by the magnet (14) when the moving core (16) is in the latched position (PA).

2. The electromagnetic actuator according to claim 1, **characterized in that** the permanent magnet (14) is magnetized in radial manner perpendicular to the longitudinal axis (Y) of the yoke (20).

3. The electromagnetic actuator according to claims 1 or 2, **characterized in that** the yoke (20) comprises an internal sleeve (46) extending around the moving core (16), the permanent magnet (14) being positioned on the moving core (16) in such a way as to be at least partially facing the internal sleeve (46) of the magnetic yoke when the moving core (16) is in the latched position (PA).

4. The electromagnetic actuator according to claim 3, **characterized in that** the internal sleeve (46) extends over an overlap distance (L) placed facing the permanent magnet (14) in the latched position (PA).

5. The electromagnetic actuator according to claims 3 and 4, **characterized in that** the internal sleeve (46) is separated from the moving core (16) by a sliding radial air-gap (e2) remaining uniform during translational movement of the moving core (16).

6. The electromagnetic actuator according to claim 1, **characterized in that** the permanent magnet (14) is magnetized in axial manner aligned along the longitudinal axis (Y) of the yoke (20).

7. The electromagnetic actuator according to any one of the foregoing claims, **characterized in that** the permanent magnet (14) is positioned on the moving core (16) in such a way as to be completely outside the magnetic yoke (20) when the moving core (16) is in the open position (PO).

8. The electromagnetic actuator according to claim 7, **characterized in that** it comprises a movable sleeve (47) being able to be actuated manually or by means of an electromechanical actuator.

9. The electromagnetic actuator according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the permanent magnet (14) is positioned on the moving core (16) in such a way as to be completely inside the magnetic yoke (20) when the moving core (16) is in the open position (PO).

10. The electromagnetic actuator according to any one of the foregoing claims, **characterized in that** it comprises a cover (57) made from non-ferromagnetic material at the level of an outer surface of the magnetic yoke (20) so as to cover the whole of the moving core (16) in the open position (PO).

11. The electromagnetic actuator according to any one of the foregoing claims, **characterized in that** the moving core (16) comprises a radial surface designed to stick against the magnetic yoke (20) in the latched position (PA), said surface being smaller than a mean cross-section of said core.

12. The electromagnetic actuator according to any one of the foregoing claims, **characterized in that** it comprises at least one bias spring (36) opposing movement of said core from its open position (PO) to its latched position (PA). 5
13. The electromagnetic actuator according to any one of the foregoing claims, **characterized in that** the magnetic moving core (16) is coupled to a nonmagnetic actuating member (18) extending in the direction of the longitudinal axis (Y). 10
14. A switching device (22) comprising at least one stationary contact collaborating with at least one movable contact designed to switch the power supply of an electric load, **characterized in that** it comprises at least one electromagnetic actuator (1) according to any one of the foregoing claims to actuate said at least one movable contact. 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

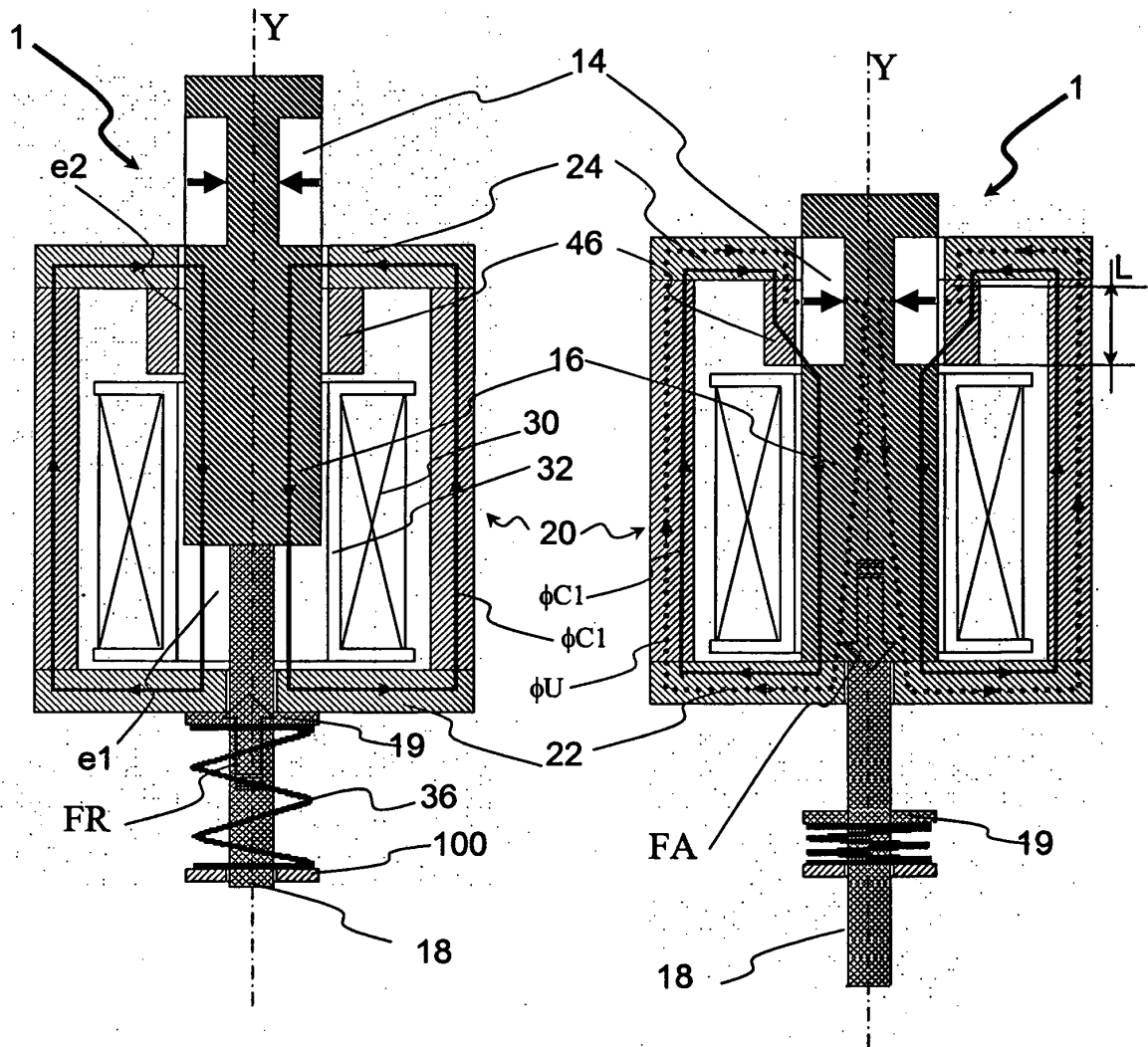


Fig. 1A

Fig. 1B

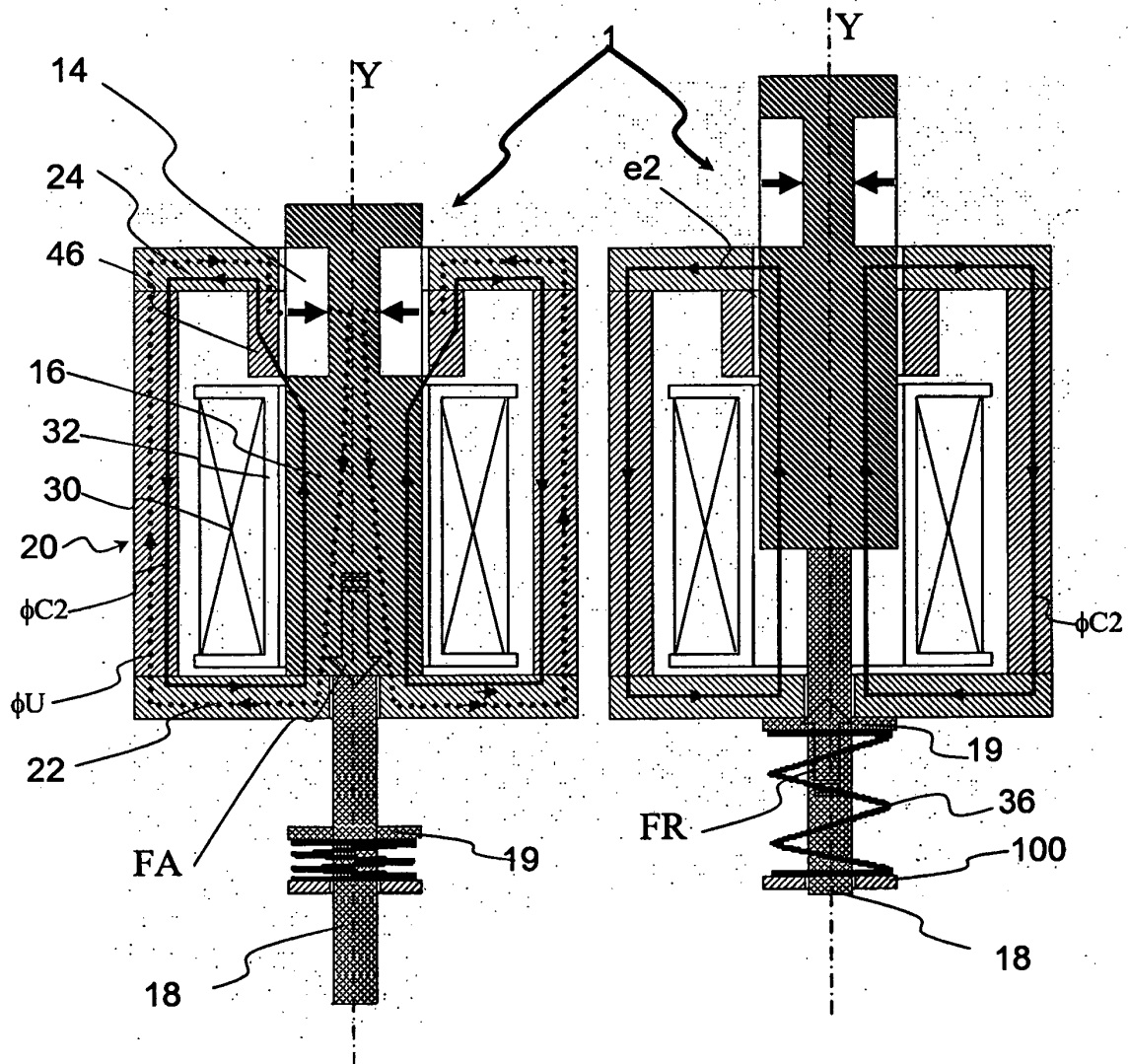


Fig. 2A

Fig. 2B

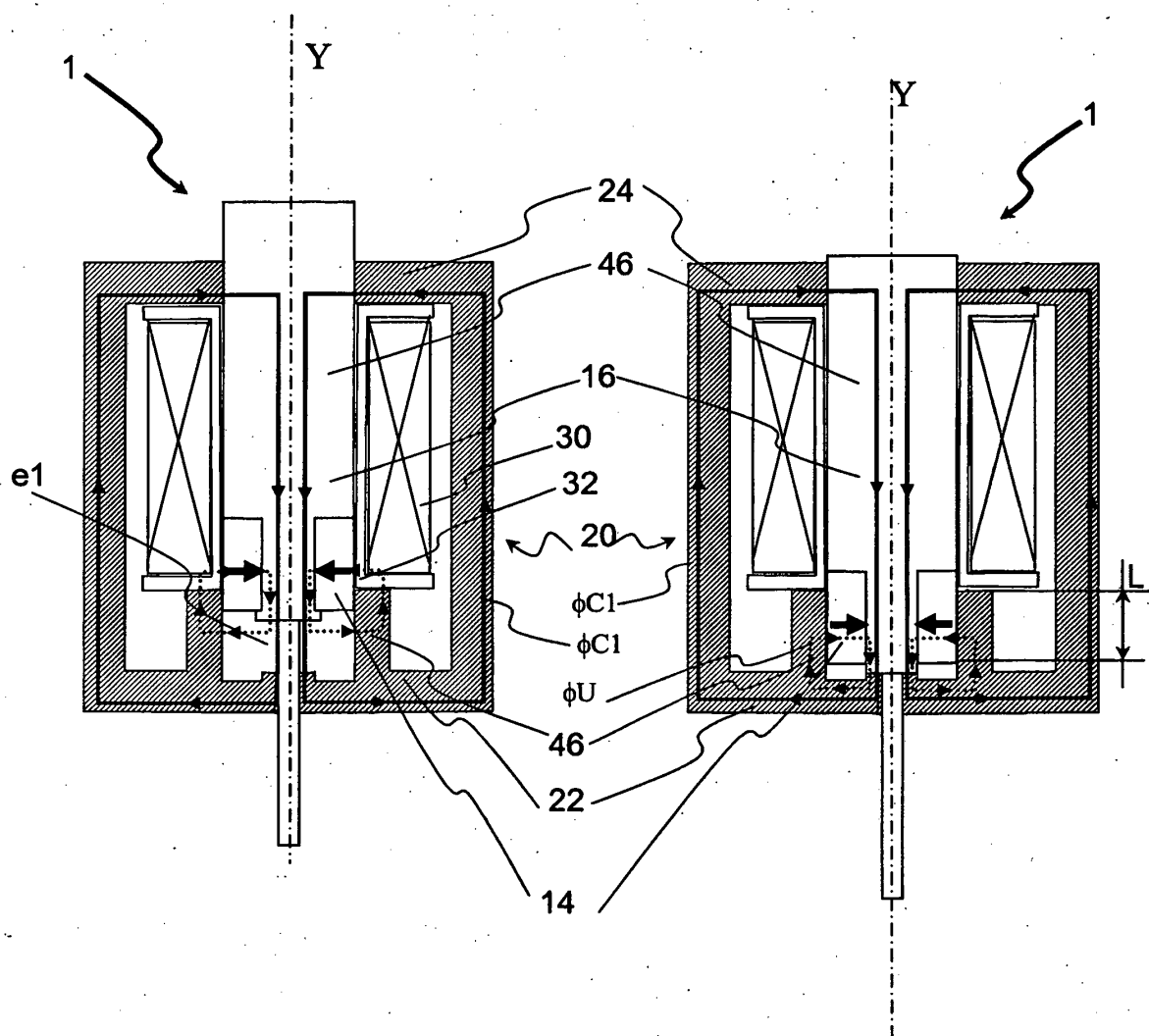


Fig. 3A

Fig. 3B

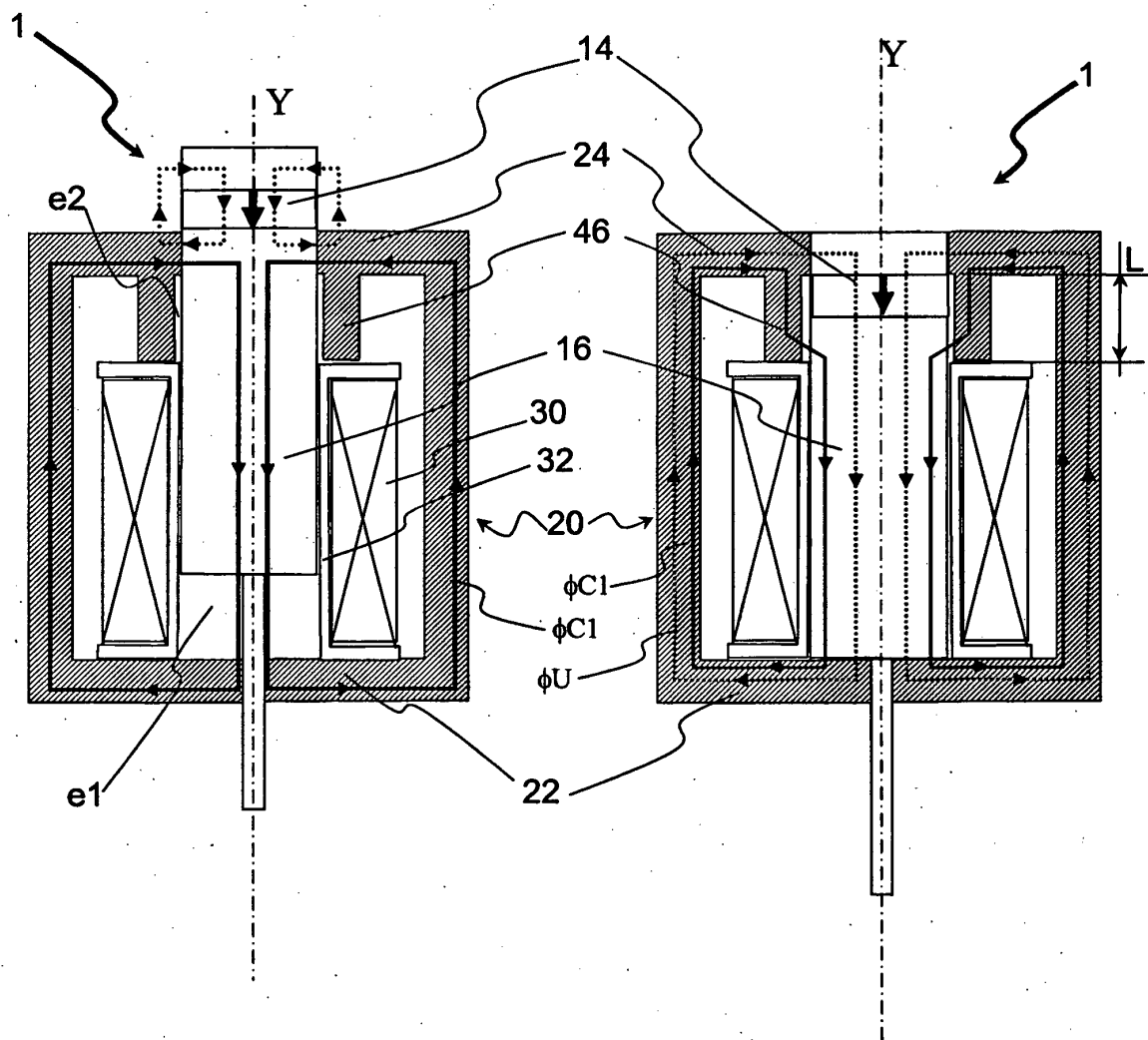


Fig. 4A

Fig. 4B

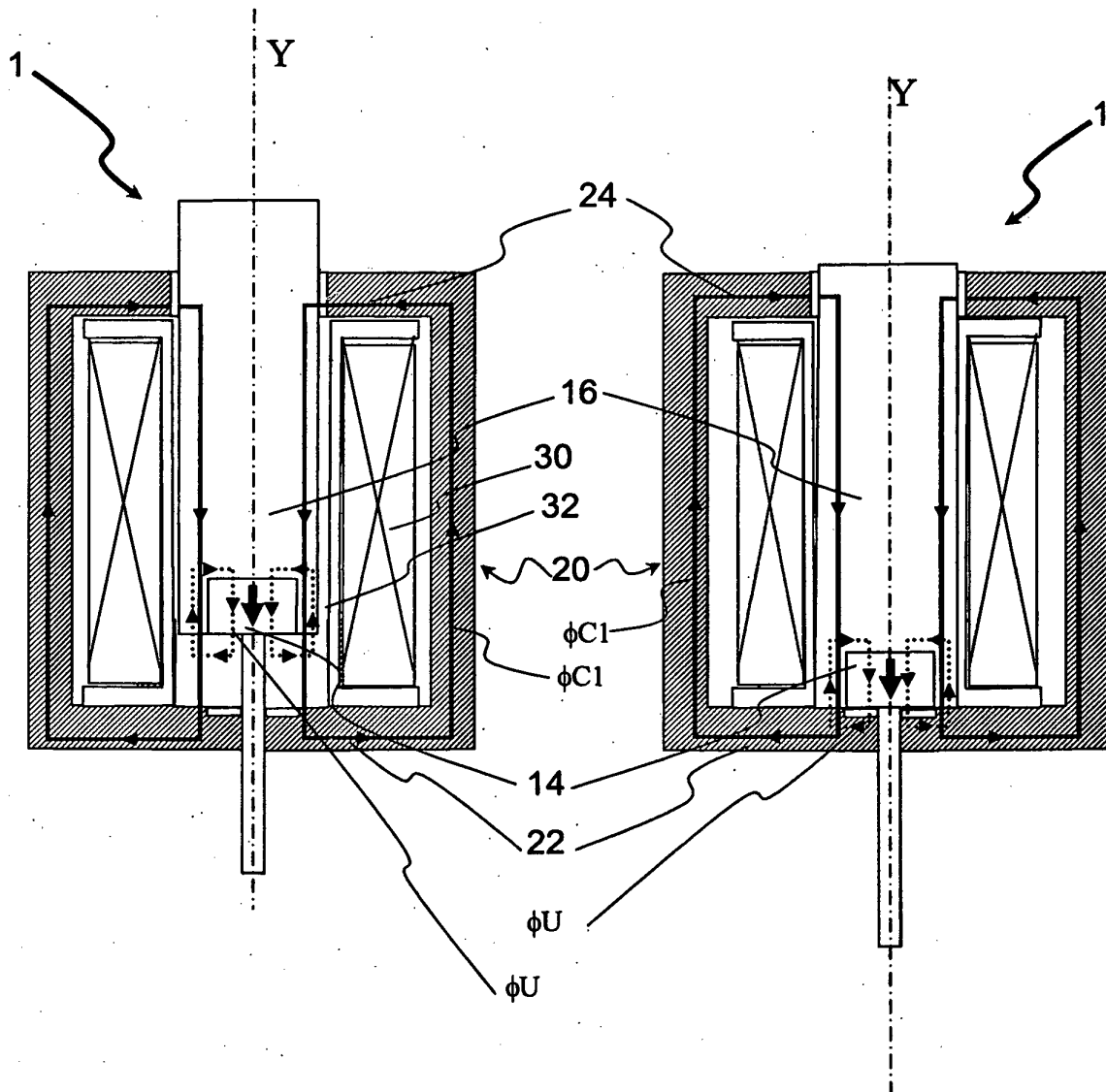


Fig. 5A

Fig. 5B

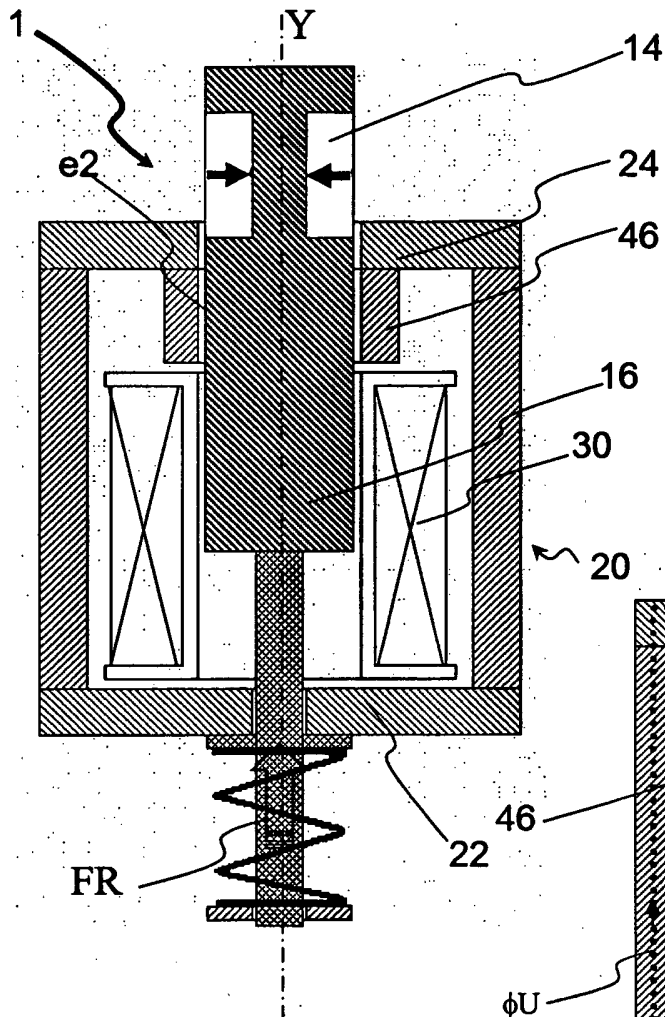


Fig. 6

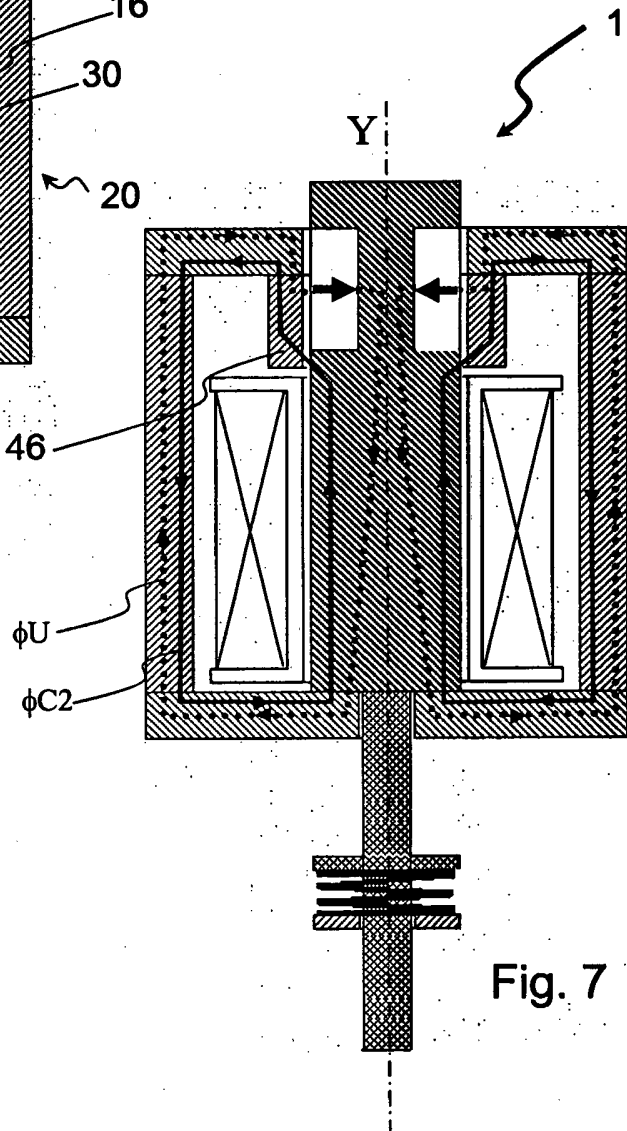


Fig. 7

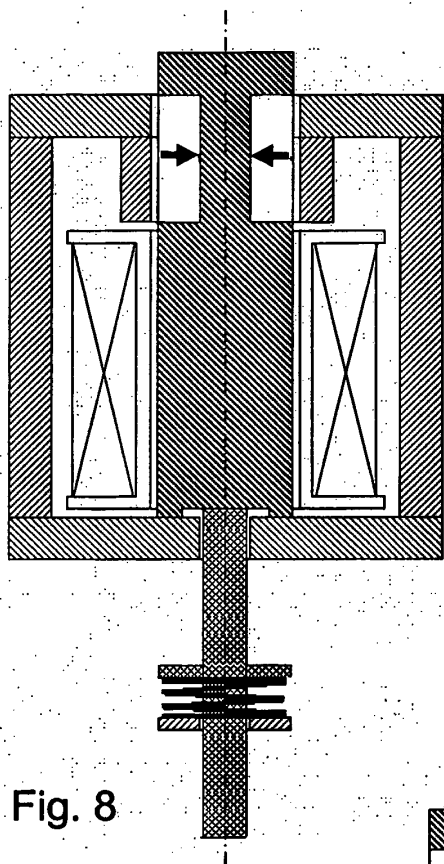


Fig. 8

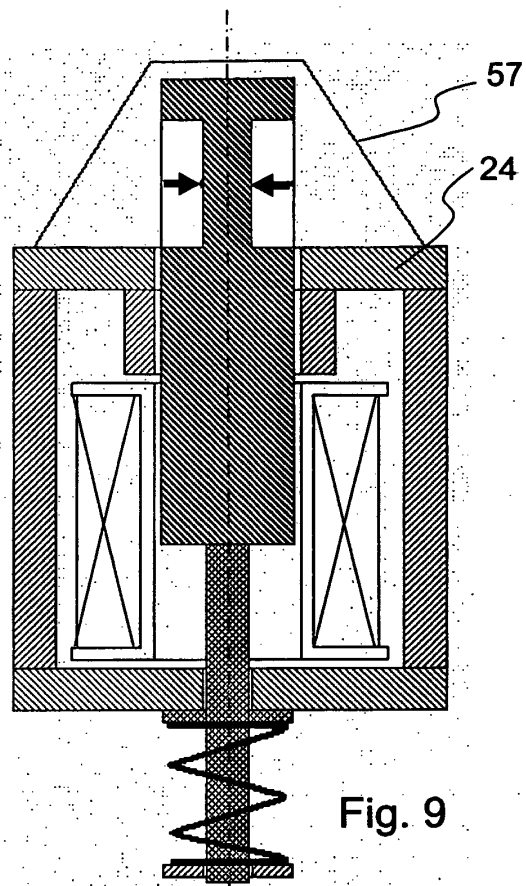


Fig. 9

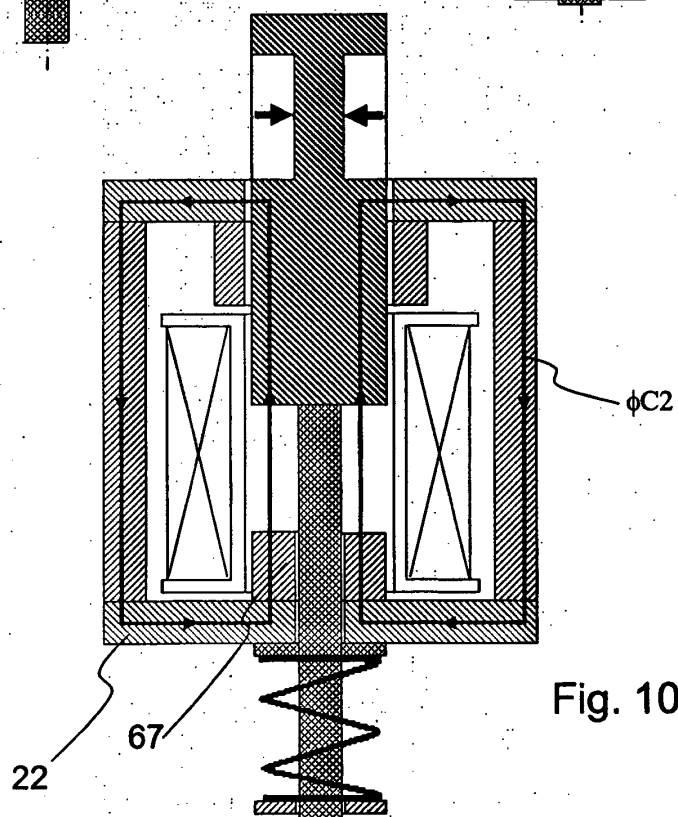


Fig. 10

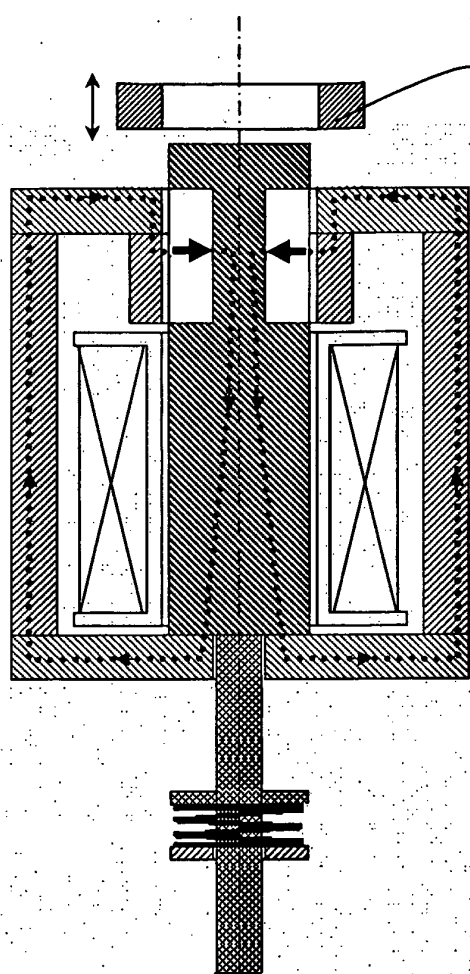


Fig. 11A

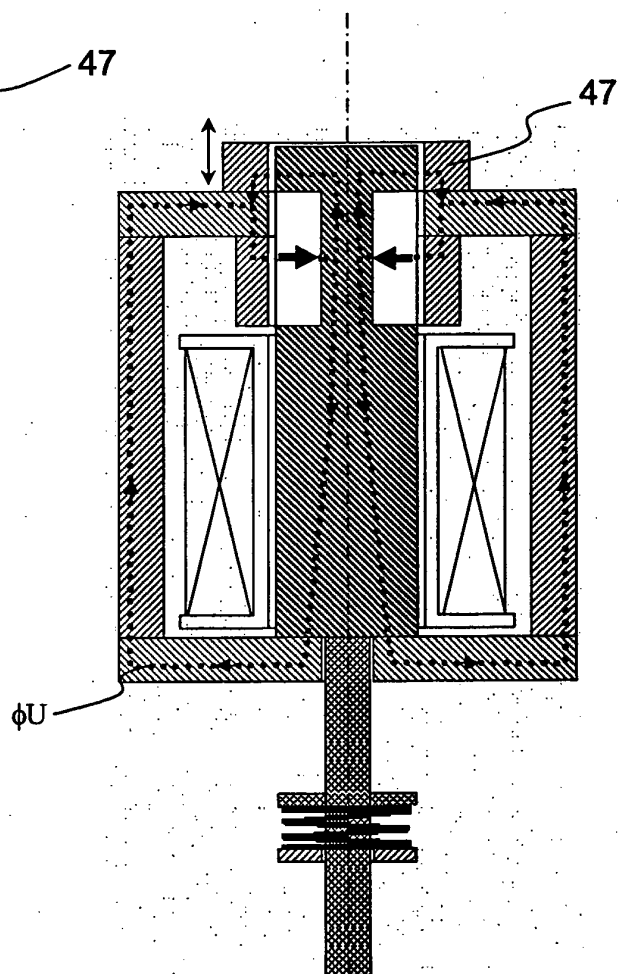


Fig. 11B

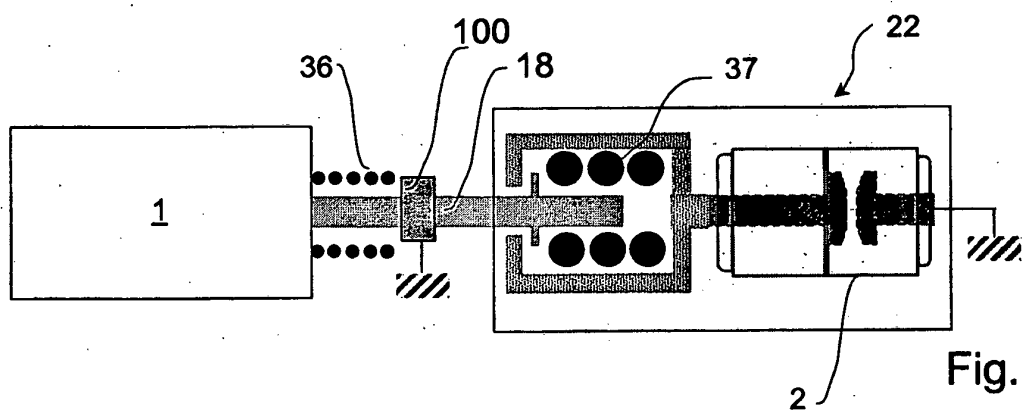


Fig. 12

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

- EP 0867903 B1 [0003]
- US 6373675 B1 [0003]
- WO 9507542 A [0005] [0007]
- WO 2008135670 A [0006]
- EP 1012856 B1 [0008]