



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 202 315 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
02.05.2002 Bulletin 2002/18

(51) Int Cl.7: **H01H 71/50, H01H 71/24**

(21) Numéro de dépôt: **01410119.0**

(22) Date de dépôt: **21.09.2001**

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

(72) Inventeur: **Batteux, Pierre,
Schneider Electric Industries SA
38050 Grenoble cedex 09 (FR)**

(74) Mandataire: **Broydé, Marc et al
Schneider Electric Industries SA,
Service Propriété Industrielle - A7
F-38050 Grenoble Cedex 09 (FR)**

(30) Priorité: **27.10.2000 FR 0013789**

(71) Demandeur: **Schneider Electric Industries SA
92500 Rueil-Malmaison (FR)**

(54) Actionneur à billes

(57) Un actionneur à billes 10 comporte un boîtier 12 supportant un percuteur 14 à ressort d'accumulation 16, une tige de commande 18 mobile en translation parallèlement à un axe géométrique 19, ainsi que des billes de verrouillage 20 et des billes de commande 22 en nombre égal. Lorsque la tige est mue en translation par un relais électromagnétique 100, les billes de commande 22 s'échappent et permettent le déblocage des

billes de verrouillage 20, de sorte que le percuteur 14 est libéré. Chaque bille de commande 22 est en contact avec deux billes de verrouillage 20 et avec la tige 18, de sorte que les efforts appliqués à la tige 18 par les billes de commande 22 sont bien moins importants que les efforts exercés par le percuteur 14 sur les billes de verrouillage 22. On obtient ainsi un actionneur à haut rendement, nécessitant une faible énergie de manoeuvre, dans un encombrement réduit.

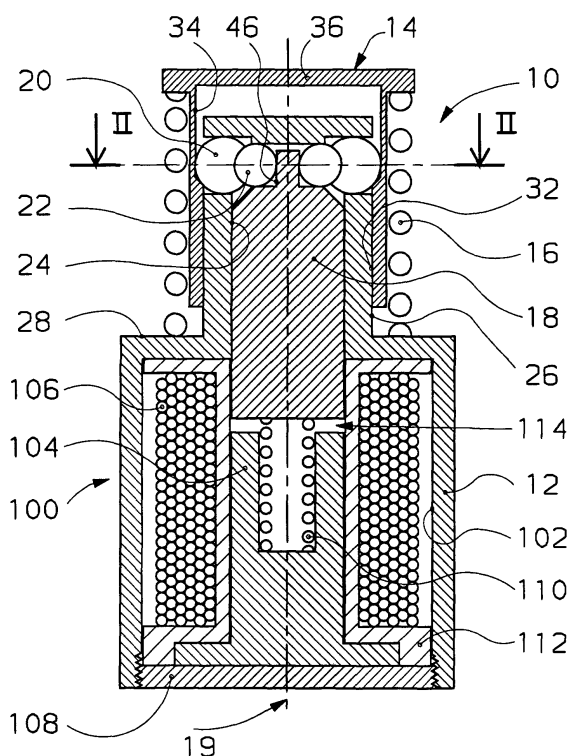


Fig. 1

EP 1 202 315 A1

Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] L'invention est relative à un actionneur à billes de rendement élevé et de faible encombrement, destiné notamment à la commande d'un mécanisme d'ouverture et de fermeture d'un appareillage de coupure électrique, notamment à la commande d'un disjoncteur de puissance.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Le document DE 23 40 450 décrit un dispositif de verrouillage à billes d'un interrupteur électrique, comprenant un pêne de verrouillage coulissant en translation dans un boîtier et un sous-ensemble de commande constitué d'une tige de commande à mouvement axial disposée perpendiculairement à l'axe de translation du pêne et munie d'un plateau de support pour deux billes. En position de verrouillage, une première des deux billes prend appui d'un côté sur une extrémité plane du pêne, et de l'autre sur la tige. La surface de l'extrémité plane du pêne est parallèle à la surface de contact de la tige, de sorte que le pêne ne transmet à la tige que des efforts purement radiaux. Ceux-ci sont repris par la deuxième bille qui s'interpose entre la tige et le boîtier. L'extrémité du pêne comporte en outre dans une partie inférieure un chanfrein formant une rampe. Pour libérer le pêne, il suffit de déplacer la tige, de sorte que la première bille roule au contact de la tige d'une part et de l'extrémité plane du pêne d'autre part, jusqu'à se retrouver en face de la rampe du pêne. A ce moment, la bille est éjectée et libère le pêne. Un tel dispositif est relativement performant, mais il est extrêmement sensible aux tolérances de cotes et à l'usure des pièces. Les efforts appliqués par les deux billes à la tige sont importants et peuvent laisser une empreinte dans la tige. De plus, si le diamètre de la deuxième bille ne correspond pas exactement à la distance entre la tige et le boîtier, les efforts radiaux transmis par la première bille à la tige en position de verrouillage, ne seront pas intégralement transmis à la deuxième bille et tendront à déformer la tige.

[0003] Le document DE 1 131 304 décrit un dispositif de verrouillage d'un accrochage d'interrupteur électrique haute tension, comportant un pêne de verrouillage coulissant dans un boîtier et prenant appui une rangée de quatre rouleaux. En position de verrouillage, les quatre rouleaux sont alignés dans l'axe de translation du pêne, et le rouleau le plus éloigné du pêne prend appui sur une paroi du boîtier. Un poussoir permet de désaligner les rouleaux intermédiaires situés en deuxième et troisième position, mais ces rouleaux intermédiaires sont rappelés en position d'alignement par des ressorts de rappel. Tant que l'alignement des quatre rouleaux est maintenu, l'effort exercé par le pêne est transmis intégralement de rouleau en rouleau jusqu'au boîtier. Lorsqu'on agit sur le poussoir, on fait rouler les deux rouleaux intermédiaires vers leur position désalignée contre la sollicitation des ressorts de rappel. Dès que l'alignement des rouleaux est détruit, le pêne est libéré. Le maintien des rouleaux intermédiaires dans l'alignement du pêne dépend du tarage des ressorts de rappel. En effet, dès que les rouleaux intermédiaires commencent à se désaligner, une partie importante de l'effort exercé par le pêne est transmise aux ressorts de rappel. Dès que le dispositif est soumis à des chocs ou des vibrations tendant à désaligner les rouleaux, les ressorts de rappel sont soumis à de fortes sollicitations dus aux efforts exercés par le pêne. Si l'on veut diminuer la sensibilité du dispositif aux chocs, il convient d'augmenter la raideur des ressorts de rappel, de sorte que la force à appliquer sur la tige pour désaligner le dispositif augmente. Par ailleurs, la course du pêne est limitée.

[0004] Dans le document FR 1.060.856 est décrit un actionneur comportant : un boîtier définissant un axe géométrique de translation ; une tige de commande mobile en translation par rapport au boîtier parallèlement à l'axe géométrique de translation, entre une position de commande verrouillée et une position de commande déverrouillée, et comportant une surface de roulement ; un percuteur mobile en translation par rapport au boîtier parallèlement à l'axe géométrique translation entre une position armée et une position désarmée, et comportant une portée ; un moyen d'entraînement du percuteur coopérant avec le percuteur de telle manière que lorsque le percuteur est dans sa position armée, le moyen d'entraînement du percuteur rappelle le percuteur vers la position désarmée ; un ensemble de quatre billes de verrouillage, chaque bille de verrouillage étant mobile entre une position de verrouillage et une position de retrait, chaque bille de verrouillage en position de verrouillage étant en appui contre ladite portée du percuteur, chaque bille de verrouillage ayant un centre ; un ensemble de quatre billes de commande, chaque bille de commande ayant un centre ; l'actionneur étant tel que lorsque le percuteur est en position armée et la tige en position de commande verrouillée, les centres des billes de verrouillage et des billes de commande sont disposés dans un même plan géométrique perpendiculaire à l'axe géométrique de translation. Le dispositif n'assure aucune démultiplication d'efforts entre les billes de verrouillage et les billes de commande.

[0005] Le document DE 1.006.044 décrit quant à lui un système de verrouillage comportant une bille de commande et deux billes de verrouillage, pour permettre une démultiplication des efforts. Un mécanisme de verrouillage d'un type analogue, avec une bille de commande et deux billes de verrouillage, est décrit dans le document FR2.417.177. De tels mécanismes sont limités en puissance par le faible nombre de billes de commande et le faible nombre de billes

de verrouillage. De plus, deux billes de verrouillage sont nécessaires pour une bille de commande.

EXPOSE DE L'INVENTION

[0006] L'invention vise donc remédier aux inconvénients de l'état de la technique, de manière à proposer un actionneur à billes de rendement élevé, nécessitant une très faible énergie de manoeuvre pour libérer une énergie mécanique importante.

[0007] Elle vise également à réduire l'encombrement de l'actionneur et à limiter le nombre de billes, pour une énergie mécanique accumulée donnée. Elle vise également à augmenter la course de l'organe mobile délivrant l'énergie cinétique accumulée. Elle vise également à rendre le mécanisme de l'actionneur peu sensible aux dispersions de cotes, dues aux tolérances de fabrication ou à l'usure. Elle vise également à rendre l'actionneur relativement peu sensible aux chocs et vibrations mécaniques. Elle vise également à augmenter la rapidité de l'actionneur. De manière plus générale, elle vise enfin à réduire le coût de fabrication de l'actionneur.

[0008] Selon l'invention, ces objectifs sont atteints grâce à un actionneur comportant :

- un boîtier définissant un axe géométrique de translation ;
- une tige de commande mobile en translation par rapport au boîtier parallèlement à l'axe géométrique de translation, entre une position de commande verrouillée et une position de commande déverrouillée, et comportant une surface de roulement,
- un percuteur mobile en translation par rapport au boîtier parallèlement à l'axe géométrique de translation entre une position armée et une position désarmée, et comportant une portée,
- un moyen d'entraînement du percuteur coopérant avec le percuteur de telle manière que lorsque le percuteur est dans sa position armée, le moyen d'entraînement du percuteur rappelle le percuteur vers la position désarmée,
- un ensemble de n billes de verrouillage, n étant un nombre entier supérieur ou égal à trois, chaque bille de verrouillage étant mobile entre une position de verrouillage et une position de retrait, chaque bille de verrouillage en position de verrouillage étant en appui contre ladite portée du percuteur, chaque bille de verrouillage ayant un centre,
- un ensemble de n billes de commande, chaque bille de commande ayant un centre,

l'actionneur étant tel que lorsque le percuteur est en position armée et la tige en position de commande verrouillée, les centres des billes de verrouillage sont disposés dans un premier plan géométrique perpendiculaire à l'axe géométrique de translation, les centres des billes de commande sont disposés dans un deuxième plan géométrique perpendiculaire à l'axe géométrique de translation, chaque bille de commande est en appui contre la surface de roulement de la tige et contre deux billes de verrouillage correspondantes appartenant à l'ensemble des billes de verrouillage et le centre de chaque bille de commande est situé entre la tige et un troisième plan géométrique parallèle à l'axe géométrique de translation et passant par le centre de chacune desdites deux billes de verrouillage correspondantes.

[0009] L'interposition d'une bille de commande entre deux billes de verrouillage permet une répartition des efforts telle que les forces appliquées par les billes de commande à la tige ont une composante perpendiculaire à l'axe de translation de la tige qui est inférieure à la composante dans un plan perpendiculaire à l'axe de translation de la tige des forces appliquées par le percuteur aux billes de verrouillage. En d'autres termes, une partie des efforts appliqués par le percuteur ne sont pas transmis à la tige. Lorsque la tige quitte la position de commande verrouillée et commence à se déplacer vers la position de commande déverrouillée, chaque bille de commande roule sur la surface de roulement. De ce fait, l'énergie de commande nécessaire au déplacement de la tige entre sa position de commande verrouillée et sa position de commande déverrouillée est faible. Ceci permet de diminuer la puissance, la consommation et l'encombrement du dispositif d'entraînement de la tige.

[0010] Par ailleurs, la masse mobile constituée par les billes est relativement faible et leur déplacement est de très faible amplitude, d'une part, le déverrouillage du percuteur consécutif au déplacement de la tige est très rapide, ce qui assure un temps de réponse particulièrement performant, et que d'autre part, l'énergie potentielle emmagasinée dans le ressort est presque intégralement transmise au percuteur, ce qui assure un très bon rendement du mécanisme.

[0011] Par ailleurs, le mouvement de la tige est perpendiculaire aux premier et deuxième plans, de sorte que les billes travaillent en roulant sur la tige, et non en glissant, d'où une usure minimale.

[0012] Préférentiellement, le moyen d'entraînement du percuteur comporte un ressort d'accumulation coopérant avec le boîtier et le percuteur, de telle manière que lorsque le percuteur est dans sa position armée, le ressort d'accumulation se trouve dans un état chargé et rappelle le percuteur vers la position désarmée. L'énergie nécessaire pour entraîner la tige est très faible pour une énergie potentielle importante emmagasinée dans le ressort d'accumulation. L'actionneur obtenu constitue une unité fonctionnelle ne nécessitant pas d'ajustements importants lors de son implantation.

[0013] Préférentiellement, le ressort d'accumulation est un ressort hélicoïdal coaxial avec l'axe géométrique. La tige

est disposée le long de l'axe géométrique de translation, la portée du percuteur forme une surface de révolution autour de l'axe géométrique de translation, les centres des billes de verrouillage forment n sommets d'un polygone à n côtés centré sur l'axe géométrique de translation et les centres des billes de commande forment n sommets d'un polygone à n côtés centré sur l'axe géométrique de translation. Ainsi, les billes de commande sont automatiquement centrées par l'action conjointe des billes de verrouillage, ce qui rend le dispositif relativement insensible aux effets des dispersions de cotes et à l'usure.

[0014] Préférentiellement, le dispositif comporte en outre un moyen de rappel de la tige vers la position de commande verrouillée et un moyen d'entraînement de la tige vers la position de commande déverrouillée. Du fait de la démultiplication des efforts de verrouillage obtenue grâce à la disposition relative des billes de commande et des billes de verrouillage, la force que doit exercer le moyen de rappel de la tige est relativement faible, de sorte que le moyen d'entraînement de la tige n'a qu'une faible énergie à fournir pour contrer l'action du moyen de rappel de la tige et entraîner la tige vers la position de déverrouillage.

[0015] Selon un mode de réalisation préférentiel, un équipement mobile en matériau ferromagnétique coulisse en translation solidairement avec la tige. Le moyen d'entraînement de la tige comporte un enroulement d'excitation électromagnétique pour entraîner l'équipage mobile.

[0016] Avantageusement, l'équipage mobile est logé dans une cavité du boîtier. L'enroulement est supporté par le boîtier. Les chaînes de cotes sont alors réduites. La fiabilité du dispositif s'en trouve améliorée. De plus, l'ensemble obtenu est particulièrement compact.

[0017] Avantageusement l'équipage mobile est constitué par une partie de la tige. Le nombre de pièces s'en trouve réduit.

[0018] Selon un mode de réalisation, le moyen de rappel de la tige comporte un aimant permanent attirant l'équipage mobile. L'aimant permanent permet à lui seul d'assurer le maintien de la tige en position verrouillée et éventuellement tout ou partie du réarmement de la tige. Ceci permet de réduire considérablement la consommation électrique de l'actionneur de commande. Alternativement ou cumulativement, le moyen de rappel de la tige comporte un ressort de rappel.

[0019] Selon un mode de réalisation, la tige comporte une butée axiale sur laquelle portent les billes de commande lorsque le percuteur est en position armée et la tige en position de commande verrouillée, les premier et deuxième plans géométriques étant distincts, le deuxième plan géométrique étant situé entre le premier plan géométrique et la butée axiale. Avec une telle disposition, le mécanisme est polarisé mécaniquement vers la position de déverrouillage car la résultante des efforts appliqués par les billes de commande sur la tige comporte une composante axiale. Le rattrapage des jeux entre les billes est encore plus efficace.

[0020] Préférentiellement la tige, en passant de la position de commande verrouillée à la position de commande déverrouillée, se déplace dans un sens de commande, le deuxième plan géométrique étant décalé par rapport au premier plan géométrique dans ledit sens de commande. La résultante des efforts exercés par les billes de commande sur la tige a alors une composante axiale tendant à entraîner la tige vers sa position de commande déverrouillée. Le mouvement de déclenchement est alors très rapide, et la puissance nécessaire pour manoeuvrer la tige vers la position de déverrouillage est très faible.

[0021] Alternativement, il est possible de prévoir que les premier et deuxième plans soient confondus. Dans ce cas, les efforts transmis à la tige sont purement perpendiculaires à l'axe géométrique de translation.

[0022] Avantageusement un poussoir auxiliaire mobile entraîne la tige de la position de commande verrouillée à la position de commande déverrouillée en passant d'une première et une deuxième positions. Le poussoir permet d'actionner le mécanisme manuellement pour vérifier le fonctionnement de l'actionneur. Il permet également d'assurer le déclenchement par mécanisme extérieur au dispositif et destiné à fonctionner en parallèle avec l'actionneur de commande électromagnétique.

[0023] Avantageusement, les billes de commande, les billes de verrouillage et au moins une partie de la tige sont logées dans une cavité délimitée par des parois du boîtier et par le percuteur, lesdites parois formant une surface de guidage coopérant avec le percuteur de façon à assurer une étanchéité à la poussière lorsque le percuteur se déplace entre la position armée et la position désarmée. La fiabilité du mécanisme est ainsi assurée avec une grande économie de moyens.

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 :

- la figure 1 représente une coupe axiale d'un dispositif selon un premier mode de réalisation de l'invention, dans une position armée ;

- la figure 2 représente une section radiale agrandie suivant un plan II-II de la figure 1, du dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention, en position armée ;
- la figure 3 représente un détail agrandi de la figure 1 ;
- la figure 4 représente une coupe axiale du dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention, dans une position intermédiaire fugitive de déclenchement ;
- la figure 5 représente une coupe axiale du dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention, dans une position désarmée ;
- la figure 6 représente une section radiale du dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention, dans une position désarmée ;
- la figure 7 représente une section radiale d'un dispositif illustrant un cas limite théorique ;
- la figure 8 représente une coupe axiale d'un dispositif selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, en position armée ;
- la figure 9 représente un détail agrandi de la figure 8 ;
- la figure 10 représente une coupe axiale du dispositif selon le deuxième mode de réalisation de l'invention, dans une position intermédiaire fugitive de déclenchement ;
- la figure 11 représente une coupe axiale du dispositif selon le deuxième mode de réalisation de l'invention, dans une position désarmée.

DESCRIPTION DETAILLEE DE DIFFERENTS MODES DE REALISATION

[0025] En référence aux figures 1 à 6, un actionneur à billes 10 selon un premier mode de réalisation de l'invention comporte un boîtier 12 supportant un percuteur 14 à ressort d'accumulation 16, une tige de commande 18 mobile en translation parallèlement à un axe géométrique 19, des billes de verrouillage 20 et des billes de commande 22.

[0026] Le boîtier 12, de forme générale cylindrique, forme un alésage 24 de guidage interne axial pour la tige de commande 18, une surface cylindrique 26 de guidage externe pour le percuteur 14, un épaulement 28 d'appui pour une extrémité du ressort d'accumulation 16 et une cage 30 visible sur la figure 2, pour réceptionner les billes de verrouillage 20 et les billes de commande 22. Le percuteur 14 comporte une partie tubulaire 32 cylindrique coulissant sur la surface de guidage externe 26 du boîtier, et se prolonge par un chambrage 34 de diamètre intérieur légèrement plus important, fermé par un chapeau 36 servant d'appui pour une deuxième extrémité du ressort d'accumulation 16. Le percuteur 14 et la surface de guidage externe 26 du boîtier sont usinés de manière à réaliser une étanchéité à la poussière. Un chanfrein 40, visible en particulier sur la figure 3, raccorde la partie tubulaire 32 de guidage au chambrage 34. La tige 18 comporte une surface de guidage 44 coulissant sur les parois 24 de l'alésage de guidage interne axial du boîtier, et une surface de roulement cylindrique 46. Le ressort d'accumulation 16 est un ressort de compression, qui accumule de l'énergie potentielle lorsqu'on le comprime et libère de l'énergie cinétique lors de sa détente. Comme le montrent les figures 2 et 3, la cage 30 comporte des surfaces de guidage radial 50 assurant un guidage radial des billes de verrouillage 20 et des surfaces de guidage axial 52, 54 assurant le maintien axial des billes de verrouillage 20.

[0027] Un relais électromagnétique 100 à électroaimant est associé à l'actionneur pour entraîner la tige de commande 18. Le relais est logé dans un chambrage 102 du boîtier et comporte un shunt 104 destiné à épanouir le champ magnétique, une bobine de magnétisation 106, un bouchon 108 permettant de refermer le flux magnétique et un ressort de rappel 110, le tout positionné et guidé grâce à un cadre isolant 112. La tige 18 est en matériau ferromagnétique et constitue ainsi un noyau plongeur sollicité par le ressort de rappel 110 dans le sens d'un élargissement de l'entrefer 114 entre la tige 18 et le shunt 104.

[0028] Dans la position armée des figures 1 à 3, les centres de billes de verrouillage 20 forment les sommets d'un premier polygone 56, en l'occurrence un carré, situé dans un plan géométrique perpendiculaire à l'axe de translation 19 de la tige, en l'occurrence le plan de coupe II-II de la figure 2. Les billes de commande 22 sont au contact de la surface de roulement de la tige, et s'intercalent entre les billes de verrouillage 20. Les centres des billes de commande 22 constituent les sommets d'un deuxième polygone 58, en l'occurrence un carré, situé lui aussi dans le plan géométrique de coupe II-II de la figure 2, à l'intérieur du premier polygone 56, et décalé par rapport à celui-ci d'un huitième de tour, de sorte que chaque bille de verrouillage 20 est en appui sur deux billes de commande 22 et que chaque bille de commande 22 sert d'appui à deux billes de verrouillage 20. Les billes de commande sont en butée contre la butée axiale 54. Les billes de verrouillage 20 sont en appui contre le chanfrein 40. Le ressort d'accumulation 16 est comprimé. Le percuteur 14 est donc bloqué en position par les billes de verrouillage 20, qui sont elles-mêmes bloquées par les billes de commande 22 maintenues en position par la tige sous la poussée du ressort de rappel qui tend à écarter la tige du shunt. La tige 18 est dans une position dite de commande verrouillée.

[0029] Pour manoeuvrer le dispositif, on alimente la bobine 106. Le noyau plongeur constitué par la tige 18 est attiré dans le sens de la flèche 116 sur la figure 4 et vient se plaquer sur le shunt 104 contre la force de rappel du ressort 110. Les billes de commande 22 roulent sur la surface de roulement 46 comme indiqué sur la figure 4 et sortent du plan géométrique de coupe de la figure 2. Dès que l'alignement est brisé, les billes de verrouillage, sous la poussée

du chanfrein 40, éjectent les billes de commande 22 qui s'échappent en direction axiale selon les flèches représentées sur la figure 5. Les billes de verrouillage 20 s'effacent radialement vers la tige 18 dans l'espace libéré comme le montre la figure 6, et libèrent le percuteur 14. Le percuteur 14 est entraîné par le ressort d'accumulation 16 vers le haut jusqu'à atteindre une position désarmée représentée sur la figure 5. La tige 18 se retrouve dans une position dite de commande déverrouillée.

[0030] Pour réarmer l'actionneur 10, il suffit dans un premier temps de ramener par des moyens quelconques le percuteur 14 de la position de la figure 5 à celle de la figure 1, ce qui permet de redonner un espace aux billes de verrouillage 20. La tige, sous l'action répulsive du ressort de rappel 110, rétablit l'entrefer 114 avec le shunt 104. Les billes de verrouillage 20 et de commande 22 retrouvent alors leur position représentée sur la figure 1. Le percuteur 14 se trouve bloqué dans la position armée du fait de l'interposition des billes de verrouillage 20.

[0031] Pour modéliser simplement le système, on a représenté sur la figure 2 :

- un angle α entre un axe passant par les centres de deux billes de verrouillage voisines d'une part, et un axe passant par le centre de l'une des deux billes de verrouillage et le centre d'une bille de commande voisine d'autre part ;
- un angle β entre l'axe passant par les centres de deux billes de verrouillage voisines d'une part, et un axe passant par le centre d'une bille de verrouillage et coupant l'axe de translation de la tige d'autre part.

[0032] Dans ce modèle simplifié, on considère que l'effort exercé par le percuteur sur chaque bille de verrouillage a une composante axiale F_0 parallèle à l'axe géométrique et une composante radiale F_1 . Les forces de réaction entre deux billes étant essentiellement normales à la surface de contact, les billes de verrouillage 20 ne peuvent transmettre que des efforts purement radiaux aux billes de commande 22. Par conséquent, les surfaces de guidage axial 54 des billes reprennent l'intégralité de la composante axiale. Chacune des billes de verrouillage 20 exerce sur chacune des billes de commande 22 avoisinantes une force F_2 purement radiale, dont le module est fonction de l'angle β suivant la formule :

$$F_2 = \frac{F_1}{2 \cos \beta}$$

[0033] En tenant compte des symétries du système, en supposant que les forces exercées par le percuteur sur chacune des billes de verrouillage ont une composante radiale dont le module est égal à F_1 , et en remarquant que chaque bille de commande est soumise aux sollicitations de deux billes de verrouillage, on déduit que chaque bille de commande exerce sur la surface de roulement de la tige une force radiale dont le module F_3 est fonction de l'angle α suivant la formule :

$$F_3 = 2F_2 \sin \alpha$$

[0034] Les angles α et β sont liés par les équations :

$$\begin{cases} 2(\alpha + \beta) + \frac{2\pi}{n} = \pi \\ 0 < \beta < \frac{\pi}{2} \\ 0 < \alpha < \frac{\pi}{2} \\ n \geq 3 \end{cases}$$

soit :

$$\begin{cases} \alpha + \beta = \frac{n-2}{2n} \pi \\ 0 < \beta < \frac{n-2}{2n} \pi < \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

où n est un nombre entier supérieur à 2, qui représente le nombre de bille de verrouillage, par ailleurs égal au nombre de billes de commande.

[0035] On obtient alors une relation entre le rapport F_3/F_1 et l'angle β pour un nombre n donné, qui s'exprime de la manière suivante :

$$\begin{cases} \frac{F_3}{F_1} = \frac{\sin \alpha}{\cos \beta} = \frac{\sin\left(\frac{n-2}{2n} \pi - \beta\right)}{\cos \beta} = \sin\left(\frac{n-2}{2n} \pi\right) - \operatorname{tg} \beta \cos\left(\frac{n-2}{2n} \pi\right) \\ 0 < \frac{F_3}{F_1} < \sin\left(\frac{n-2}{2n} \pi\right) < 1 \end{cases}$$

[0036] On voit donc que le rapport F_3/F_1 est toujours inférieur à 1. Dans le cas particulier considéré dans le premier mode de réalisation de l'invention, où $n = 4$, on obtient :

$$\begin{cases} \frac{F_3}{F_1} = \frac{\sqrt{2}}{2} (1 - \operatorname{tg} \beta) \\ 0 < \frac{F_3}{F_1} < \frac{\sqrt{2}}{2} \end{cases}$$

[0037] Le module F_3 de la force exercée par les billes de commande sur la tige en position armée conditionne l'énergie nécessaire à la manoeuvre de la tige. En faisant varier le diamètre de la tige et le diamètre des billes, on peut faire varier l'angle β dans l'intervalle, et donc la valeur de F_3 pour une force F_1 de verrouillage donnée. On peut donc obtenir une large gamme d'actionneurs utilisant des ressorts plus ou moins puissants, sans avoir à faire varier l'énergie de manoeuvre.

[0038] La limite théorique du modèle est obtenue avec le schéma purement théorique de la figure 7 où l'angle α est nul et où la force F_3 transmise à la tige 18 est nulle.

[0039] Le modèle simplifié précédent ne tient pas compte des différences de cotes dues aux tolérances et aux usures du mécanisme. Il convient toutefois de souligner que les billes de commande sont sollicitées chacune par deux billes de verrouillage et par la tige, de sorte qu'elles répartissent les efforts appliqués par les billes de verrouillage. De plus, elles se trouvent automatiquement centrées dans le plan radial de fonctionnement.

[0040] L'actionneur selon le deuxième mode de réalisation de l'invention, représenté sur les figures 8 à 11 est de constitution voisine de celui du premier mode de réalisation, de sorte que les mêmes signes de référence ont été pris pour désigner des éléments identiques ou similaires. L'actionneur selon le deuxième mode de réalisation diffère du précédent essentiellement par le fait qu'en position armée, les centres des billes de verrouillage 20 se trouvent dans un premier plan géométrique 60 perpendiculaire à l'axe de translation 19 de la tige, et les centres des billes de commande se trouvent dans un deuxième plan 62, parallèle au premier plan 60, et décalé par rapport à celui-ci. Cette disposition a pour effet d'ajouter une composante axiale à l'effort transmis par les billes de verrouillage aux billes de commande en position armée. En position armée, les billes de commande 22 portent sur une butée axiale 64 formée par une tête 48 de la tige et lui transmettent les efforts axiaux. Il est donc nécessaire d'appliquer une force axiale de

maintien à la tige 18, de façon à maintenir l'actionneur en position armée. Lorsque l'effort de maintien est interrompu, les billes de commande 22 repoussent la tige 18 et se déplacent vers le haut, libérant les billes de verrouillage 20.

[0041] Un relais électromagnétique 200 est associé à l'actionneur pour entraîner la tige 18. Le relais est logé dans un chambrage 102 du boîtier et comporte un shunt 204 destiné à épanouir le champ magnétique, une bobine de démagnétisation 206, un bouchon 208 permettant de refermer le flux magnétique, un aimant permanent 210 disposé à l'opposé de l'extrémité de la tige 18 et un poussoir mécanique 211, le tout guidé et maintenu par un cadre 212. La tige 18 est en matériau ferromagnétique et constitue un noyau plongeur du relais 200.

[0042] L'actionneur selon le deuxième mode de réalisation de l'invention fonctionne de la manière suivante. En position armée, sur la figure 8, l'aimant permanent 210 rappelle la tige vers sa position de commande verrouillée, avec une force supérieure à la résultante axiale des forces exercées par les billes de commande 22 sur la tige 18, de sorte que l'aimant permanent 210 assure le maintien de la tige 18 en position de commande verrouillée. Lorsque la bobine 206 est alimentée, elle produit un flux magnétique annulant celui de l'aimant permanent 210, de sorte que la tige 18, sollicitée par les billes de commande 22, se décolle du shunt 204 et crée un entrefer 214. Les billes de commande roulent sur la surface de roulement 46 comme le montre la figure 10, puis sont éjectées comme le montre la figure 11. Le réarmement du dispositif est obtenu en ramenant par un moyen quelconque le percuteur jusqu'à la position armée de la figure 8. Dès que cette position est atteinte, l'aimant permanent 210 attire la tige 18 qui vient s'accoler contre le shunt 204. Le poussoir 211 est un élément optionnel qui permet un déclenchement mécanique du dispositif. Dans la position armée de la figure 8, il repose par une extrémité contre l'extrémité de la tige 18. Si le poussoir 211 est enfoncé, il entraîne la tige 18.

[0043] En position de commande verrouillée, les billes de commande 22 sont sollicitées radialement et axialement d'une part par les deux billes de verrouillage 20 avoisinantes, et d'autre part par la tige 18, au niveau de la tête 48 et de la surface de roulement 46. Le centrage des billes de commande 22 et le rattrapage des différences de cotes se font naturellement.

[0044] Le réarmement de l'actionneur peut être obtenu par une interaction entre la tige et le percuteur : dans une première étape, le percuteur est ramené en position armée et repousse la tête de la tige, libérant l'espace nécessaire pour le logement des billes, puis dans une deuxième étape, le percuteur poursuit sa course au-delà de la position armée pour plaquer la tige contre l'aimant permanent. Ceci permet de limiter la puissance de l'aimant permanent.

[0045] Naturellement, diverses modifications sont possibles.

[0046] L'invention est applicable avec un nombre n quelconque de billes verrouillage, n étant un nombre entier supérieur ou égal à trois. Pratiquement, on peut très bien envisager une réalisation à trois billes ou à cinq billes, ou plus. Pour un nombre n quelconque de billes (n étant supérieur à trois), les centres de billes de verrouillage forment un polygone à n côtés et les centres de billes de commande forment également un polygone à n côtés, inscrit à l'intérieur du précédent, et décalé de π/n par rapport au précédent. Plus généralement, le centre de chaque bille de commande se trouve situé entre la tige d'une part, et un plan parallèle à l'axe de translation 19 et passant par les centres des deux billes de verrouillage avec laquelle elle est en contact d'autre part, ce qui revient à dire que d'une certaine manière que chaque bille de verrouillage se trouve entre les deux billes de verrouillage avec lesquelles elle est en contact et la tige.

[0047] Le ressort d'accumulation peut être remplacé par tout autre type de moyen d'entraînement assurant l'entraînement du percuteur de la position armée à la position désarmée, ainsi que le rappel constant vers la position désarmée, tant que le percuteur se trouve en position armée. On peut notamment songer à un moyen d'entraînement constitué par une masse agissant par gravité sur l'extrémité du percuteur, dans le cas où ce dernier est placé vers le bas, dans le sens contraire de celui illustré par les figures.

[0048] Le relais électromagnétique peut être de tout type : avec ou sans aimant permanent, polarisé ou non, etc... L'actionneur peut être associé à tout autre dispositif de commande qu'un électroaimant. La tige n'est pas nécessairement en matériau ferromagnétique, elle peut être solidarisée à un noyau magnétique.

[0049] Les parties purement mécaniques et les moyens d'entraînement électromagnétiques des premier et deuxième modes de réalisation peuvent être intervertis. Ainsi, il est possible d'adapter un relais à aimant permanent à un actionneur ayant, en position de commande verrouillée, les centres de billes de verrouillage et des billes de commande coplanaires. Inversement, il est possible d'adapter un relais à ressort de rappel à un actionneur ayant deux plans 60, 62 distincts.

[0050] Le relais électromagnétique peut être logé dans un boîtier indépendant du boîtier de l'actionneur. Shunt et bouchon peuvent être d'une seule pièce.

[0051] La surface de roulement peut avoir une section radiale non circulaire, par exemple une section polygonale avec une facette plane par bille de commande. La section radiale de la surface de roulement peut ne pas être constante. En particulier, la surface de roulement peut être tronconique, de manière à ce que la force appliquée par les billes de commande à la tige ait une composante axiale. La surface de roulement peut être une surface de révolution autour de l'axe de translation de la tige ayant une courbure quelconque, permettant ainsi une modulation de la composante axiale de la résultante des forces appliquées par les billes de commande à la tige au cours du déplacement de la tige.

[0052] Le sens de déplacement du percuteur lors de la détente du ressort d'accumulation peut être opposé au sens de déplacement de la tige de sa position de commande verrouillée à sa position de commande déverrouillée. La tige peut faire saillie au travers du percuteur.

[0053] Suivant une variante non représentée du deuxième mode de réalisation, il est également possible de prévoir un dispositif dans lequel le plan contenant les centres des billes de commande se trouve en dessous du plan contenant les centres des billes de verrouillage, de sorte que les billes de commande exercent sur une butée intermédiaire de la tige une force ayant une composante axiale tendant à repousser la tige contre une butée de fin de course. Un tel actionneur a une position armée stable. Pour libérer le ressort d'accumulation, la tige doit être entraînée vers le haut, de manière à ce que les billes de commande repoussent radialement vers l'extérieur les billes de verrouillage, qui, au contact d'une rampe de l'épaule, repoussent axialement le percuteur contre la force exercée par le ressort d'accumulation. Dès que les billes de commande passent le point mort et se retrouvent au-dessus des billes de verrouillage, les billes de commande sont éjectées comme dans les modes de réalisation précédents et le percuteur est libéré. Ce mode de réalisation offre naturellement l'avantage d'une plus grande stabilité en position armée, mais il nécessite une énergie de commande plus importante.

[0054] L'actionneur n'est pas nécessairement associé à un moyen d'entraînement électromagnétique. On peut prévoir des applications dans lesquelles la tige est manœuvrée à la main ou par tout moyen adéquat. On peut envisager notamment que la tige soit manœuvrée par sa propre gravité, en plaçant l'actionneur la tête en bas par rapport aux modes de réalisation des figures.

Revendications

1. Actionneur (10) comportant :

- un boîtier (12) définissant un axe géométrique de translation (19) ;
- une tige de commande (18) mobile en translation par rapport au boîtier (12) parallèlement à l'axe géométrique de translation (19), entre une position de commande verrouillée et une position de commande déverrouillée, et comportant une surface de roulement (46),
- un percuteur (14) mobile en translation par rapport au boîtier parallèlement à l'axe géométrique de translation (19) entre une position armée et une position désarmée, et comportant une portée (40),
- un moyen d'entraînement (16) du percuteur (14) coopérant avec le percuteur (14) de telle manière que lorsque le percuteur (14) est dans sa position armée, le moyen d'entraînement (16) du percuteur rappelle le percuteur vers la position désarmée,
- un ensemble de n billes de verrouillage (20), n étant un nombre entier supérieur ou égal à trois, chaque bille de verrouillage (20) étant mobile entre une position de verrouillage et une position de retrait, chaque bille de verrouillage (20) en position de verrouillage étant en appui contre ladite portée (40) du percuteur, chaque bille de verrouillage ayant un centre,
- un ensemble de n billes de commande (22), chaque bille de commande ayant un centre,

l'actionneur étant tel que lorsque le percuteur (14) est en position armée et la tige (18) en position de commande verrouillée, les centres des billes de verrouillage (20) sont disposés dans un premier plan géométrique (II-II, 60) perpendiculaire à l'axe géométrique de translation (19), les centres des billes de commande (22) sont disposés dans un deuxième plan géométrique (II-II, 62) perpendiculaire à l'axe géométrique de translation (19), **caractérisé en ce que** l'actionneur est tel que lorsque le percuteur (14) est en position armée et la tige (18) en position de commande verrouillée, chaque bille de commande (22) est en appui contre la surface de roulement (40) de la tige et contre deux billes de verrouillage correspondantes appartenant à l'ensemble des billes de verrouillage (20) et le centre de chaque bille de commande (20) est situé entre la tige (18) et un troisième plan géométrique parallèle à l'axe géométrique de translation (19) et passant par le centre de chacune desdites deux billes de verrouillage correspondantes.

2. Actionneur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le moyen d'entraînement (16) du percuteur (14) comporte un ressort d'accumulation (16) coopérant avec le boîtier (12) et avec le percuteur (14) de telle manière que lorsque le percuteur (14) est dans sa position armée, le ressort d'accumulation (16) se trouve dans un état chargé et rappelle le percuteur (14) vers la position désarmée.

3. Actionneur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le ressort d'accumulation (16) est un ressort hélicoïdal coaxial avec l'axe géométrique (19).

4. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la tige (18) est disposée le long de l'axe géométrique de translation (19), la portée (40) du percuteur forme une surface de révolution autour de l'axe géométrique de translation (19), les centres des billes de verrouillage forment n sommets d'un polygone (56) à n côtés centré sur l'axe géométrique de translation (19) et les centres des billes de commande forment n sommets d'un polygone (58) à n côtés centré sur l'axe géométrique de translation (19).
5
5. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre :
10
 - un moyen de rappel de la tige (110, 210) vers la position de commande verrouillée ;
 - un moyen d'entraînement de la tige (106, 206) vers la position de commande déverrouillée.
6. Actionneur selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre un équipement mobile en matériau ferromagnétique couissant en translation solidairement avec la tige, le moyen d'entraînement de la tige (106, 206) comportant un enroulement (106, 206) d'excitation électromagnétique pour entraîner l'équipage mobile.
15
7. Actionneur selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'équipage mobile est logé dans une cavité (102) du boîtier.
8. Actionneur selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, **caractérisé en ce que** l'équipage mobile est constitué par une partie de la tige (18).
20
9. Actionneur selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** l'enroulement (106, 206) est supporté par le boîtier.
- 25 10. Actionneur selon l'une quelconque des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce que** le moyen de rappel de la tige comporte un aimant permanent (210) attirant l'équipage mobile.
11. Actionneur selon l'une quelconque des revendications 6 à 10, **caractérisé en ce que** le moyen de rappel de la tige comporte un ressort de rappel (110).
30
12. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la tige (18) comporte une butée axiale (64) sur laquelle portent les billes de commande (22) lorsque le percuteur (14) est en position armée et la tige en position de commande verrouillée, les premier (60) et deuxième (62) plans géométriques étant distincts, le deuxième plan géométrique (62) étant situé entre le premier plan géométrique (60) et la butée axiale (64).
35
13. Actionneur selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'il** est agencé de telle manière que la tige (18), en passant de la position de commande verrouillée à la position de commande déverrouillée, se déplace dans un sens de commande, le deuxième plan géométrique (62) étant décalé par rapport au premier plan géométrique (60) dans ledit sens de commande.
40
14. Actionneur selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** les premier et deuxième plans géométriques (II-II) sont confondus.
- 45 15. Actionneur selon l'une quelconque des précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre un poussoir auxiliaire (211) mobile entraînant la tige (18) de la position de commande verrouillée à la position de commande déverrouillée en passant d'une première et une deuxième positions.
- 50 16. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les billes de commande (22), les billes de verrouillage (20) et au moins une partie de la tige (18) sont logées dans une cavité délimitée par des parois du boîtier (12) et par le percuteur (14), lesdites parois formant une surface de guidage (26) coopérant avec le percuteur de façon à assurer une étanchéité à la poussière lorsque le percuteur se déplace entre la position armée et la position désarmée.
- 55 17. Actionneur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est agencé de telle manière que lorsque la tige (18) quitte la position de commande verrouillée et commence à se déplacer vers la position de commande déverrouillée, chaque bille de commande (22) roule sur la surface de roulement (40).

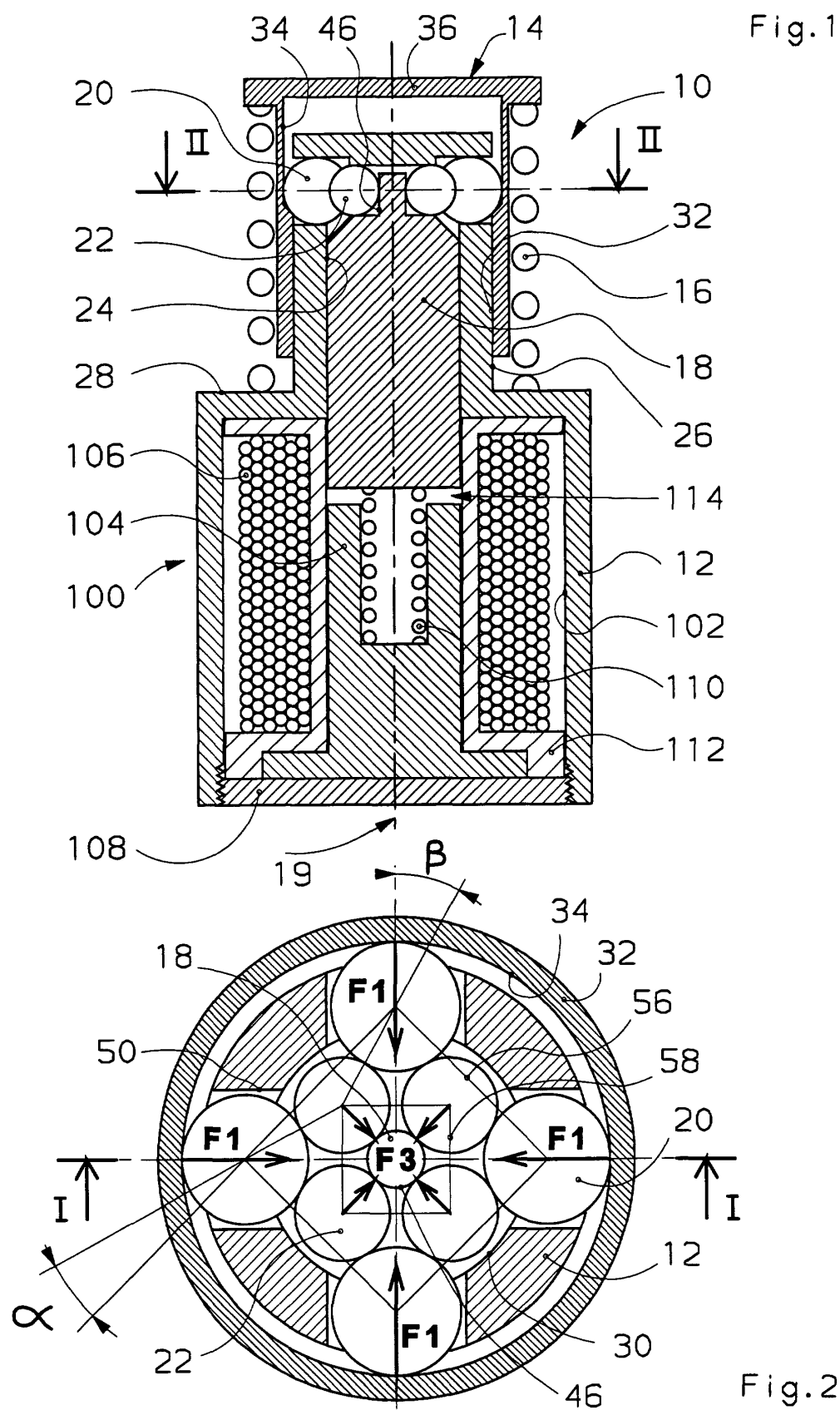


Fig. 4

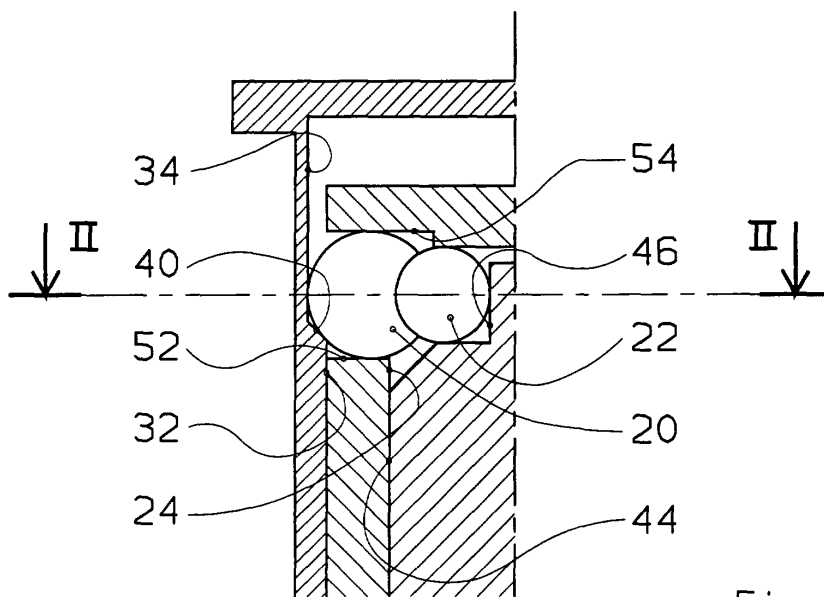
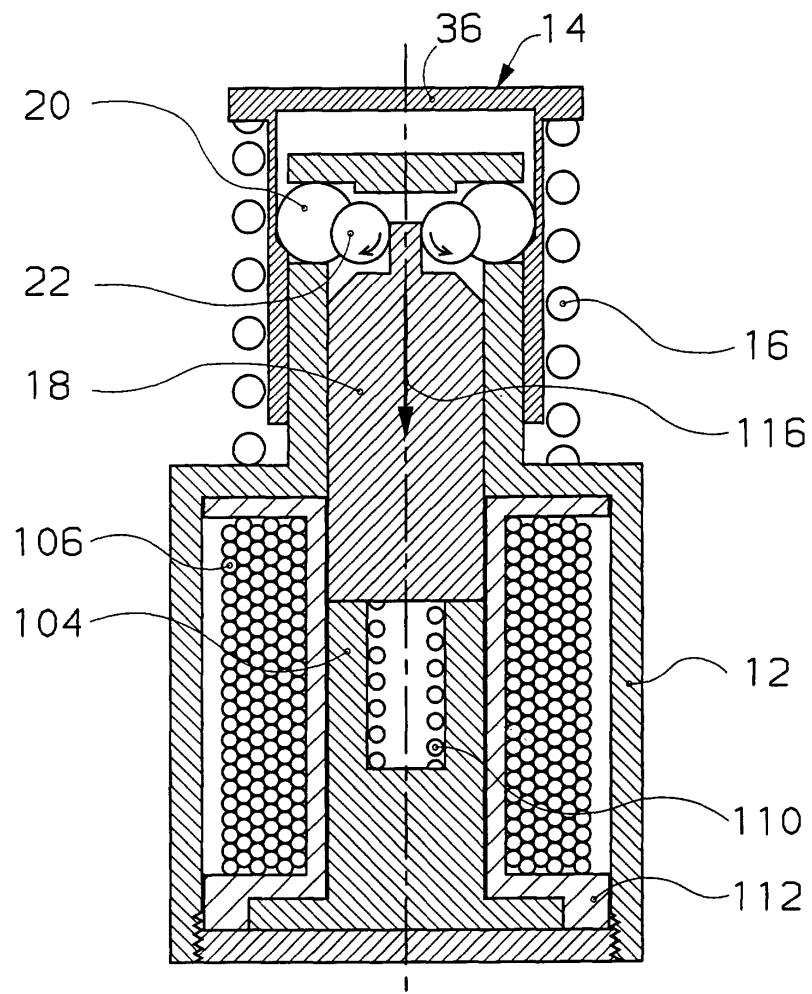
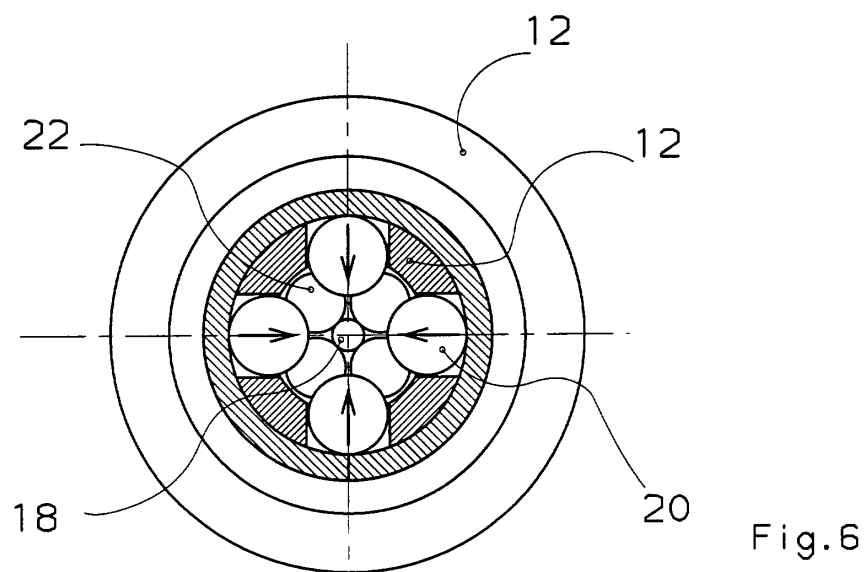
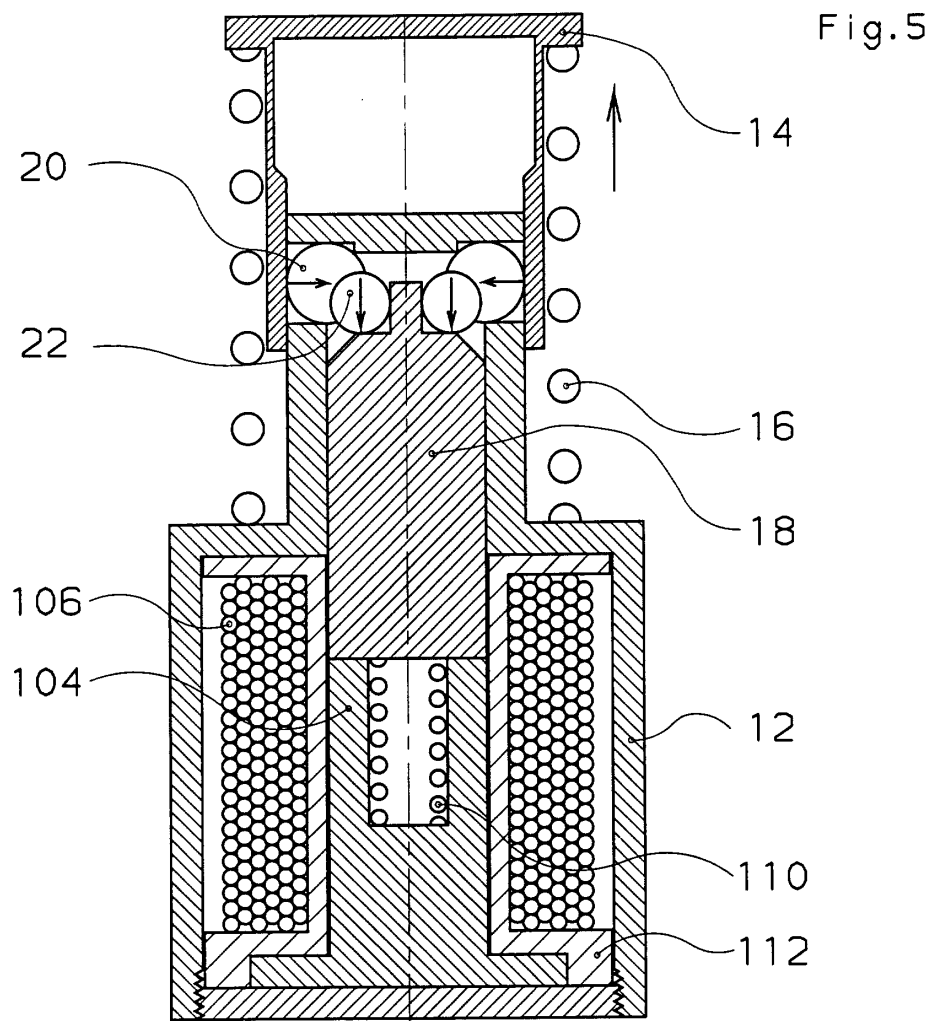


Fig. 3



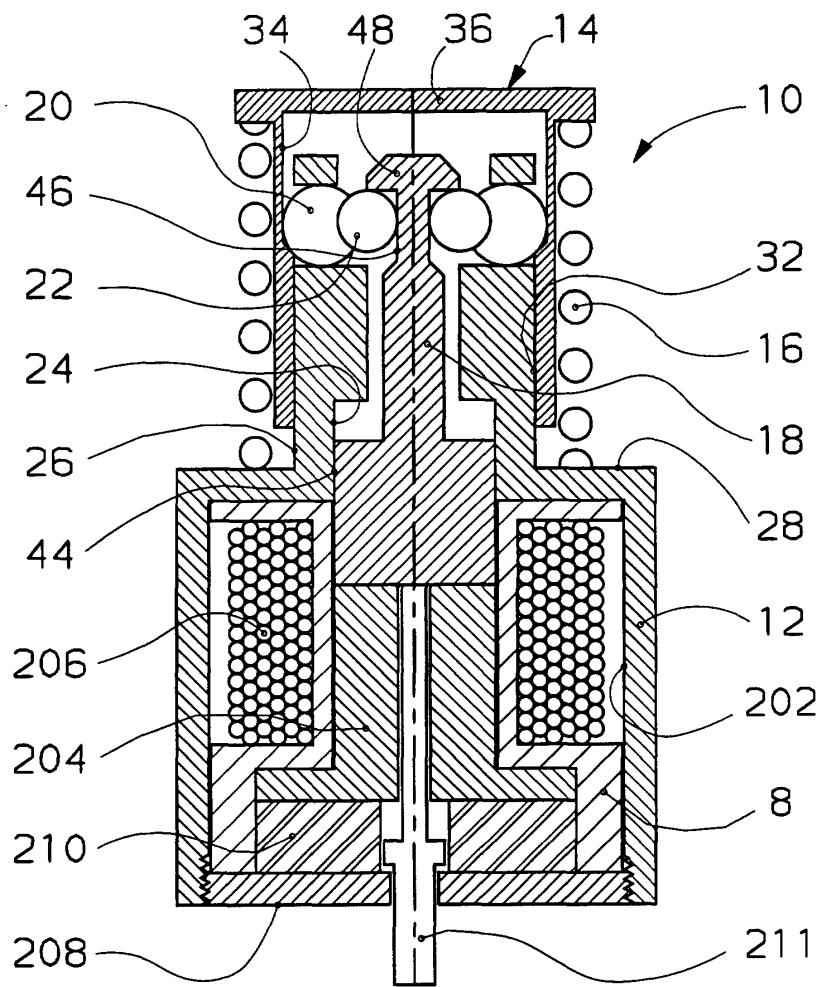


Fig. 8

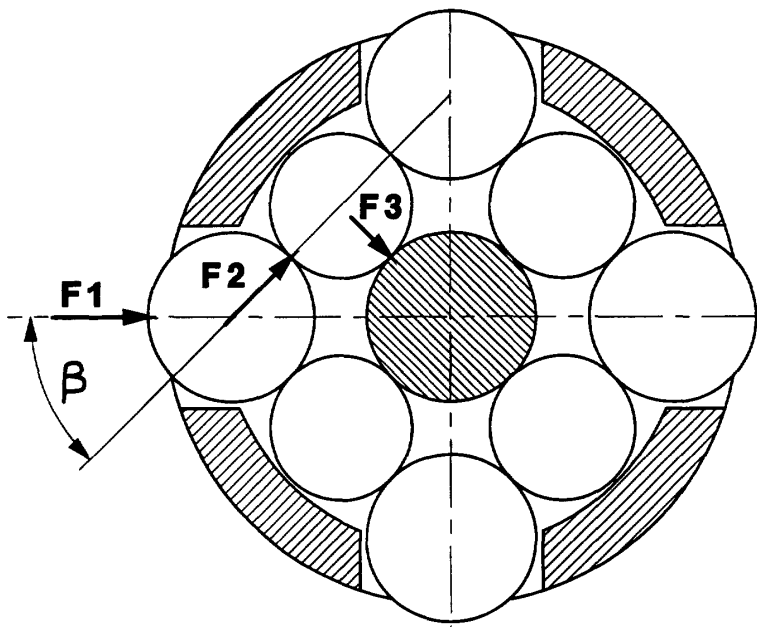


Fig. 7

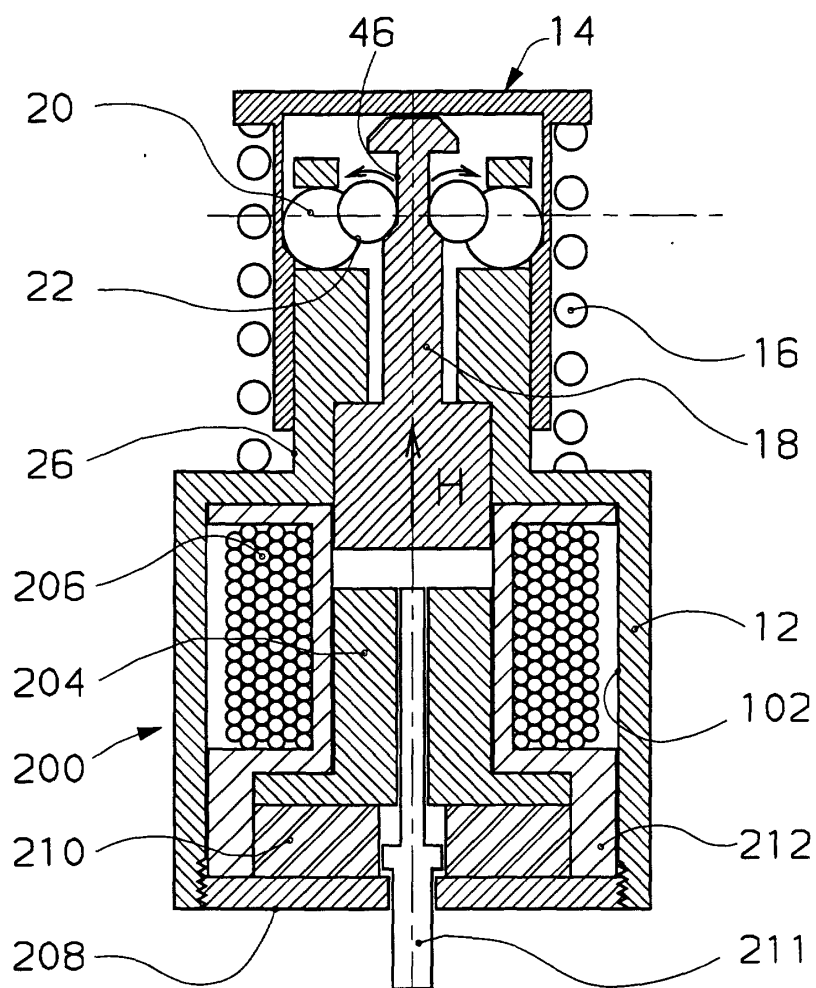


Fig.10

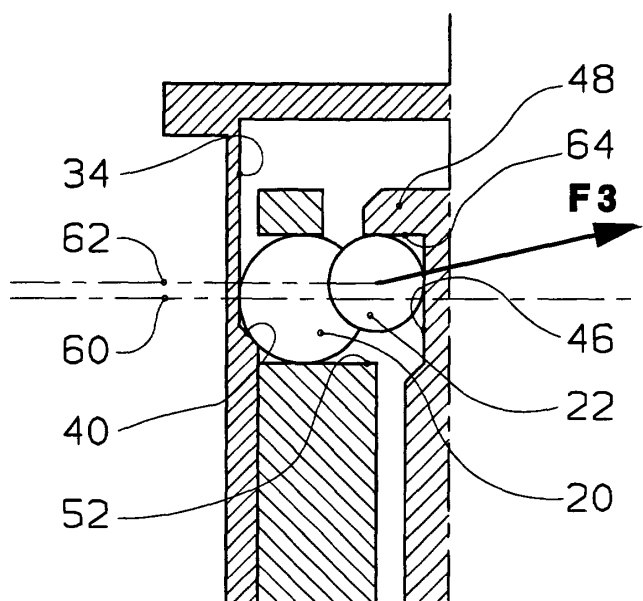
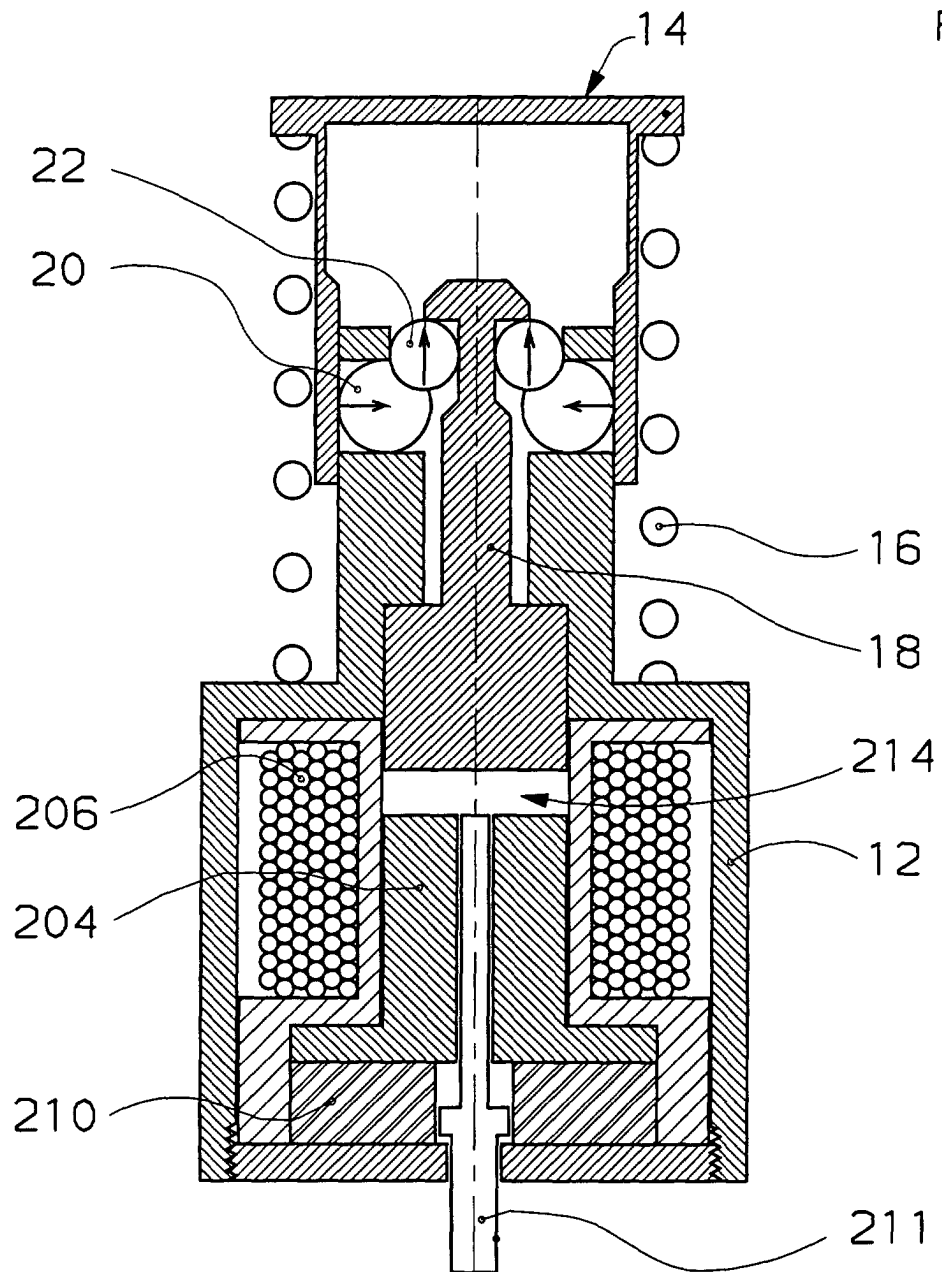


Fig.9

Fig. 11





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 41 0119

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
D,A	FR 1 060 856 A (BENDIX AVIATION) 7 avril 1954 (1954-04-07) * le document en entier *	1-17	H01H71/50 H01H71/24
D,A	DE 10 06 044 B (U. SABATINI) 11 avril 1957 (1957-04-11) * le document en entier *	1	
D,A	FR 2 417 177 A (LEGRAND SA) 7 septembre 1979 (1979-09-07) * le document en entier *	1-17	
D,A	DE 11 31 304 B (SIEMENS-SCHUCKERTWERKE) 14 juin 1962 (1962-06-14)		
D,A	DE 23 40 450 A (SIEMENS AG) 13 mars 1975 (1975-03-13)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H01H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 17 janvier 2002	Examineur Overdijk, J
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			

EPO FORM 1503 03.92 (P4C02)

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

EP 01 41 0119

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.

17-01-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
FR 1060856	A	07-04-1954	AUCUN		
DE 1006044	B		AUCUN		
FR 2417177	A	07-09-1979	FR	2417177 A1	07-09-1979
DE 1131304	B		CH	310354 A	15-10-1955
			CH	338510 A	31-05-1959
			DE	1298605 B	
			FR	1124088 A	03-10-1956
			GB	803791 A	05-11-1958
			US	2849571 A	26-08-1958
DE 2340450	A	13-03-1975	DE	2340450 A1	13-03-1975

EPO FORM P0480

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