



(11) **EP 1 805 565 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
15.09.2010 Bulletin 2010/37

(51) Int Cl.:
G04C 3/04 ^(2006.01) **G04B 17/20** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **05801381.4**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2005/055582

(22) Date de dépôt: **26.10.2005**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2006/045824 (04.05.2006 Gazette 2006/18)

(54) **ORGANE REGLANT POUR MONTRE BRACELET, ET MOUVEMENT MECANIQUE COMPORTANT UN TEL ORGANE REGLANT**

ARMBANDUHR-REGULIERUNGSGLIED UND MECHANISCHES UHRWERK MIT EINEM SOLCHEN REGULIERUNGSGLIED

WRISTWATCH REGULATING MEMBER AND MECHANICAL MOVEMENT COMPRISING ONE SUCH REGULATING MEMBER

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

(74) Mandataire: **P&TS**
Patents & Technology Surveys SA
Rue des Terreaux 7
P.O.Box 2848
2001 Neuchâtel (CH)

(30) Priorité: **26.10.2004 CH 17682004**

(43) Date de publication de la demande:
11.07.2007 Bulletin 2007/28

(56) Documents cités:
EP-A- 1 521 142 DE-A1- 2 424 212
GB-A- 1 389 293 GB-A- 1 444 627
US-A- 3 161 012 US-A- 3 665 699
US-A- 3 714 773 US-A- 3 851 461
US-A- 3 921 386 US-A- 3 937 001
US-A- 4 266 291 US-A1- 2003 137 901

(73) Titulaire: **TAG Heuer SA**
2300 La Chaux-de-Fonds (CH)

(72) Inventeur: **HOULON, Thomas**
CH-2017 Boudry (CH)

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).

EP 1 805 565 B1

Description

[0001] La présente invention concerne un organe réglant pour montre bracelet, et un mouvement mécanique pour montre bracelet muni d'un tel mouvement.

[0002] Les montres mécaniques usuelles comportent un accumulateur d'énergie constitué par un barillet, une chaîne cinématique, ou rouage, entraînant des aiguilles, un organe réglant déterminant la marche de la montre, ainsi qu'un échappement pour transmettre les oscillations de l'organe réglant au rouage. La présente invention concerne en particulier l'organe réglant.

[0003] Les organes réglant conventionnels comportent le plus souvent un balancier monté sur un axe en rotation et un organe de rappel exerçant un couple sur le balancier pour le ramener vers une position d'équilibre. L'échappement, ou organe d'entraînement, entretient les oscillations du balancier autour de la position d'équilibre. L'organe de rappel comporte généralement un ressort spiral, souvent appelé spiral, monté coaxialement au balancier. Le spiral transmet un couple de rappel au balancier au travers de la virole ; la position de repos du ressort spiral détermine la position de rappel du balancier.

[0004] Cette disposition très répandue présente cependant certains inconvénients.

[0005] Tout d'abord, la déformation de matière à chaque oscillation du ressort spiral occasionne une déperdition d'énergie, et donc une réduction de la durée de marche de la montre. D'autre part, la précision de la montre dépend dans une large mesure des propriétés du matériau utilisé pour le ressort spiral, ainsi que de la précision d'usinage des courbes terminales. En dépit de progrès importants dans la métallurgie, la reproductibilité de ces propriétés est difficile à garantir. Par ailleurs, les ressorts spiraux tendent à se fatiguer avec le temps, en sorte que la force de rappel diminue avec le vieillissement de la montre, ce qui entraîne une variation de la précision.

[0006] Par ailleurs, les oscillations du balancier dans un sens, par exemple dans le sens horaire, tendent à dérouler le ressort spiral tandis que les rotations dans le sens opposé ont au contraire pour effet de le contracter. La déformation du ressort s'exerce donc différemment selon le sens de rotation du balancier, ce qui influence la force de rappel et donc la précision et la reproductibilité.

[0007] Le piton et la virole permettant de fixer le spiral au coq (ou pont de balancier), respectivement au balancier, constituent d'autres sources de perturbation et un balourd qui déséquilibre le balancier. D'autre part, le spiral exerce un couple de torsion sur le balancier au niveau du point d'attache de la virole, ce qui influence négativement la précision obtenue. En position verticale, le spiral tend par ailleurs à se déformer sous son propre poids ce qui entraîne un déplacement de son centre de gravité et une perturbation de la période.

[0008] D'autre part, le balancier est également soumis à l'attraction gravitationnelle ainsi qu'aux accélérations provoquées par les mouvements du porteur. La force de rappel du ressort spiral étant peu importante, ces pertur-

bations extérieures ont une influence importante sur la précision de la marche, et des mécanismes de correction complexes, par exemple des tourbillons ou mêmes des tourbillons à trois axes, sont parfois employés pour les compenser.

[0009] Ensuite, l'épaisseur du spiral s'ajoute à celle du balancier, en sorte que l'épaisseur totale de l'organe réglant est relativement importante.

[0010] Des organes réglants pour montre bracelet mettant en oeuvre un diapason vibrant ont été imaginés, qui permettent de résoudre un certain nombre des problèmes évoqués. Ces organes réglants agissent cependant aussi par déformation et vibration élastique de matière dans les branches du diapason, en sorte que la précision dépend dans ce cas également de la métallurgie et de la précision d'usinage. Ces solutions ne se sont pas imposées à large échelle.

[0011] Des organes réglant de constructions très variées ont également été imaginés dans des pendules, des horloges, ou d'autres dispositifs horlogers de grande dimension. Le volume à disposition, et la position verticale fixe, permettent par exemple d'employer la force gravitationnelle pour rappeler un balancier, ou pendule, vers sa position d'équilibre. La miniaturisation et les accélérations importantes imposées aux mouvements de montre mécaniques usuels dissuadent cependant les constructeurs horlogers de transposer les solutions utilisées pour des pendules ou des horloges à des mouvements pour montre bracelets.

[0012] Un but de la présente invention est donc de proposer un organe réglant pour montre bracelet différent et qui évite les inconvénients de l'art antérieur.

[0013] Un autre but est de proposer un organe réglant pouvant être employé avec une montre mécanique, dépourvue de source d'alimentation électrique.

[0014] Un autre but de l'invention est de proposer un organe régulant à balancier pour montre mécanique qui soit dépourvu de coq, de piton, de virole et d'autres moyens de fixation de l'organe de rappel au balancier et à l'axe du balancier.

[0015] Selon l'invention, ces buts sont atteints au moyen d'un organe réglant comportant les caractéristiques de la revendication principale, des variantes préférées étant indiquées dans les revendications dépendantes.

[0016] Ces buts sont notamment atteints au moyen d'un organe réglant tel que défini dans la revendication 1.

[0017] Cette disposition a l'avantage de permettre la suppression complète du ressort spiral dans les montres mécaniques, et de la plupart des problèmes qui lui sont associés.

[0018] Cette disposition a également l'avantage d'offrir une précision supérieure, ainsi qu'une influence moindre aux perturbations occasionnées par la gravitation ou par des accélérations externes.

[0019] Dans une variante, l'organe de rappel tend à ramener le balancier vers au moins une position d'équilibre stable dont l'organe d'entraînement, par exemple

un échappement, tend à l'écartier.

[0020] Des organes oscillants employant des champs magnétiques sont notamment décrits dans US4'266'291, US3'921'386, US3'714'773, US3'665'699, US3'161'012, de 2424212, et GB1444627. Ces sept documents concernent cependant des montres électriques, dans lesquels un champ magnétique est généré au moyen d'un électro-aimant. Ces solutions ne sont donc pas adaptées à des montres mécaniques dépourvues de source d'alimentation électrique.

[0021] Le document supplémentaire US2003/0137901 décrit un mouvement de montre mécanique dans lequel le balancier est muni d'aimants permanents. Le champ tournant provoqué par les oscillations du balancier est détecté par un mécanisme de contrôle de marche afin de contrôler les variations dans les oscillations du balancier. Ces oscillations sont cependant provoquées par un ressort spiral conventionnel, avec tous les inconvénients mentionnés plus haut.

[0022] Le document US 3937001 décrit une montre ayant une source d'alimentation mécanique et un organe réglant comportant un balancier muni d'aimants permanents.

[0023] La fréquence du balancier est contrôlée de façon électromécanique grâce à un électro-aimant alimenté par un circuit de contrôle.

[0024] On connaît également le document GB 1389 293 qui montre (figures 10 et 11) un aimant permanent fixé sur la platine et coopérant avec un aimant permanent montré sur le balancier. Toutefois, l'aimant permanent fixé sur la platine n'exerce pas la fonction d'organe de rappel.

[0025] Dans une variante préférentielle de l'invention, le champ magnétique généré par la partie fixe de l'organe de rappel est fixe et constant, c'est-à-dire qu'il n'est pas tournant et qu'il ne varie pas dans le temps.

[0026] Dans une variante préférentielle, le champ magnétique généré par le ou les aimants mobiles est tournant ; c'est-à-dire que le balancier comporte un axe de rotation et que le ou les aimants mobiles, solidaires du balancier sur lequel ils sont directement fixés, oscillent selon une trajectoire circulaire autour dudit axe de rotation. On réduit ainsi le nombre de pièces mobiles et on évite des mouvements de translation qui génèrent des frottements plus importants. En outre, la totalité de l'énergie cinématique des aimants mobiles est transmise au balancier. Par ailleurs, les mouvements de rotation du balancier peuvent être transmis au moyen d'un échappement conventionnel au reste de la montre. Le mouvement du balancier est ainsi constitué par des oscillations autour de l'axe de rotation du balancier, l'amplitude des oscillations étant inférieure à 360°, par exemple inférieure à 180°, voire même inférieure à 120°. Il est ainsi possible d'obtenir une fréquence d'oscillations importante, favorable à la précision et à la résolution de l'organe réglant ; en outre, il est plus aisé d'obtenir une relation sans discontinuités entre la force de rappel et la position angulaire du balancier lorsque ce dernier oscille dans un

intervalle limité. L'invention n'est cependant pas limitée à des amplitudes d'oscillation particulières ; des amplitudes d'oscillation entre 180 et 300°, ou même des amplitudes proches de 360°, peuvent aussi être employées, par exemple en employant un seul aimant fixe et un seul aimant mobile. Ces oscillations de plus grande amplitude ont l'avantage de minimiser l'impact de la perturbation introduite par l'échappement à chaque cycle.

[0027] De préférence, au moins un aimant mobile oscille selon une trajectoire circulaire entre deux aimants permanents fixes disposés sur un arc de cercle et espacés angulairement de moins de 180°. En rapprochant ainsi les aimants permanents fixes, on crée une interaction magnétique importante dont l'intensité varie selon une fonction continue le long de la trajectoire d'oscillation.

[0028] Dans une variante préférentielle de l'invention, le balancier est excité par des éléments mécaniques pour osciller de manière isochrone autour de la position d'équilibre. De manière avantageuse, le balancier peut ainsi être associé à un échappement classique pour montre mécanique. Alternativement, l'énergie nécessaire à l'excitation du balancier peut être transmise depuis l'échappement au travers d'aimants permanents. Ainsi le balancier magnétique de l'invention peut être employé dans une montre purement mécanique, dépourvue de bobines, d'électro-aimant et de source d'alimentation électrique.

[0029] Dans une variante préférentielle, le ou les aimants mobiles sont fixes par rapport au balancier, ce qui facilite la construction. Le balancier et les aimants oscillent donc selon le même mouvement circulaire alterné.

[0030] Les aimants fixes agissent de préférence de manière à repousser les aimants mobiles montés sur le balancier. La position d'équilibre est déterminée par des forces de répulsion, et est atteinte lorsque les aimants mobiles se trouvent à équidistance entre deux aimants fixes, et que la force de répulsion des deux aimants fixes agissant sur chaque aimant mobile se compense. Ainsi, le champ magnétique généré par les aimants fixes est minimal à la position d'équilibre, en sorte que la quantité d'énergie nécessaire pour écarter le balancier de cette position d'équilibre et pour entretenir une oscillation est réduite. L'interaction magnétique entre les aimants fixes et mobiles augmente à mesure que le balancier s'éloigne de la position d'équilibre, en sorte que la force de rappel augmente proportionnellement avec la distance angulaire du balancier par rapport à sa position de repos.

[0031] La stabilité du point d'équilibre peut cependant être contrôlée par des aimants supplémentaires agissant par attraction. De même, le balancier peut être écarté de positions d'équilibres non souhaitées.

[0032] L'invention n'exclut pas des variantes dans lesquelles la position d'équilibre est déterminée par des forces d'attraction, et est atteinte lorsque les aimants mobiles se trouvent à distance minimale d'aimants fixes correspondants, ou à équidistance entre deux aimants fixes.

dont les forces d'attraction se compensent. Cette variante a cependant l'inconvénient de nécessiter une excitation plus importante pour faire osciller le balancier autour d'une position d'équilibre correspondant à un maximum de l'attraction magnétique.

[0033] Dans une variante, les pièces aimantées sont constituées par des portions magnétisées du balancier lui-même. Le balancier pourrait ainsi être constitué d'un anneau magnétisé avec des polarités alternées le long de la périphérie.

[0034] Dans une autre variante, les aimants mobiles sont directement montés sur ou liés à l'ancre de l'échappement. L'ancre constitue alors un balancier, c'est-à-dire un élément oscillant de façon isochronique dans un champ magnétique.

[0035] L'invention sera mieux comprise à la lecture de quelques exemples de modes de réalisation illustrés par les figures annexées qui montrent:

La figure 1a une vue de dessus schématique d'une première variante d'organe réglant selon l'invention. 20

La figure 1b une vue de dessus schématique d'une première variante d'organe réglant selon l'invention, le balancier étant dans la position d'équilibre définie par les aimants. 25

La figure 2 une vue en coupe de l'organe réglant selon la première variante de l'invention, comprenant dans cet exemple deux paliers magnétiques et un blindage magnétique. 30

La figure 3 une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, comprenant des aimants fixes et des aimants mobiles constitués chacun de deux aimants bipolaires accolés en opposition. 35

La figure 4 une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, comprenant des aimants fixes constitués chacun de deux aimants bipolaires accolés en opposition, et des aimants mobiles constitués chacun d'un seul aimant bipolaire. 40

La figure 5 une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, comprenant des aimants supplémentaires pour augmenter localement la stabilité du point d'équilibre. 45

La figure 6 une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, comprenant un balancier droit pivotant autour d'un axe central. 50

La figure 7 une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, comprenant un balancier droit pivotant autour d'un axe décentré. 55

La figure 8 une vue de dessus d'une variante d'organe

ne réglant selon l'invention, comprenant quatre aimants mobiles sur le balancier et quatre aimants fixes.

La figure 9 une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, comprenant deux aimants mobiles sur le balancier et quatre aimants fixes.

La figure 10 une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, comprenant quatre aimants mobiles sur le balancier et deux aimants fixes.

La figure 11 une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, comprenant un élément torique dans lequel un aimant mobile est repoussé vers une position d'équilibre par un aimant fixe.

La figure 12 une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, comprenant un cylindre fermé à ses extrémités par deux aimants fixes, ainsi qu'un aimant mobile repoussé en position intermédiaire par les deux aimants fixes.

La figure 13 une vue en perspective d'une variante d'organe réglant selon l'invention dans laquelle les aimants mobiles liés au balancier et les aimants fixes sont superposés, dans deux plans parallèles, l'organe réglant étant en position d'équilibre.

La figure 14 une vue en perspective de l'organe réglant de la figure 13, oscillant dans une position intermédiaire.

La figure 15 une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, dans laquelle les aimants mobiles sont directement montés sur l'ancre qui agit ainsi comme balancier.

La figure 16 une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, dans laquelle les aimants mobiles sont directement montés sur l'ancre qui agit ainsi comme balancier, les aimants fixes étant superposés aux aimants mobiles dans un plan parallèle.

La figure 17 une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, dans laquelle les aimants fixes ont une forme particulière destinée à garantir une force de rappel proportionnelle à la distance angulaire, et dans laquelle le balancier a la forme d'une tige.

La figure 18 une coupe transversale de l'organe réglant de la figure 17 dans le plan de la tige.

La figure 19 une vue de dessus d'une autre variante d'organe réglant dans laquelle la force de rappel est proportionnelle à la distance angulaire.

La figure 20 une vue de dessus d'une autre variante d'organe réglant dans laquelle la force de rappel est proportionnelle à la distance angulaire, cette variante employant un anneau magnétique avec une magnétisation variant le long de la périphérie.

La figure 21 une vue en coupe d'une variante d'organe réglant selon l'invention comportant des aimants d'épaisseur variable radialement.

La figure 22 une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, correspondant à la première variante mais dans laquelle un capteur et un circuit permettent de déterminer et/ou contrôler l'amplitude des oscillations du balancier.

La figure 23 une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, correspondant à la première variante mais dans laquelle une bobine génère un courant dont la fréquence dépend de la fréquence d'oscillation du balancier.

[0036] Dans la description qui suit et dans les revendications, l'adjectif « fixe » se réfère toujours au mouvement. Un élément est fixe s'il ne se déplace pas par rapport au mouvement, par exemple par rapport à la platine du mouvement.

[0037] Le terme « balancier » désigne une pièce oscillant sous l'effet d'une excitation autour d'une position d'équilibre. Les oscillations sensiblement isochroniques déterminent la marche de la montre. Le balancier peut être constitué par une roue avec un nombre quelconque de rayons, un disque, une tige, une ancre, etc.

[0038] La figure 1b illustre de manière schématique un organe réglant 1 comportant un balancier 3 oscillant autour d'un axe 300 perpendiculaire à la platine du mouvement. Dans cet exemple, le balancier 3 comporte une serge annulaire et comporte deux rayons (ou bras) radiaux 302 autour de l'axe 300. Des vis 301 permettent de déplacer facilement le moment d'inertie du balancier. Le balancier constitue une masse d'inertie; sa masse, ainsi que son rayon, sont de préférence importants dans les limites imposées par la volonté de miniaturisation du mouvement. La force de rappel importante que permet la solution revendiquée permet d'utiliser des masses d'inertie particulièrement importantes.

[0039] Des balanciers bimétalliques qui se déforment pour compenser les variations de température sont aussi possibles dans le cadre de l'invention. D'autres moyens peuvent être mis en oeuvre pour compenser la variation de l'intensité du champ magnétique liée à la température.

[0040] Le balancier 3 est lié à ou muni d'aimants permanents mobiles 30 entraînés en rotation avec le balancier. L'exemple illustré comporte deux aimants bipolaires

permanents discrets qui sont disposés symétriquement par rapport à l'axe 300, à 180° l'un de l'autre. Chaque aimant comporte un pôle positif et un pôle négatif à équidistance de l'axe 300. Les aimants 30 peuvent être maintenus mécaniquement ou par collage sur le balancier 3. Comme indiqué, les pièces aimantées pourraient aussi être constituées par des portions magnétisées du balancier lui-même, ou d'une piste magnétique sur le balancier. Le balancier pourrait ainsi être constitué d'un anneau magnétisé avec des polarités alternées le long de la périphérie. Le balancier pourrait par exemple être magnétisé de manière homogène ou progressive au moyen d'une tête d'enregistrement, c'est-à-dire une bobine générant un champ magnétique d'intensité contrôlée dans un entrefer.

[0041] L'organe réglant comporte en outre deux aimants permanents fixes 40, montés sur un pont ou sur la platine du mouvement par n'importe quel moyen adapté. Les deux aimants sont disposés dans le plan du balancier 3, symétriquement et à 180° par rapport à l'axe 300. Dans une variante non illustrée, les aimants fixes 40 pourraient aussi être disposés dans un autre plan, parallèle au plan du balancier 3. Les aimants 40 comportent chacun un pôle positif et un pôle négatif dont la disposition, symétrique par rapport à l'axe 300, est toutefois inversée par rapport à la disposition des pôles sur les aimants mobiles 30. Ainsi, les aimants fixes 40 et mobiles 30 se repoussent avec une force d'interaction magnétique maximale lorsqu'ils sont proches. La position d'équilibre est atteinte en tournant le balancier de 90°, de manière à repousser chaque aimant mobile 30 à équidistance des deux aimants fixes 40; le champ magnétique généré par les aimants permanents 40 est minimal dans cette disposition, en sorte que la force ou le moment nécessaire pour quitter cette position d'équilibre est également réduit.

[0042] Les aimants 30 et 40 sont de préférence choisis de manière à ce que la force de répulsion magnétique, même dans la position d'équilibre illustrée, soit largement supérieure à la force gravitationnelle exercée sur le balancier 3. Des aimants permanents composés d'oxydes métalliques, de composés de terres rares ou d'alliages de platine-cobalt seront de préférence utilisés pour obtenir des champs rémanents importants.

[0043] La position des aimants fixes, ou même la position des aimants mobiles, peut dans toutes les variantes être ajustée, par exemple au moyen de vis, afin de régler la fréquence d'oscillation du balancier.

[0044] Les oscillations du balancier dépendent ainsi peu de l'inclinaison du balancier. La masse tournante du balancier 3 (y compris les vis 301) et des aimants mobiles 30 est en outre de préférence répartie aussi régulièrement que possible autour de l'axe 300, de manière à améliorer l'équilibrage du balancier.

[0045] Dans tous les modes de réalisation, des butées mécaniques supplémentaires, non représentées, peuvent être prévues sur le balancier 3 et/ou sur un pont afin de limiter l'amplitude des rotations possibles du balan-

cier, et empêcher ainsi que le balancier passe d'une position d'équilibre à une autre suite à un choc, par exemple. Des éléments de butée similaires peuvent aussi être employés avec les autres variantes de réalisation discutées plus bas. Les butées supplémentaires peuvent par exemple comprendre des moyens élastiques pour amortir les chocs en fin de course.

[0046] Le balancier 3 est mis en oscillation autour de la position d'équilibre de la figure 1b au moyen d'un organe d'entraînement constitué dans cet exemple par un échappement 2, ici un échappement à ancre 20 suisse conventionnel. L'échappement peut aussi être spécialement adapté pour tenir compte de la faible amplitude d'oscillation du balancier.

[0047] Une roue d'échappement 210 entraînée par les barillettes (non représentés) ou par n'importe quelle source d'énergie mécanique appropriée actionne l'ancre 20 au travers des palettes en rubis 200. Les déplacements de l'ancre, limités par les butées 201 sont transmis au balancier 3 par l'intermédiaire de la fourchette 202 et de la cheville 31.

[0048] D'autres types d'échappements, y compris des échappements électriques ou magnétiques, peuvent être utilisés dans le cadre de l'invention. Dans un échappement magnétique, les impulsions données au balancier 30 le sont de préférence par attraction ou répulsion entre des pièces aimantées sur le balancier et sur l'échappement. Un entraînement sans contact est ainsi possible.

[0049] L'amplitude et la fréquence des oscillations autour de la position d'équilibre sont déterminées par la force et la disposition des aimants, et par l'amplitude du couple transmis par l'organe d'entraînement. On constate par ailleurs que le balancier 30 oscille sans déformations de matière, en sorte que la fréquence d'oscillation ne dépend pas des caractéristiques métallurgiques ni du vieillissement de pièces élastiques.

[0050] La force de rappel importante que permet l'utilisation d'aimants puissants permet d'obtenir des fréquences d'oscillations importantes, supérieures aux fréquences habituelles dans les montres mécaniques usuelles, et donc d'augmenter la précision et/ou la résolution du mouvement. Un choix d'aimants et de géométrie appropriés permet ainsi d'afficher des indications de temps ou de durée avec une résolution de l'ordre de dixième ou même du centième de seconde.

[0051] L'organe réglant de la figure 1b est représenté en coupe partielle sur la figure 2, l'échappement 2 ayant été supprimé de la figure pour en améliorer la lisibilité. Dans l'exemple de réalisation illustré, le balancier 3 pivote autour d'un axe 300 perpendiculaire au pont supérieur 41 et au pont inférieur 42. Les ponts 41 et 42 forment de préférence un blindage magnétique permettant à la fois de protéger le balancier 3 des champs magnétiques externes, et de protéger les autres composants de la montre des champs magnétiques générés notamment par les aimants 30 et 40. Un blindage peut également, dans une variante non illustrée, être obtenu au moyen

d'éléments distincts des ponts, par exemple au moyen de la platine, du cadran, de la boîte, ou d'éléments dédiés. Un blindage sur toutes les faces peut aussi être adopté. On utilisera par ailleurs de préférence un mouvement dont au moins certains axes, pignons, roues et ou ponts sont réalisés dans des matériaux non magnétiques. Dans une variante préférentielle, la chaîne cinématique entre l'organe réglant et les aiguilles comporte au moins un élément en matériau synthétique, par exemple une courroie entraînée par une poulie.

[0052] L'axe 300 du balancier 3 est maintenu dans les ponts 41, 42 au moyen de deux paliers 410 et 420, par exemple des paliers antichocs conventionnels, des paliers incablocs ou dans l'exemple préférentiel illustré des paliers magnétiques. Dans cet exemple, les extrémités supérieures 3001 et inférieures 3002 de l'axe 300 sont aimantées ou munies d'aimants. Les paliers 410 respectivement 420 comportent chacun un logement 4100 respectivement 4200 dont la profondeur et le diamètre sont légèrement supérieurs aux dimensions correspondantes de l'axe 300. Les parois des logements sont aimantées avec une polarisation identique à celle des extrémités correspondantes de l'axe 300, de manière à repousser cet axe qui est ainsi maintenu en lévitation entre les paliers 410 et 420. L'axe 300 peut ainsi pivoter sans frottements. Cet arrangement permet en outre de supprimer l'usure des paliers 410, 420 et de l'axe 300.

[0053] Le balancier 3 de l'invention peut ainsi osciller sans aucun contact avec d'autres éléments, en étant rappelé vers sa position d'équilibre au moyen des aimants 30, 40, maintenu par des paliers magnétiques 410, 420 et/ou entraîné par un échappement magnétique. Il est ainsi possible de réduire les frottements et les usures occasionnées par les mouvements du balancier. Ces différentes mesures peuvent cependant être mises en oeuvre indépendamment les unes des autres.

[0054] La figure 1a illustre une variante d'organe réglant similaire à la variante de la figure 1b, mais dans laquelle la réalisation de l'échappement permet des oscillations du balancier de plus grande amplitude, par exemple des oscillations de 180° au maximum, voir d'avantage en modifiant la disposition des aimants. L'échappement est de préférence un échappement à ancre suisse qui permet des oscillations importantes du balancier sans générer d'oscillations excessives de l'ancre. Le balancier 3 est en outre équipé de vis permettant de corriger d'éventuels balourds, ou d'autres sources de perturbations de la marche.

[0055] La géométrie du balancier décrit en relation avec les figures 1a, 1b et 2 est similaire à celle des balanciers des organes réglants mécaniques conventionnels. L'usage d'un organe de rappel magnétique permet cependant d'imaginer des constructions de balanciers 3 différentes, dont plusieurs exemples vont être décrits en relation avec les figures 3 à 13 notamment.

[0056] La figure 3 illustre de manière simplifiée une deuxième variante d'organe réglant selon l'invention (sans l'échappement 2), dans laquelle les aimants per-

manents fixes 40 et les aimants permanents mobiles 30 sont chacun constitués par deux aimants accolés en opposition. La pièce aimantée résultante comporte ainsi deux extrémités munies de polarités identiques.

[0057] La figure 4 illustre de manière simplifiée une troisième variante d'organe réglant selon l'invention, dans laquelle les aimants permanents fixes 40 sont chacun constitués de deux aimants accolés en opposition. La pièce aimantée résultante comporte ainsi deux extrémités munies de polarités identiques. Les deux aimants mobiles 30 sur le balancier 3 sont cependant constitués chacun d'un aimant bipolaire, l'ensemble comportant un axe de symétrie horizontal.

[0058] La figure 5 illustre de manière simplifiée une quatrième variante de l'invention, correspondant à la figure 1, mais dans laquelle des aimants permanents fixes supplémentaires 47 sont disposés en regard des aimants mobiles 30 à la position d'équilibre. Dans l'exemple illustré, les aimants supplémentaires fixes 47 et les aimants mobiles 30 s'attirent mutuellement à la position d'équilibre. La position d'équilibre est ainsi déterminée à la fois par la répulsion des aimants 30 et 40, et par l'attraction des aimants 30 et 47 ; la contribution des forces de répulsion est cependant prépondérante, de manière à limiter la stabilité du point d'équilibre et à permettre au système d'osciller même avec une faible énergie d'entraînement. Le champ magnétique généré par les aimants fixes supplémentaires 47 est donc de préférence largement inférieur au champ magnétique des aimants 40.

[0059] Des aimants supplémentaires 47 avec des pôles inversés, de manière à réduire la stabilité du point d'équilibre, peuvent aussi être imaginés dans le cadre de l'invention.

[0060] Des résultats similaires peuvent être obtenus en disposant des aimants permanents supplémentaires sur le balancier.

[0061] Des aimants supplémentaires peuvent aussi être prévus en bout de course, soit sur un pont soit sur le balancier, de manière à attirer ou à repousser le balancier dans cette position, et à réduire la variation de l'amplitude des oscillations provoquée par des perturbations.

[0062] La figure 6 illustre de manière simplifiée une variante d'organe réglant selon l'invention, comprenant un balancier droit (en aiguille) 3 pivotant autour d'un axe central 300. Les deux extrémités du balancier 3 sont munies d'aimants 30 repoussés vers la position d'équilibre par les aimants fixes 40 montés sur un pont non représenté. Bien que la masse d'inertie du balancier 3 dans cette variante d'exécution soit fortement réduite, cette disposition permet de réduire l'encombrement de l'organe réglant.

[0063] La figure 7 illustre une vue de dessus d'une variante d'organe réglant selon l'invention, comprenant un balancier droit 3 similaire à celui de la figure 6, mais pivotant autour d'un axe 300 décentré. Seule l'extrémité du balancier 3 éloignée de l'axe 300 est dans cet exemple

munie d'un aimant repoussé vers la position d'équilibre illustrée au moyen de deux aimants 40.

[0064] Dans cette variante, l'échappement pourrait être obtenu en prolongeant le balancier 3 par une pièce en forme d'ancre directement actionnée par la roue d'ancre.

[0065] Outre les balanciers droits (en aiguille, ou en I) des figures 6 et 7, des balanciers en forme de T ou de H, par exemple, peuvent aisément être imaginés.

[0066] La figure 8 illustre une vue de dessus d'une sixième variante d'organe réglant selon l'invention. L'organe réglant est similaire à celui des figures 1 à 2, mais comprend quatre aimants mobiles 30 répartis à 90° les uns des autres sur le balancier 3 et quatre aimants fixes 40 répartis à 90° les uns des autres sur un pont non représenté. Cette disposition permet notamment de réduire la distance entre les aimants fixes et les aimants mobiles, tout en multipliant le nombre d'aimants, en sorte que la force d'interaction magnétique résultante, et donc le couple de rappel, sont augmentés.

[0067] Des dispositions comprenant plus de quatre aimants mobiles et/ou plus de quatre aimants fixes peuvent également être imaginées. Par ailleurs, comme évoqué, il est aussi possible d'employer des pièces aimantées avec une pluralité de zones de polarités magnétiques alternées. Un champ magnétique alterné en tout ou rien, ou selon une fonction sinusoïdale par exemple, peut par exemple être écrit par une tête magnétique sur la périphérie du balancier et/ou sur un élément fixe lié au mouvement.

[0068] La figure 9 illustre une vue de dessus d'une variante d'organe réglant dans laquelle le nombre d'aimants mobiles 30 sur le balancier est inférieur au nombre d'aimants fixes 40. Chaque aimant mobile est ainsi soumis à l'action d'une paire d'aimants fixes ; chaque aimant fixe n'agit que sur un seul aimant mobile. Des dispositions comportant deux aimants fixes et un seul aimant mobile peuvent aussi être imaginées.

[0069] La figure 10 illustre une vue de dessus d'une variante d'organe réglant dans laquelle le nombre d'aimants mobiles 30 sur le balancier est supérieur au nombre d'aimants fixes 40. Chaque aimant mobile est ainsi soumis à l'action d'un seul aimant fixe ; chaque aimant fixe agit cependant sur deux aimants mobiles.

[0070] L'amplitude des oscillations du balancier de la figure 9 est très limitée, inférieure à 90°. Il est ainsi possible de le faire osciller très rapidement et d'obtenir une résolution très fine pour la mesure du temps. Toutefois, des oscillations de faible amplitude, très rapides sont inconvénient d'amplifier l'influence des perturbations provoquées à chaque cycle par les frottements avec l'ancre et le balancier. Selon la résolution souhaitée et la qualité de la réalisation de l'échappement, il peut donc être souhaitable d'augmenter l'amplitude des oscillations au-delà de 180°, au lieu de chercher à la réduire. Dans ce but, des dispositions comportant deux aimants mobiles et un seul aimant fixe sont aussi possibles, ou même un seul aimant fixe et un seul aimant mobile qui permettent d'ob-

tenir des oscillations de presque 360°.

[0071] Par ailleurs, dans une variante non illustrée, il est aussi possible d'augmenter la masse d'inertie en rotation en liant le balancier 3 avec une autre masse oscillante au travers d'une chaîne cinématique, par exemple d'un engrenage sur l'axe du balancier, ou d'une courroie. Les oscillations du balancier sont ainsi transmises à une masse oscillante supplémentaire. Des rapports d'engrenage entre le balancier 3 et la masse oscillante supplémentaire permettent en outre d'obtenir une amplitude d'oscillation différente sur ces deux composants. Par exemple, il est imaginable de faire osciller le balancier 3 de 180° et de le relier cinématiquement au travers d'un engrenage de facteur 8 à une autre masse en rotation effectuant des oscillations de $8 \times 180^\circ$, c'est-à-dire de quatre tours, à chaque cycle.

[0072] La figure 11 illustre une variante de l'invention dans laquelle le balancier est constitué par un aimant mobile 30 dont la trajectoire est contrainte par un guide 43, par exemple une coulisse, une glissière ou un rail, dans cet exemple une coulisse torique. La disposition des pôles de l'aimant fixe 40 est opposée à la disposition des pôles de l'aimant mobile 30, en sorte que la position d'équilibre est atteinte lorsque l'aimant mobile se trouve diamétralement opposé à l'aimant fixe. Cette disposition permet d'employer un seul aimant mobile et un seul aimant fixe. Des formes de coulisses, de rails ou de glissières 43 différentes, non annulaires, peuvent aussi être imaginées; par ailleurs l'aimant fixe 40 pourrait se trouver hors de la glissière.

[0073] Dans cet exemple, le balancier 30 est entraîné au travers de l'ancre 20 actionnée par une roue d'échappement non représentée et articulée autour de l'axe 300. L'ancre 20 prolonge le bras du balancier hors de la coulisse 43. Un échappement magnétique peut aussi être utilisé dans le cadre de l'invention.

[0074] Des dispositions d'organes réglants comportant plusieurs positions d'équilibre stables peuvent aussi être imaginées dans le cadre de l'invention.

[0075] La figure 12 illustre une variante de l'invention dans laquelle le balancier 3 est constitué par ou comporte un aimant 3 se déplaçant linéairement dans un cylindre, une coulisse ou le long d'un rail 43 dont les deux extrémités sont fermées par des aimants fixes 40. Les polarités des aimants 30 et 40 sont disposées de manière à ce que la force d'interaction magnétique tend à repousser l'aimant mobile 30 en lévitation à mi-distance entre les deux aimants fixes 40, comme illustré sur la figure 12. Le balancier 3 peut être mis en oscillation au moyen d'un organe externe au rail 43 et suivant les déplacements du balancier 3 au travers d'une liaison mécanique ou magnétique.

[0076] Le mouvement du balancier dans les figures 11 et 12 est contraint par les guides 43, ce qui entraîne une déperdition d'énergie et une perte de précision en cas de déformation ou de dilatation des surfaces de guidage. Ces variantes permettent cependant de mettre en oeuvre des solutions non conventionnelles pour répondre à des

besoins particuliers.

[0077] Des balanciers oscillant dans un plan selon deux degrés de liberté, ou même trois degrés de liberté, peuvent aussi être imaginés dans le cadre de l'invention. Une pluralité d'aimants permanents fixes doivent dans ce cas être prévus pour repousser le balancier vers un point d'équilibre autour duquel un organe d'entraînement le fait osciller. La faible épaisseur à disposition dans une montre bracelet, et les difficultés de réalisation de l'échappement, rendent toutefois de telles solutions plus difficilement applicables.

[0078] Les figures 13 et 14 illustrent une variante de l'organe réglant comportant un aimant mobile 30 constitué par un disque monté au centre du balancier 3. Le disque 30 comporte des secteurs, dans l'exemple illustré deux secteurs, munis de polarités magnétiques alternées. L'aimant fixe 40 est monté au-dessus de l'aimant mobile 30, dans un plan parallèle, et également constitué par un disque munis de secteurs de polarités alternées. Dans la position d'équilibre illustrée sur la figure 13, le balancier se positionne de manière à ce que les secteurs de polarité opposés des deux aimants 30 et 40 soient exactement superposés. Le balancier est amené dans cette position essentiellement par attraction des pôles opposés des deux aimants, et dans une moindre mesure par répulsion des pôles identiques. Le balancier oscille autour de cette position d'équilibre stable lorsqu'une perturbation lui est apportée par exemple par l'échappement non représenté sur la figure.

[0079] Il est également possible de modifier l'arrangement des figures 13 et 14 par exemple en employant des aimants 30 et 40 munis de plus de deux secteurs de polarités alternées, ou en employant plusieurs aimants fixes dans un premier plan et plusieurs aimants mobiles dans un plan parallèle. Les aimants mobiles peuvent aussi par exemple être placés à la périphérie du balancier, et les aimants mobiles au-dessus de ces positions. Il est aussi possible d'employer un nombre d'aimants fixes et d'aimants mobiles différents; par exemple, on pourrait aussi dans le cadre de l'invention monter l'aimant mobile 30 entre un aimant fixe sur un plan supérieur, comme illustré sur les figures, et un aimant fixe supplémentaire, non représenté, dans un plan parallèle inférieur.

[0080] La figure 15 illustre une vue de dessus d'une variante d'organe réglant dans laquelle les aimants mobiles 30 sont directement montés sur l'ancre 20. Des aimants fixes 40 tendent à repousser et à faire osciller ces aimants mobiles autour d'une position d'équilibre. L'ancre 20 agit ainsi elle-même comme balancier. Cette variante, bien qu'envisageable, présente cependant l'inconvénient d'être plus sensible aux chocs, l'inertie de l'ancre étant généralement insuffisante pour garantir une oscillation isochronique. Une ancre à forte inertie serait envisageable, mais nécessiterait une énergie d'excitation importante pour la faire osciller.

[0081] La variante de la figure 16 combine les caractéristiques des solutions illustrées sur les figures 13 et 15, c'est-à-dire une ancre 20 agissant elle-même comme ba-

lancier et des aimants fixes et permanents constitués par des disques superposés munis de secteurs de polarités alternées.

[0082] Les aimants mécaniques ordinaires ont une force de rappel proportionnelle à leur élongation d :

$$F = k \cdot d$$

[0083] Appliqué à un ressort spiral destiné à ramener un balancier vers sa position de repos stable, cette force garantit une oscillation isochronique lorsque l'excitation du balancier, provoquée par l'échappement, obéit à certaines contraintes.

[0084] La force de rappel entre deux aimants ponctuels décroît en revanche de manière quadratique, ou même cubique, lorsque l'écartement d entre les aimants augmente :

$$F \approx j / d^2 \quad \text{ou} \quad F \approx j / d^3$$

[0085] Employé avec un échappement conventionnel, cette relation ne garantit une oscillation isochronique stable que lorsque les oscillations satisfont à des conditions très particulières (par exemple lorsque leur amplitude est faible).

[0086] La variante de la figure 17 illustre un exemple d'organe réglant dans laquelle la relation entre l'écartement du balancier (c'est-à-dire sa distance angulaire par rapport à la position de repos) et la force ou le couple de rappel obéit à une relation différente.

[0087] Pour cela, le volume des aimants fixes 40 augmente lorsque, à l'intérieur de la plage d'oscillations p , l'on s'éloigne de la position de repos d'une distance angulaire d , de manière à accroître la force de rappel à distance de cette position. Les aimants mobiles 30 sur le balancier 3 sont en revanche de taille constante le long de la trajectoire des oscillations. Des butées mécaniques ou magnétiques non représentées peuvent être prévues pour contraindre le balancier à rester dans la plage d'oscillation p même en cas de choc par exemple.

[0088] Ainsi, l'échappement non représenté tend à faire tourner le balancier dans le sens antihoraire, rotation qui est contrée par la répulsion des aimants.

[0089] Dans l'exemple de la figure 17, la surface des aimants fixes 40 dans un plan parallèle au plan des oscillations du balancier 3 augmente à l'intérieur du domaine d'oscillation p avec le cube de la distance angulaire d , ou éventuellement selon d^4 . Les aimants fixes 40 ont ainsi la forme de lunes sectionnées. Une autre disposition possible est illustrée sur la figure 19, dans laquelle le balancier oscille autour de l'axe 300 de chaque côté de la position de repos.

[0090] Les aimants mobiles 30 de la figure 17 se dépla-

cent selon une trajectoire circulaire dans un plan parallèle au plan des aimants fixes 40. Il est cependant aussi possible, afin d'augmenter l'interaction magnétique, de faire tourner les aimants mobiles entre deux plans parallèles munis chacun d'un ou plusieurs aimants fixes 40. Inversement, il est aussi possible de prévoir un balancier 3 composé de plusieurs plateaux superposés, tournant sur un même axe et tous munis d'aimants mobiles 30 ; les différents plateaux mobiles sont alors séparés par un pont ou plusieurs ponts portant les aimants fixes. D'autres types d'empilages d'un nombre quelconque de plans d'aimants mobiles et de plans d'aimants fixes peuvent être imaginés.

[0091] D'autres dispositions non illustrées sont possibles pour corriger la relation entre la force de rappel provoquée par les aimants 30, 40 et la distance ou la distance angulaire du balancier 3 par rapport à la position de repos. Par exemple, au lieu de varier la surface des aimants fixes dans le plan horizontal, il est possible de varier la surface des aimants mobiles. D'autre part, il est aussi possible de modifier l'épaisseur des aimants fixes et/ou mobiles, ou leur magnétisation, le long du parcours du balancier. Ces différentes mesures peuvent en outre être combinées entre elles. Par ailleurs, il est aussi possible d'employer des aimants de volume ou de magnétisation variable dans un système comprenant un balancier circulaire avec une inertie importante, et/ou d'employer un nombre arbitraire d'aimants fixes et/ou mobiles de volume ou de densité variable. Enfin, une force de rappel variable selon la distance angulaire du balancier peut aussi être obtenue avec des aimants discrets de taille, de matériau, de magnétisation et/ou

[0092] La figure 20 illustre une variante de l'invention dans laquelle le balancier 3 est muni de trois rayons 302, dont au moins un est magnétisé avec des pôles opposés à chaque extrémité radiale. Ainsi, seul le pôle externe du rayon exerce une interaction importante avec les aimants fixes 40, qui sont constitués par un anneau magnétique 40 avec une polarisation dans un sens à l'intérieur, et dans le sens opposé à l'extérieur. En outre, la magnétisation de l'aimant fixe 40 augmente, de préférence selon d^3 ou éventuellement selon d^4 , avec la distance angulaire d par rapport à la position de repos $d=0$ du balancier. La densité du champ magnétique généré par l'aimant fixe varie le long de la périphérie du balancier de manière à assurer de préférence une force de rappel variant linéairement avec la position angulaire du balancier. Dans une variante non illustrée, le balancier pourrait aussi être muni d'un anneau périphérique magnétique, ou d'aimants discrets à la périphérie, avec une magnétisation variable le long de la périphérie.

[0093] L'aimantation progressive de l'aimant fixe peut par exemple être obtenue en le magnétisant au moyen d'une tête d'enregistrement, comme mentionné plus haut. En cas de saturation du matériau magnétique, il peut être nécessaire de limiter les oscillations du balancier dans la portion garantissant la relation souhaitée entre la position angulaire du balancier et la force de rappel.

Par ailleurs, au lieu de magnétiser tout le balancier, il est imaginable de ne magnétiser qu'une piste magnétique fixée sur ce dernier, parallèlement ou perpendiculairement au plan du balancier.

[0094] Un aimant permanent fixe supplémentaire 47 est disposé en regard de l'aimant mobile 30 à la position de répulsion maximale, afin d'empêcher le balancier d'atteindre puis de dépasser cette position. Cet aimant 47 agit ainsi comme une butée magnétique pour écarter le balancier d'une position d'équilibre non désirée, sans présenter les inconvénients des butées mécaniques provoquant des chocs susceptibles de perturber la marche isochronique du balancier.

[0095] Dans le cas d'oscillations du balancier inférieures à 180°, il serait aussi possible et même préférable de prévoir des butées magnétiques 47 non illustrées plus proches des limites de la course du balancier, par exemple une butée à 10 heures et une seconde butée à 2 heures afin de repousser le balancier bien avant qu'il n'atteigne la position d'équilibre instable indésirable à 12 heures.

[0096] Sur la variante de la figure 20, les aimants permanents sont constitués par un anneau continu. Il est cependant aussi possible de prévoir un anneau discontinu, par exemple muni d'un ou plusieurs entrefers ou comportant des aimants discrets.

[0097] Sur les variantes des figures 17 à 20, le volume des aimants fixes (et/ou mobiles) varie donc de manière continue le long de la trajectoire circulaire du balancier, de manière à contrôler la relation entre la force de rappel et la position angulaire du balancier.

[0098] La figure 21 illustre une variante de l'invention dans laquelle l'épaisseur des aimants mobiles 30 augmente radialement, tandis que l'épaisseur des aimants fixes 40 diminue en s'éloignant de l'axe de rotation 300. Une disposition inversée, assurant un interstice entre les aimants fixes et mobiles, peut aussi être adoptée. Par ailleurs, la variation radiale d'épaisseur peut aussi être combinée avec une variation le long de la périphérie de l'organe réglant. La variation radiale et/ou circonférentielle d'épaisseur des aimants 30, 40 peut aussi être employée avec les modes d'exécution des figures 13 et 14 comportant des aimants superposés. Par ailleurs, il est aussi possible de varier la magnétisation des aimants fixes et ou mobiles en fonction de la distance au centre.

[0099] La figure 22 illustre une variante de l'organe réglant illustré sur les figures 1 à 2, et comprenant en outre une pluralité d'électrodes 44 dont une propriété électrique varie en fonction du champ électrique auxquelles elles sont soumises. Les électrodes 44 permettent ainsi de détecter ou même de mesurer le champ magnétique tournant généré par les oscillations des aimants mobiles 30. Les électrodes 44 peuvent par exemple être constituées par des électrodes magnétorésistives ou par des capteurs de Hall. Elles peuvent être connectées entre elles et à un circuit intégré 46 au travers de pistes conductrices 440 selon différentes topologies. Le circuit 440 permet de déterminer l'amplitude des oscillations du

balancier 30 et/ou la fréquence d'oscillation. Le circuit 46 peut être alimenté par une source d'énergie indépendante, par exemple une batterie, ou par une bobine générant un courant alternatif sous l'action des déplacements du balancier, comme illustré en relation avec la figure 18 évoquée plus bas. Une correction électronique de la marche d'une montre mécanique peut ainsi être obtenue.

[0100] La mesure de la fréquence et/ou de l'amplitude des oscillations du balancier 30 permet par exemple de détecter d'éventuelles irrégularités dans la fréquence de marche. Cette information peut être utilisée pour corriger la marche de la montre, par exemple en exerçant un couple de correction sur le balancier 30 au moyen d'électroaimants non représentés ou d'autres moyens électromécaniques, de manière à corriger l'amplitude et la fréquence des oscillations. Cette information peut aussi être utilisée pour afficher un signal de fin de marche, de manière à signaler à l'utilisateur que la marche de la montre devient imprécise.

[0101] La figure 23 illustre une variante de l'organe réglant dans laquelle une bobine 45 en regard de chaque aimant mobile 30 génère un courant proportionnel au champ magnétique généré lors du déplacement de cet aimant près de la bobine. Des dispositions comportant deux bobines en opposition de phase, ou trois bobines générant un système de courant triphasé, peuvent aussi être utilisées. Les bobines illustrées génèrent un courant approximativement sinusoïdal dont la fréquence correspond à la fréquence d'oscillation du balancier. Cette fréquence peut être mesurée par un circuit 45, par exemple en la comparant à une fréquence de référence fournie par un quartz, afin par exemple d'informer l'utilisateur en cas de fréquence irrégulière et/ou de corriger cette fréquence, par exemple en injectant un courant de compensation dans la bobine 45. Le circuit 46 peut comporter un redresseur et ainsi être alimenté lui-même par le courant généré par la bobine 45. Le courant généré par la bobine peut aussi servir à alimenter un circuit fournissant n'importe quel type de fonction que l'on souhaite apporter à une montre mécanique sans batterie.

[0102] L'organe réglant décrit peut être utilisé dans un mouvement pour montre bracelet autonome, ou dans un module auxiliaire, par exemple un module chronographe, destiné à être superposé à un mouvement de base.

[0103] Les différents organes réglant décrits comportent tous au moins un aimant permanent mobile et au moins un aimant permanent fixe.

[0104] L'organe réglant de l'invention est de préférence monté dans un mouvement mécanique, de préférence dépourvu de batterie, et dans une boîte de montre laissant apparaître au moins une partie du balancier, ce qui permet à l'utilisateur de contrôler ses déplacements en tout temps

Revendications

1. Organe réglant pour mouvement de montre-bracelet

mécanique, comprenant :

- un balancier (3), lié à au moins un aimant permanent mobile (30),
 - un organe de rappel (30, 40) agencé pour ramener ledit balancier vers au moins une position d'équilibre,
 - un organe d'entraînement (2) agencé pour entretenir le mouvement du balancier autour de ladite position d'équilibre,
 - caractérisé en ce que** ledit organe de rappel comporte au moins un aimant permanent fixe (40) agencé pour générer un champ magnétique afin de rappeler ledit balancier vers ladite position d'équilibre.
2. L'organe réglant de la revendication 1, dans lequel ledit balancier comporte un axe de rotation (300), ledit au moins un aimant permanent mobile oscillant selon une trajectoire circulaire autour dudit axe de rotation.
 3. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 2, dans lequel lesdits aimants fixes sont répartis sur un arc de cercle.
 4. L'organe réglant de la revendication 3, dans lequel au moins un dit aimant mobile (30) est agencé pour osciller selon une trajectoire circulaire entre deux aimants fixes (40) espacés angulairement de moins de 180° sur ledit arc de cercle.
 5. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 4, dans lequel ledit mouvement du balancier est constitué par des oscillations autour de l'axe de rotation du balancier, l'amplitude des dites oscillations étant inférieure à 180°.
 6. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 4, dans lequel ledit mouvement du balancier est constitué par des oscillations autour de l'axe de rotation du balancier, l'amplitude des dites oscillations étant supérieure à 180° et de préférence inférieure à 300°.
 7. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 6, dans lequel ledit organe d'entraînement (2) est constitué par un échappement pour transmettre les oscillations circulaires du balancier au reste du mouvement.
 8. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 7, dans lequel ledit organe de rappel est agencé pour agir sur ledit balancier (3) sans déformation de matière.
 9. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 8, dans lequel ledit organe de rappel est agencé pour agir sans contact avec ledit balancier (3).

10. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 9, dans lequel ledit champ magnétique est constant dans le temps.
11. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 10, dans lequel au moins un dit aimant fixe (40) est agencé pour repousser au moins un dit aimant mobile (30) vers ladite position d'équilibre.
12. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 11, dans lequel l'interaction magnétique entre ledit au moins un aimant fixe (40) et ledit au moins un aimant mobile (30) est minimale à ladite position d'équilibre.
13. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 12, dans lequel ladite position d'équilibre est déterminée par l'action d'au moins deux aimants fixes (40) agissant sur au moins un même aimant mobile (30).
14. L'organe réglant de la revendication 13, dans lequel, à la position d'équilibre, les champs magnétiques exercés par les deux dits aimants fixes (40) sur ledit au moins un même aimant mobile (30) sont d'intensités égales.
15. L'organe réglant de l'une des revendications 13 ou 14, dans lequel ledit aimant mobile (30) se trouve à équidistance entre deux aimants fixes (40) à ladite position d'équilibre.
16. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 15, dans lequel ladite position d'équilibre est déterminée par l'action d'au moins un aimant fixe (40) agissant simultanément sur au moins deux aimants mobiles (30).
17. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 16, dans lequel ladite position d'équilibre est une position d'équilibre stable dans laquelle l'attraction magnétique entre les aimants fixes et les aimants mobiles est minimale.
18. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 17, comportant le même nombre d'aimants mobiles (30) que d'aimants fixes (40).
19. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 18, dans lequel, à la position d'équilibre :
chaque aimant fixe (40) est agencé pour exercer un champ magnétique d'intensité égale sur deux aimants mobiles (30),
et chaque aimant mobile (30) est agencé pour exercer un champ magnétique d'intensité égale sur deux aimants fixes (40).
20. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 19, dans lequel ledit ou lesdits aimants mobiles (30) sont

fixes par rapport audit balancier (3).

21. L'organe réglant de la revendication 20, dans lequel ledit balancier (30) est symétrique par rapport audit axe de rotation (300). 5
22. L'organe réglant de l'une des revendications 20 ou 21, dans lequel lesdits aimants mobiles (30) sont disposés de manière symétrique autour dudit axe de rotation (300). 10
23. L'organe réglant de l'une des revendications 2 à 22, comportant des butées mécaniques et/ou magnétiques pour limiter l'amplitude des rotations possibles dudit balancier (3). 15
24. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 23, dans lequel ledit balancier est constitué par un aimant permanent mobile (30). 20
25. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 24, dans lequel ledit au moins un aimant permanent mobile (30) est lié à l'ancre (20) qui constitue ainsi également le balancier. 25
26. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 25, dans lequel ledit au moins un aimant permanent mobile (30) est monté dans le plan du balancier et dans lequel ledit au moins un aimant permanent fixe (40) est monté dans un plan parallèle audit balancier. 30
27. L'organe réglant de la revendication 26, dans lequel ledit au moins un aimant permanent fixe et ledit au moins un aimant permanent mobile sont constitués chacun par un disque comportant des secteurs de polarités alternées. 35
28. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 27, comportant des moyens de compensation de la variation du champ magnétique liée à la température. 40
29. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 28, dans lequel ledit organe d'entraînement (2) est constitué par un échappement mécanique, par exemple un échappement à ancre suisse. 45
30. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 29, dans lequel ledit échappement est un échappement magnétique. 50
31. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 30, ledit balancier (30) étant maintenu par au moins un palier magnétique (410, 420). 55
32. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 31, la position d'au moins un dit aimant (30, 40, 47) étant ajustable pour régler la fréquence des oscillations dudit balancier (3).

33. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 32, au moins un dit aimant (30) agissant sur un système électronique (44, 45, 46) pour corriger ou déterminer la fréquence d'oscillation dudit balancier (3).

34. L'organe réglant de la revendication 33, ledit système électronique comportant au moins un capteur de Hall ou un capteur magnéto-résistif (44) soumis à l'action du champ magnétique d'un des aimants pour générer un signal de mesure dépendant des oscillations dudit balancier.

35. L'organe réglant de l'une des revendications 33 ou 34, ledit système électronique comportant au moins une bobine (45) soumise à l'action du champ magnétique d'un des aimants mobiles (30) pour générer un signal dépendant des oscillations dudit balancier (3).

36. L'organe réglant de l'une des revendications 33 à 35, comportant au moins un circuit électronique alimenté par la force électromotrice générée par le déplacement d'un desdits aimants à proximité d'une bobine. 25

37. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 36, comportant au moins un pont réalisé dans un matériau non magnétique.

38. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 37, comportant un blindage magnétique (41, 42) afin de protéger des éléments externes du champ magnétique généré par lesdits aimants permanents. 30

39. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 38, dans lequel les déplacements dudit balancier (30) sont contraints par une surface de guidage (43). 35

40. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 39, agencé de telle manière que la force de rappel dudit balancier (30) varie linéairement avec la position angulaire (d) du balancier (3). 40

41. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 40, dans lequel ledit balancier se déplace le long d'une trajectoire circulaire, le volume des aimants fixes et/ou mobiles et ou leur magnétisation variant de manière continue le long de ladite trajectoire. 45

42. L'organe réglant de la revendication 41, dans lequel ledit balancier (3) oscille autour d'une position d'équilibre le long d'une trajectoire circulaire, l'interaction magnétique entre lesdits aimants permanents fixes et lesdits aimants permanents mobiles augmentant lorsque le balancier s'éloigne de ladite position d'équilibre le long de ladite trajectoire, de manière à obtenir une force de rappel croissante. 50

43. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 42, dans lequel au moins un desdits aimants permanents fixes et/ou mobiles (30, 40) est magnétisé de manière non homogène.
44. L'organe réglant de l'une des revendications 1 à 43, dans lequel ledit balancier est constitué de plusieurs éléments oscillant connectés par une chaîne cinématique et oscillant avec des fréquences variables.
45. Mouvement mécanique pour montre bracelet comportant un organe réglant selon l'une des revendications 1 à 44.
46. Mouvement selon la revendication 45, dans lequel la chaîne cinématique entre ledit organe réglant et les organes d'affichage comporte au moins une courroie dans un matériau non magnétique.
47. Mouvement selon l'une des revendications 45 à 46, dans lequel au moins une portion dudit balancier (3) est visible de l'extérieur du mouvement.

Claims

1. Regulating member for mechanical wristwatch, having:
- a balance (3), linked to at least one mobile permanent magnet (30),
- a return member (30, 40) arranged for returning said balance towards at least one position of equilibrium,
- a driving element (2) arranged for maintaining the balance's movement around said position of equilibrium,
- characterized in that** said return member has at least one fixed permanent magnet (40) arranged for generating a magnetic field in order to return said balance towards said position of equilibrium.
2. The regulating member of claim 1, wherein said balance has a rotation axle (300), said at least one mobile permanent magnet oscillating along a circular trajectory around said rotation axle.
3. The regulating member of one of the claims 1 to 2, wherein said fixed magnets are distributed on an arc of circle.
4. The regulating member of claim 3, wherein at least one said mobile magnet (30) is arranged for oscillating along a circular trajectory between two fixed magnets (40) spaced angularly by less than 180° on said arc of circle.

5. The regulating member of one of the claims 1 to 4, wherein said movement of the balance is constituted by oscillations around the balance's rotation axle, the amplitude of said oscillations being less than 180°.
6. The regulating member of one of the claims 1 to 4, wherein said movement of the balance is constituted by oscillations around the balance's rotation axle, the amplitude of said oscillations being greater than 180° and preferably less than 300°.
7. The regulating member of one of the claims 1 to 6, wherein said driving element (2) is constituted by an escapement to transmit the circular oscillations from the balance to the rest of the movement.
8. The regulating member of one of the claims 1 to 7, wherein said return member is arranged for acting on said balance (3) without matter deformation.
9. The regulating member of one of the claims 1 to 8, wherein said return member is arranged for acting without contact with said balance (3).
10. The regulating member of one of the claims 1 to 9, wherein said magnetic field is constant in time.
11. The regulating member of one of the claims 1 to 10, wherein at least one said fixed magnet (40) is placed so as to push back at least one said mobile magnet (30) towards said position of equilibrium.
12. The regulating member of one of the claims 1 to 11, wherein the magnetic interaction between said at least one fixed magnet (40) and said at least one mobile magnet (30) is minimal at said position of equilibrium.
13. The regulating member of one of the claims 1 to 12, wherein said position of equilibrium is determined by the action of at least two fixed magnets (40) acting on at least one same mobile magnet (30).
14. The regulating member of claim 13, wherein, at the position of equilibrium, the magnetic fields exerted by the two said fixed magnets (40) onto said at least one same mobile magnet (30) are of equal intensity.
15. The regulating member of one of the claims 13 or 14, wherein said mobile magnet (30) is at equidistance between two fixed magnets (40) at said position of equilibrium.
16. The regulating member of one of the claims 1 to 15, wherein said position of equilibrium is determined by the action of at least one fixed magnet (40) acting simultaneously on at least two mobile magnets (30).

17. The regulating member of one of the claims 1 to 16, wherein said position of equilibrium is a stable position of equilibrium in which the magnetic attraction between the fixed magnets and the mobile magnets is minimal. 5
18. The regulating member of one of the claims 1 to 17, having the same number of mobile magnets (30) as fixed magnets (40). 10
19. The regulating member of one of the claims 1 to 18, wherein, at the position of equilibrium:
 each fixed magnet (40) is arranged for exerting a magnetic field of equal intensity on two mobile magnets (30),
 and each mobile magnet (30) is arranged for exerting a magnetic field of equal intensity on two fixed magnets (40). 15
20. The regulating member of one of the claims 1 to 19, wherein said mobile magnet or magnets (30) are fixed relative to said balance (3). 20
21. The regulating member of claim 20, wherein said balance (30) is symmetrical relative to said rotation axle (300). 25
22. The regulating member of one of the claims 20 or 21, wherein said mobile magnets (30) are placed in symmetric fashion around said rotation axle (300). 30
23. The regulating member of one of the claims 1 to 22, having mechanical and/or magnetic stops to limit the amplitude of possible rotations of said balance (3). 35
24. The regulating member of one of the claims 1 to 23, wherein said balance is constituted by a mobile permanent magnet (30). 40
25. The regulating member of one of the claims 1 to 24, wherein said at least one mobile permanent magnet (30) is linked to the pallets (20) that thus also constitute the balance. 45
26. The regulating member of one of the claims 1 to 25, wherein said at least one mobile permanent magnet (30) is mounted in the plane of the balance and wherein said at least one fixed permanent magnet (40) is mounted in a plane parallel to said balance. 50
27. The regulating member of claim 26, wherein said at least one fixed permanent magnet and said at least one mobile permanent magnet are each constituted by a disc having sectors of alternating polarities. 55
28. The regulating member of one of the claims 1 to 27, having means for compensating the variation of magnetic field linked to the temperature.
29. The regulating member of one of the claims 1 to 28, wherein said driving element (2) is constituted by a mechanical escapement, for example a Swiss pallets escapement.
30. The regulating member of one of the claims 1 to 29, wherein said escapement is a magnetic escapement.
31. The regulating member of one of the claims 1 to 30, said balance (30) being held by at least one magnetic bearing (410, 420).
32. The regulating member of one of the claims 1 to 31, the position of said at least one magnet (30, 40, 47) being adjustable for regulating the frequency of the oscillations of said balance (3).
33. The regulating member of one of the claims 1 to 32, at least one said magnet (30) acting on an electronic system (44, 45, 46) to correct or determine the frequency of oscillation of said balance (3).
34. The regulating member of claim 33, said electronic system having at least one Hall sensor or a magnetoresistive sensor (44) subjected to the action of the magnetic field of one of the magnets to generate a measuring signal depending on the oscillations of said balance.
35. The regulating member of one of the claims 33 or 34, said electronic system having at least one coil (45) subjected to the action of the magnetic field of one of the mobile magnets (30) to generate a signal depending on the oscillations of said balance (3).
36. The regulating member of one of the claims 33 to 35, having at least one electronic circuit powered by the electro-motor force generated by the displacement of one of said magnets in the proximity of a coil.
37. The regulating member of one of the claims 1 to 36, having at least one bridge made of a non-magnetic material.
38. The regulating member of one of the claims 1 to 37, having a magnetic screen (41, 42) in order to protect external elements from the magnetic field generated by said permanent magnets.
39. The regulating member of one of the claims 1 to 38, wherein the displacements of said balance (30) are constrained by a guiding surface (43).
40. The regulating member of one of the claims 1 to 39, arranged in a way that the return force of said bal-

ance (30) varies linearly with the angular position (d) of the balance (3).

41. The regulating member of one of the claims 1 to 40, wherein said balance moves along a circular trajectory, the volume of the fixed and/or mobile magnets and/or their magnetization varying in continuous manner along said trajectory.
42. The regulating member of claim 41, wherein said balance (3) oscillates around a position of equilibrium along a circular trajectory, the magnetic interaction between said fixed permanent magnets and said mobile permanent magnets increases when the balance moves away from said position of equilibrium along said trajectory, so as to achieve an increasing return force.
43. The regulating member of one of the claims 1 to 42, wherein at least one of said fixed and/or mobile permanent magnets (30, 40) is magnetized in non-homogenous manner.
44. The regulating member of one of the claims 1 to 43, wherein said balance is constituted of several oscillating elements connected by a cinematic chain and oscillating with variable frequencies.
45. Mechanical movement for wristwatch having a regulating member according to one of the claims 1 to 44.
46. Movement according to claim 45, wherein the cinematic chain between said regulating member and the display elements has at least one belt of non-magnetic material.
47. Movement according to one of the claims 45 to 46, wherein at least one portion of said balance (3) is visible from outside the movement.

Patentansprüche

1. Regulierungsmittel für eine mechanische Armbanduhr, mit einer Balance (3) verbunden mit mindestens einem beweglichen Permanentmagneten (30), einem Rückstossmittel (30, 40) angeordnet, um besagte Balance in Richtung mindestens einer Gleichgewichtsposition zurückzubewegen, einem Antriebsmittel (2) angeordnet, um die Bewegung der Balance um besagte Gleichgewichtsposition zu erhalten, **gekennzeichnet, dadurch dass** besagtes Rückstossmittel mindestens einen befestigten Permanentmagneten (40) hat, der angeordnet ist, um ein

magnetisches Feld zu generieren, um besagte Balance zu besagter Gleichgewichtsposition zurückzubewegen.

2. Das Regulierungsmittel gemäss Anspruch 1, wobei besagte Balance eine Rotationsachse (300) hat, wobei mindestens ein beweglicher Permanentmagnet entlang einer kreisförmigen Bahn um besagte Rotationsachse oszilliert.
3. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei besagte befestigte Magneten auf einem Kreisbogen verteilt sind.
4. Das Regulierungsmittel gemäss Anspruch 3, wobei mindestens besagter beweglicher Magnet (30) angeordnet ist, um entlang einer kreisförmigen Bahn zwischen zwei befestigten Magneten (40), die weniger als 180° auf dem Kreisbogen voneinander entfernt sind, zu oszillieren.
5. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei besagtes Uhrwerk der Balance aus Oszillationen um die Rotationsachse der Balance besteht, wobei die Amplitude kleiner als 180° ist.
6. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei besagtes Uhrwerk der Balance aus Oszillationen um die Rotationsachse der Balance besteht, wobei die Amplitude der besagten Oszillationen grösser als 180° und vorzugsweise kleiner als 300° ist.
7. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei besagtes Antriebsmittel (2) aus einer Hemmung besteht, um kreisförmige Oszillationen von der Balance zum Rest des Uhrwerks zu übertragen.
8. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei besagtes Rückstossmittel angeordnet ist, um auf besagte Balance (3) ohne materielle Deformation einzuwirken.
9. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei besagtes Rückstossmittel so angeordnet ist, ohne in Kontakt mit besagter Balance (3) zu kommen.
10. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei besagtes magnetisches Feld zeitlich konstant ist.
11. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei mindestens ein besagter befestigter Magnet (40) so platziert ist, um besagten mindestens einen beweglichen Magneten (30) in Richtung Gleichgewichtsposition zurückzustossen.

12. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die magnetische Interaktion zwischen besagtem mindestens einen befestigten Magneten (40) und besagtem mindestens einen beweglichen Magneten (30) minimal an besagter Gleichgewichtsposition ist.
13. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei besagte Gleichgewichtsposition durch die Einwirkung von mindestens zwei befestigten Magneten (40) bestimmt wird, die auf mindestens einen gleichen beweglichen Magneten (30) einwirken.
14. Das Regulierungsmittel gemäss Anspruch 13, wobei in der Gleichgewichtsposition die magnetischen Felder, die durch die zwei besagten befestigten Magneten (40) auf besagten mindestens einen gleichen beweglichen Magneten (30) ausgeübt werden, von gleicher Intensität sind.
15. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 13 oder 14, wobei besagter bewegliche Magnet (30) in seiner Gleichgewichtsposition in gleichem Abstand zwischen zwei befestigten Magneten (40) ist.
16. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei besagte Gleichgewichtsposition durch die Einwirkung von mindestens einem befestigten Magneten (40), der gleichzeitig auf zwei bewegliche Magnete (30) einwirkt, bestimmt wird.
17. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei besagte Gleichgewichtsposition eine stabile Gleichgewichtsposition ist, in welcher die magnetische Anziehungskraft zwischen den befestigten Magneten und den beweglichen Magneten minimal ist.
18. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 17, mit derselben Anzahl von beweglichen Magneten (30) wie befestigten Magneten (40).
19. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 18, wobei in einer Gleichgewichtsposition jeder befestigte Magnet (40) angeordnet ist, um ein magnetisches Feld von gleicher Intensität auf zwei beweglichen Magnete (30) auszuüben, und jeder bewegliche Magnet (30) angeordnet ist, um ein magnetisches Feld von gleicher Intensität auf zwei befestigte Magnete (40) auszuüben.
20. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 19, wobei besagter bewegliche Magnet oder Magnete (30) relativ zu besagter Balance (30) befestigt sind.
21. Das Regulierungsmittel gemäss Anspruch 20, wobei besagte Balance (30) symmetrisch relativ zu besagter Rotationsachse (300) ist.
22. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 20 oder 21, wobei besagte bewegliche Magneten (30) in einer symmetrischen Weise um die Rotationsachse (300) platziert sind.
23. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 22, mit mechanischen und/oder magnetischen Stopps, um die Amplitude von möglichen Rotationen von besagter Balance (3) zu begrenzen.
24. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 23, wobei besagte Balance durch einen beweglichen Permanentmagneten (30) hergestellt ist.
25. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 24, wobei besagter mindestens eine mobile Permanentmagnet (30) mit dem Anker (20) verbunden ist, aus dem auch die Balance besteht.
26. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 25, wobei besagter mindestens ein beweglicher Permanentmagnet (30) in der Ebene der Balance befestigt ist und wobei besagter mindestens eine befestigter Permanentmagnet (40) in einer Ebene parallel zur Balance befestigt ist.
27. Das Regulierungsmittel gemäss Anspruch 26, wobei besagter mindestens einer befestigten Permanentmagnet und besagter mindestens eine beweglicher Permanentmagnet jeweils aus einer Scheibe mit Sektoren mit alternierenden Polaritäten bestehen.
28. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 27, mit Mitteln zur Kompensation der Variation des magnetischen Felds verbunden mit der Temperatur.
29. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 28, wobei besagtes Antriebselement (2) durch eine mechanische Hemmung besteht, zum Beispiel eine Schweizer Ankerhemmung.
30. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 29, wobei besagte Hemmung eine magnetische Hemmung ist.
31. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 30, wobei besagte Balance (30) durch mindestens ein magnetisches Lager (410, 420) gehalten wird.
32. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 31, wobei die Position von besagten min-

destens einem Magnet (30, 40, 70) anpassbar ist, um die Frequenz der Oszillationen von besagter Balance (3) zu regulieren.

33. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 32, wobei mindestens einer der besagten Magnete (30) auf ein elektronisches System (44, 45, 46) agiert, um die Frequenz der Oszillationen von besagter Balance (3) zu korrigieren oder zu bestimmen. 5
34. Das Regulierungsmittel gemäss Anspruch 33, wobei besagtes elektronisches System mindestens einen Hallsensor (44) aufweist, der der Aktion des magnetischen Felds von einem der beweglichen Magnete unterworfen ist, um ein Messsignal in Abhängigkeit der Oszillationen von besagter Balance zu generieren. 10
35. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 33 oder 34, wobei besagtes elektronische System mindestens eine Wicklung (45) hat, die der Aktion des magnetischen Felds von einem der beweglichen Magnete (30) unterworfen ist, um ein Signal in Abhängigkeit der Oszillationen von besagter Balance (3) zu generieren. 20
36. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 33 bis 36, mit mindestens einem elektronischen Schaltkreis, der durch die Kraft des Elektromotors, die durch die Verschiebung von einem der besagten Magnete in der Nähe der Wicklung generiert wird, angetrieben wird. 25
37. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 36, mit mindest einer Brücke aus nicht magnetischem Material. 30
38. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 37, mit einem magnetischen Schirm (41, 42), um externe Elemente von dem magnetischen Feld, das durch besagte Permanentmagnete generiert wird, abzuschirmen. 35
39. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 38, wobei die Verschiebung der Balance (30) durch eine führende Oberfläche begrenzt ist. 40
40. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 39, angeordnet in einer Weise, dass die Rückschlagskraft von besagter Balance (30) linear mit der winkelmässigen Position (d) der Balance (3) variiert. 45
41. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 40, wobei sich besagte Balance entlang einer kreisförmigen Bahn bewegt, wobei das Volumen der befestigten und/oder mobi-

len Magnete und/oder ihrer Magnetisierung in einer kontinuierlichen Weise entlang besagter Bahn variiert.

42. Das Regulierungsmittel gemäss Anspruch 41, wobei besagte Balance (3) um eine Gleichgewichtsposition entlang einer Bahn oszilliert, wobei die magnetische Interaktion zwischen besagten befestigten Permanentmagneten und besagten beweglichen Permanentmagneten ansteigt, wenn die Balance sich von besagter Gleichgewichtsposition entlang der Bahn wegbewegt, um so eine ansteigende Rückschlagskraft zu erreichen. 50
43. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 42, wobei bei mindestens einem der besagten befestigten und/oder beweglichen Magnete (30, 40) in einer nicht homogenen Weise magnetisiert sind. 55
44. Das Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 43, wobei besagte Balance aus mehreren oszillierenden Elementen besteht, die durch eine kinematische Kette verbunden sind und bei verschiedenen Frequenzen oszillieren.
45. Mechanisches Uhrwerk für eine Armbanduhr mit einem Regulierungsmittel gemäss einem der Ansprüche 1 bis 44.
46. Mechanisches Uhrwerk gemäss Anspruch 45, wobei die kinematische Kette zwischen besagtem Regulierungsmittel und den Anzeigelementen mindestens ein Band aus nicht magnetischem Material hat.
47. Mechanisches Uhrwerk gemäss einem der Ansprüche 45 bis 46, wobei mindestens ein Teil von besagter Balance (3) von ausserhalb des Uhrwerks sichtbar ist.

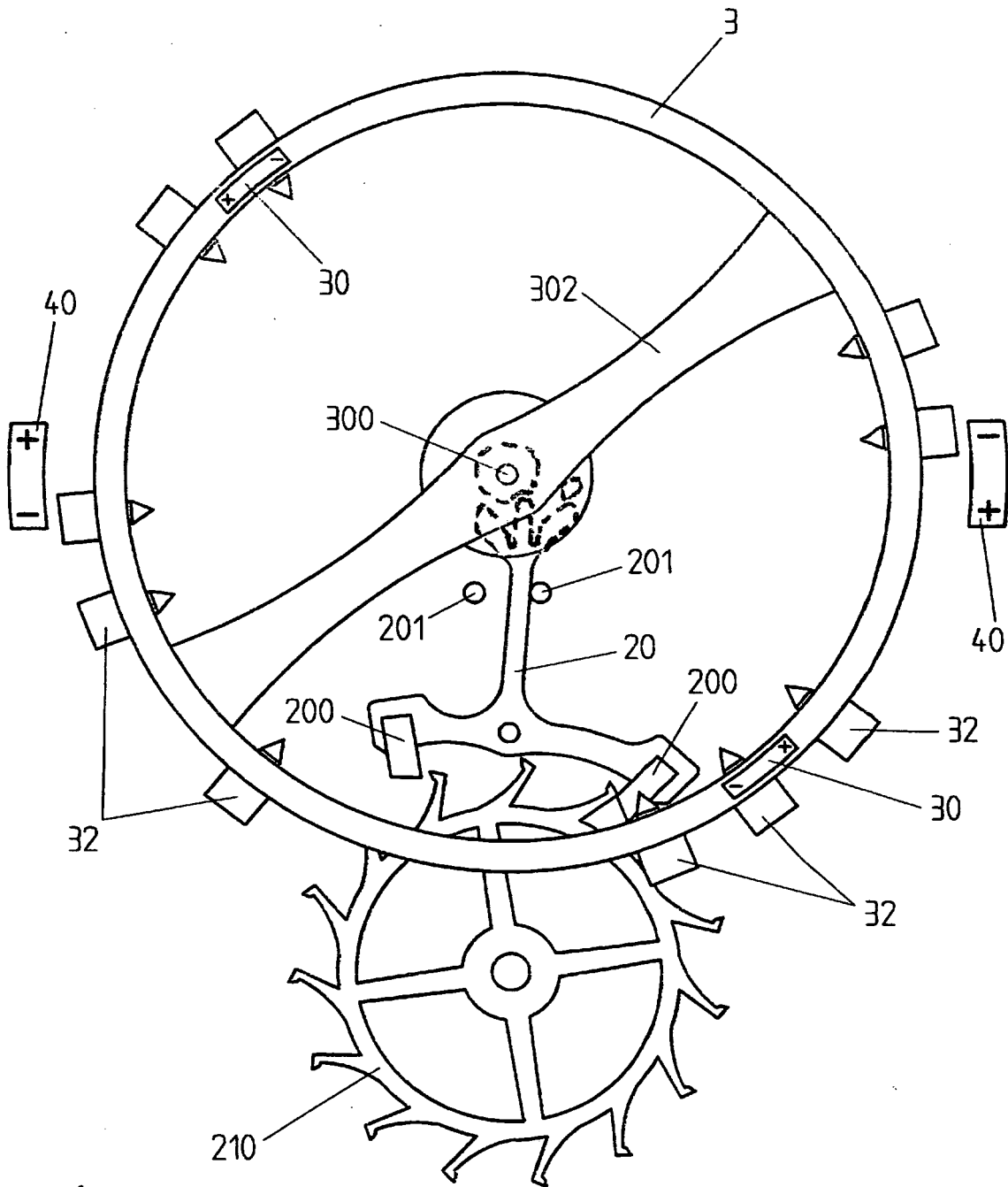


Fig. 1a

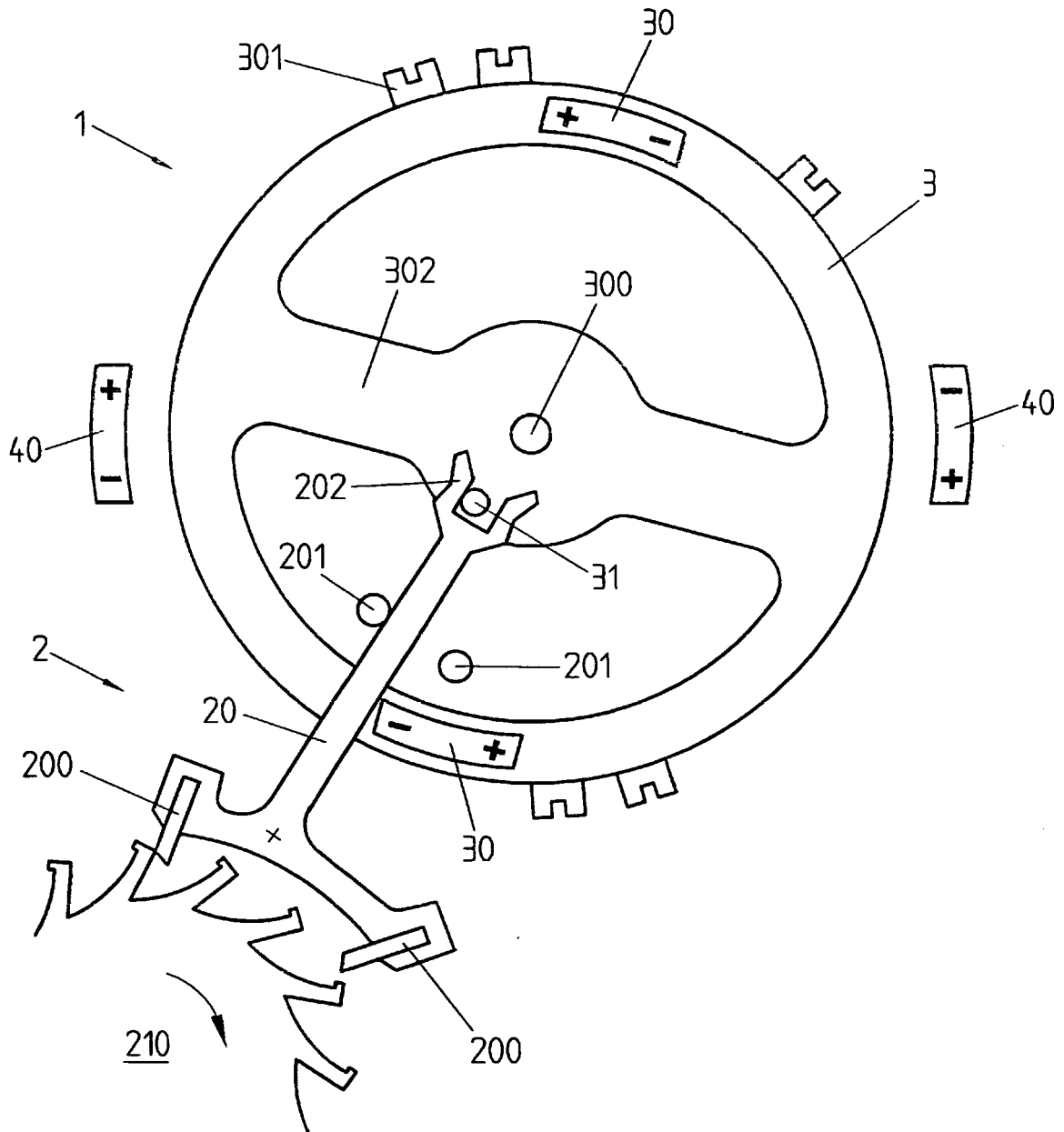


Fig. 1b

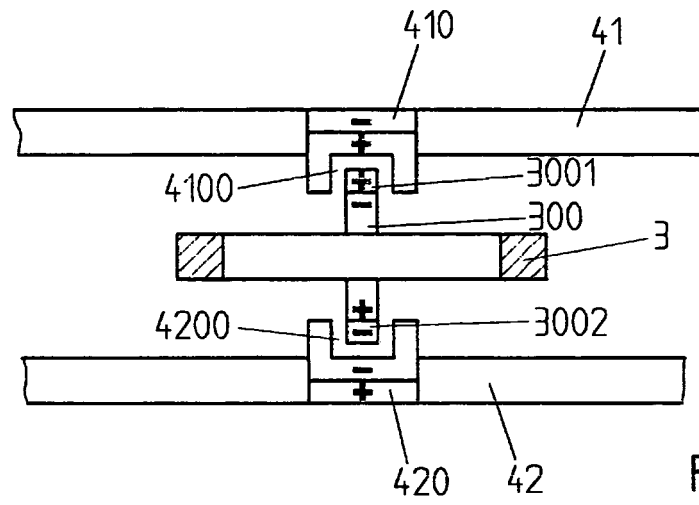


Fig. 2

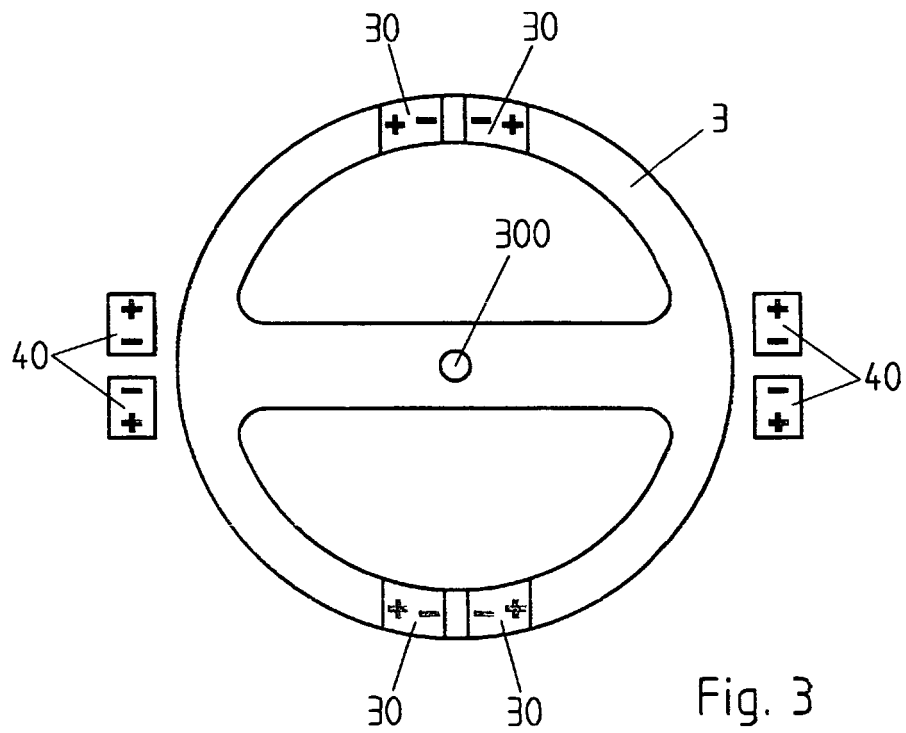
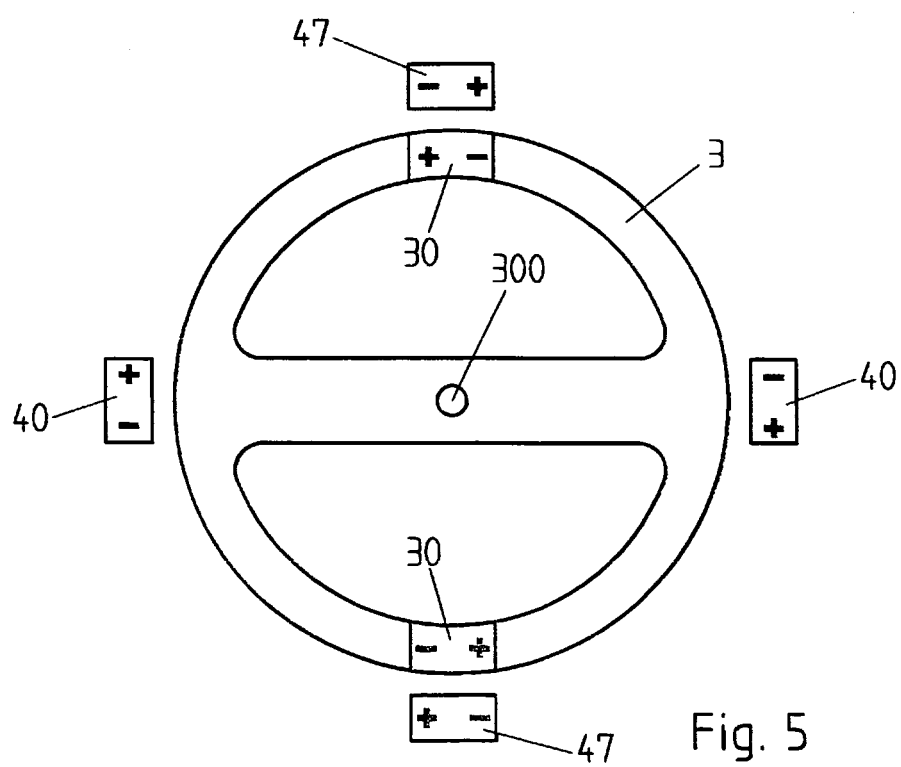
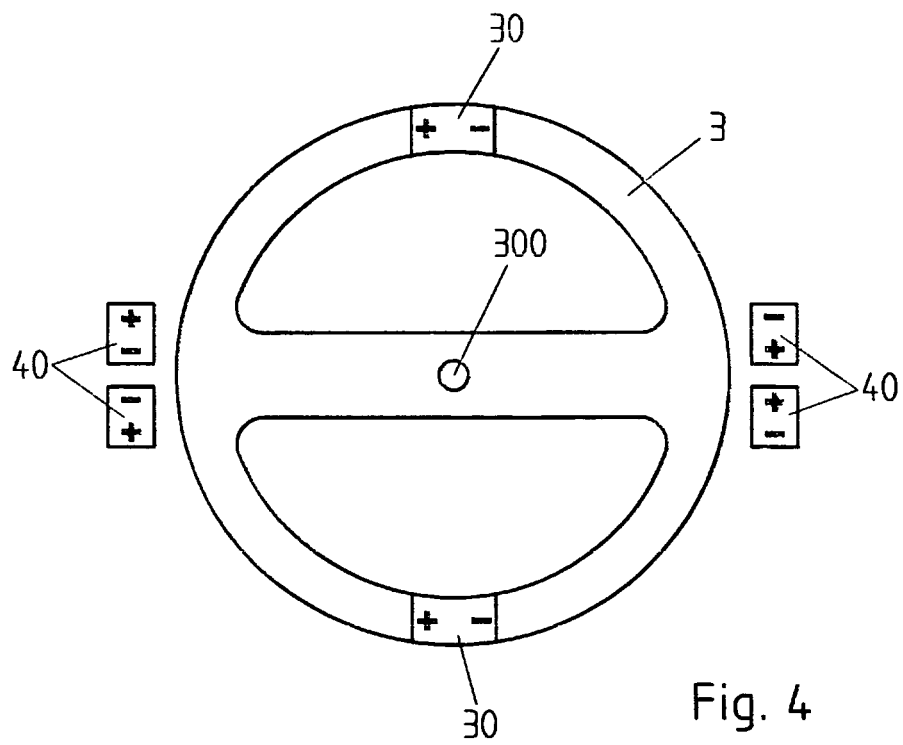
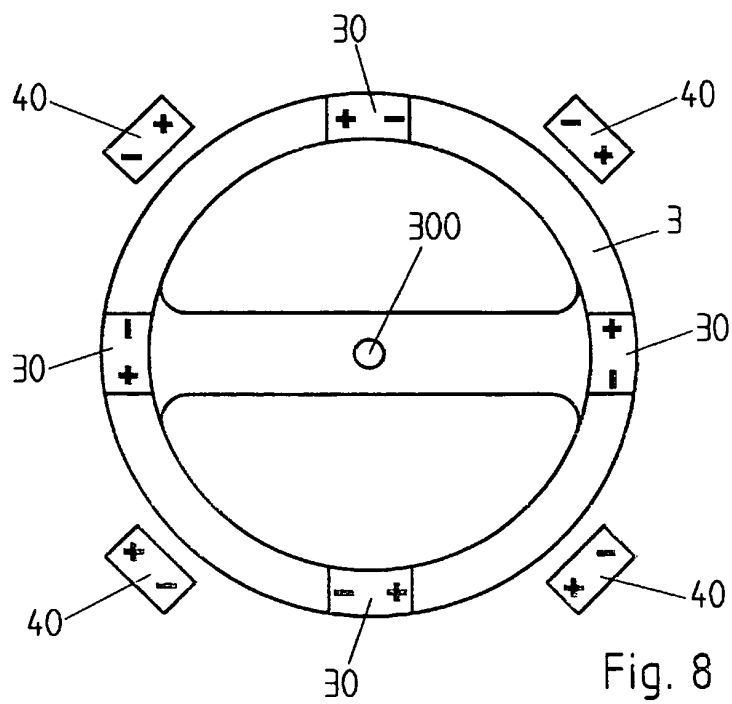
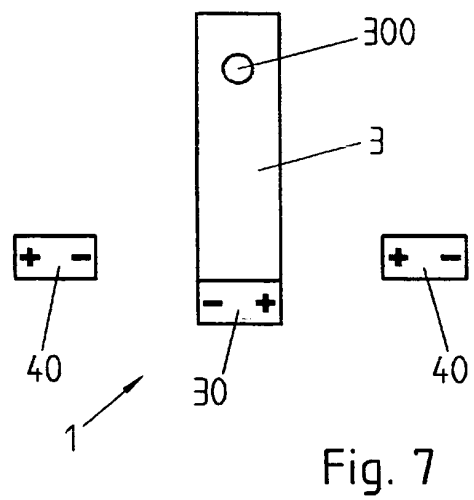
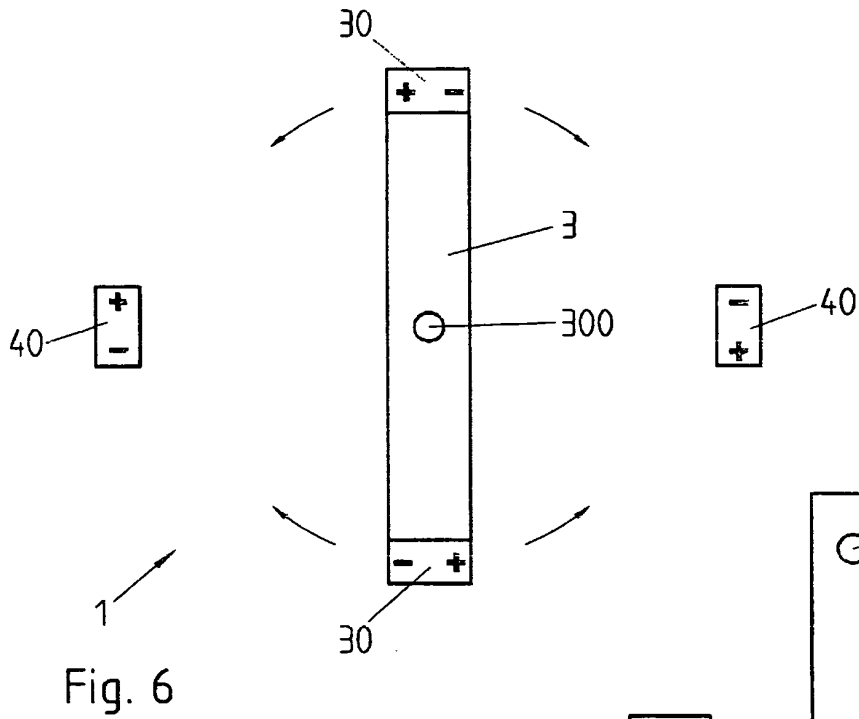
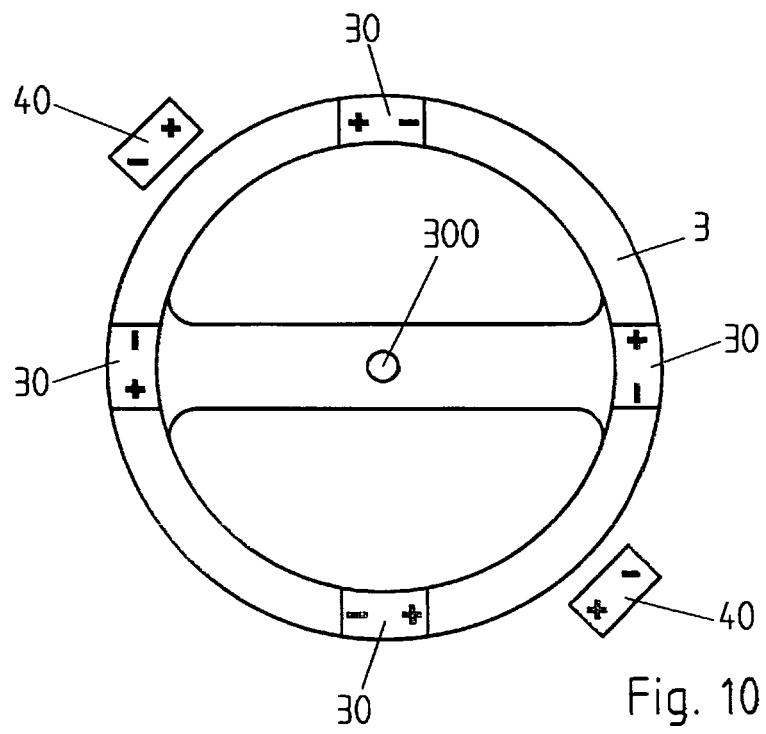
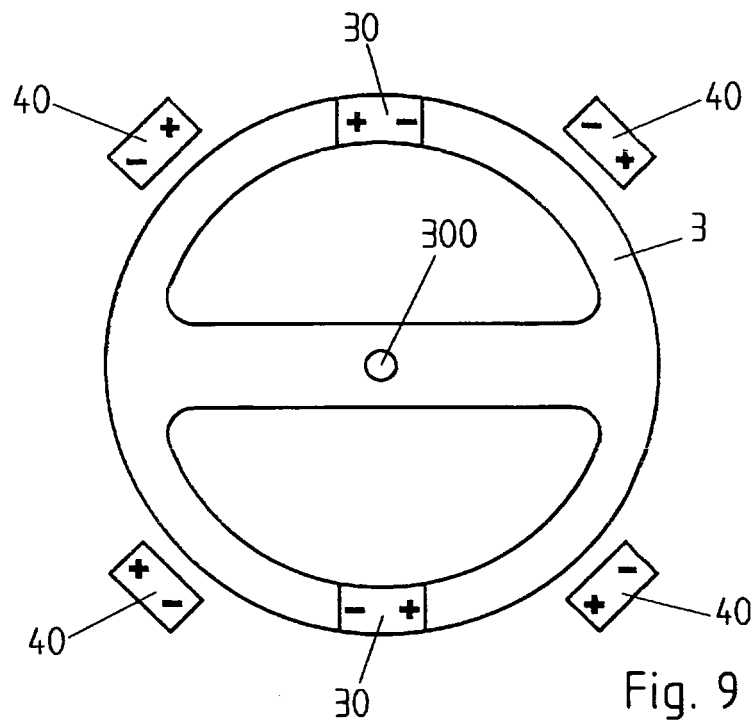
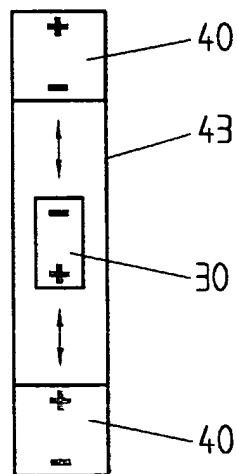
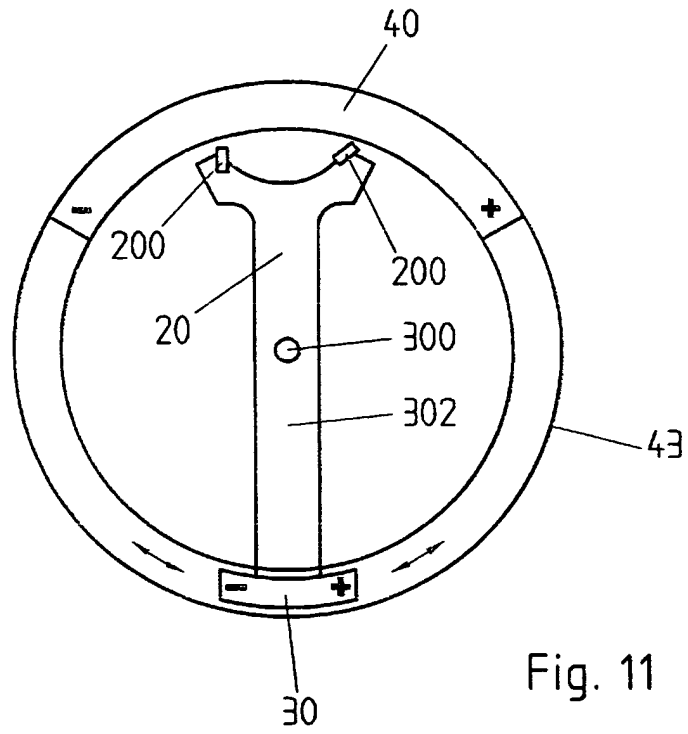


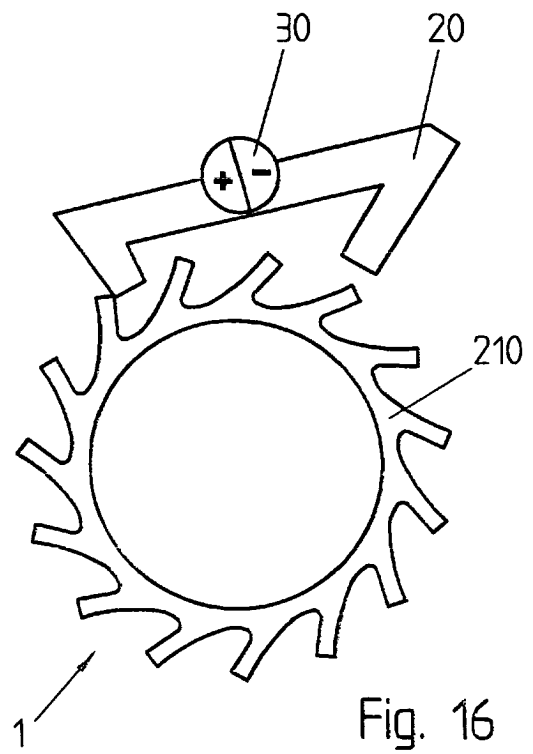
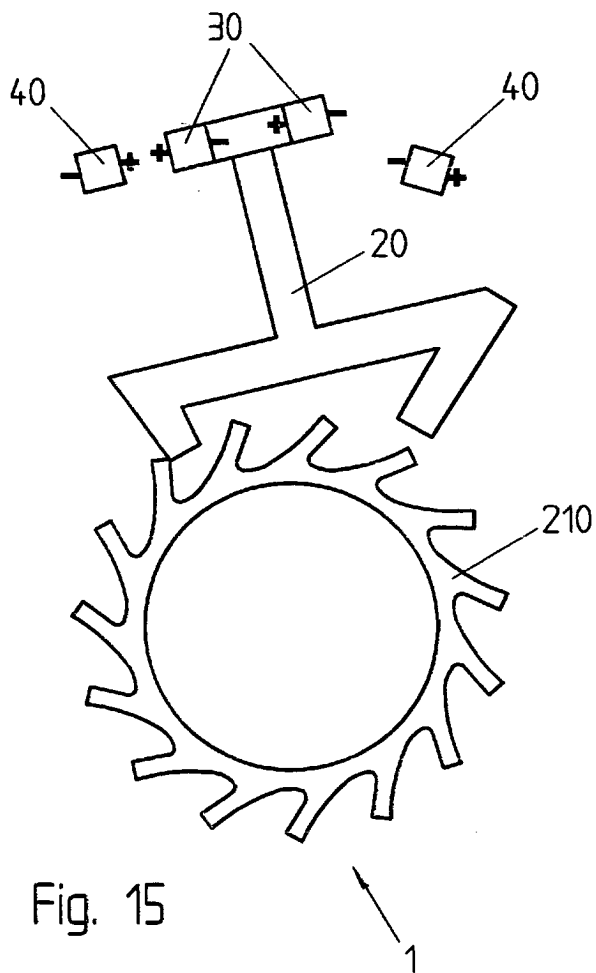
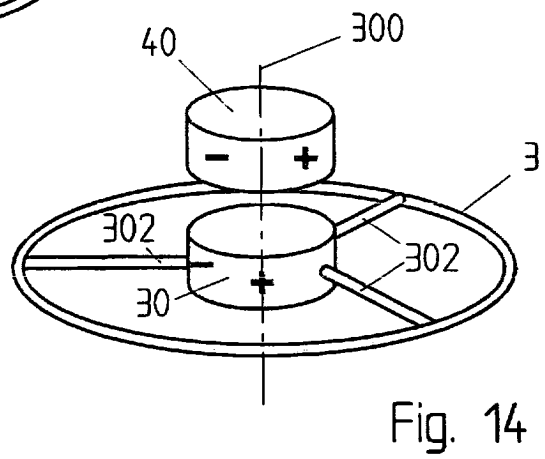
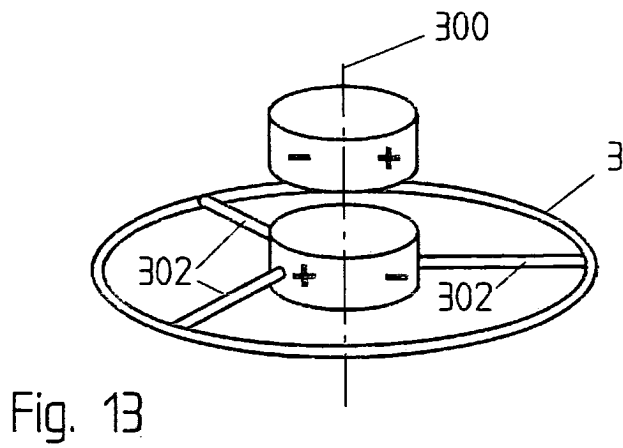
Fig. 3

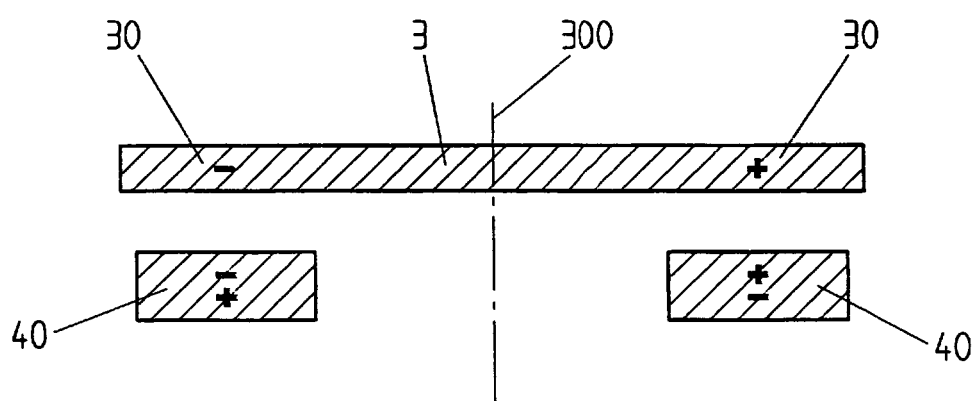
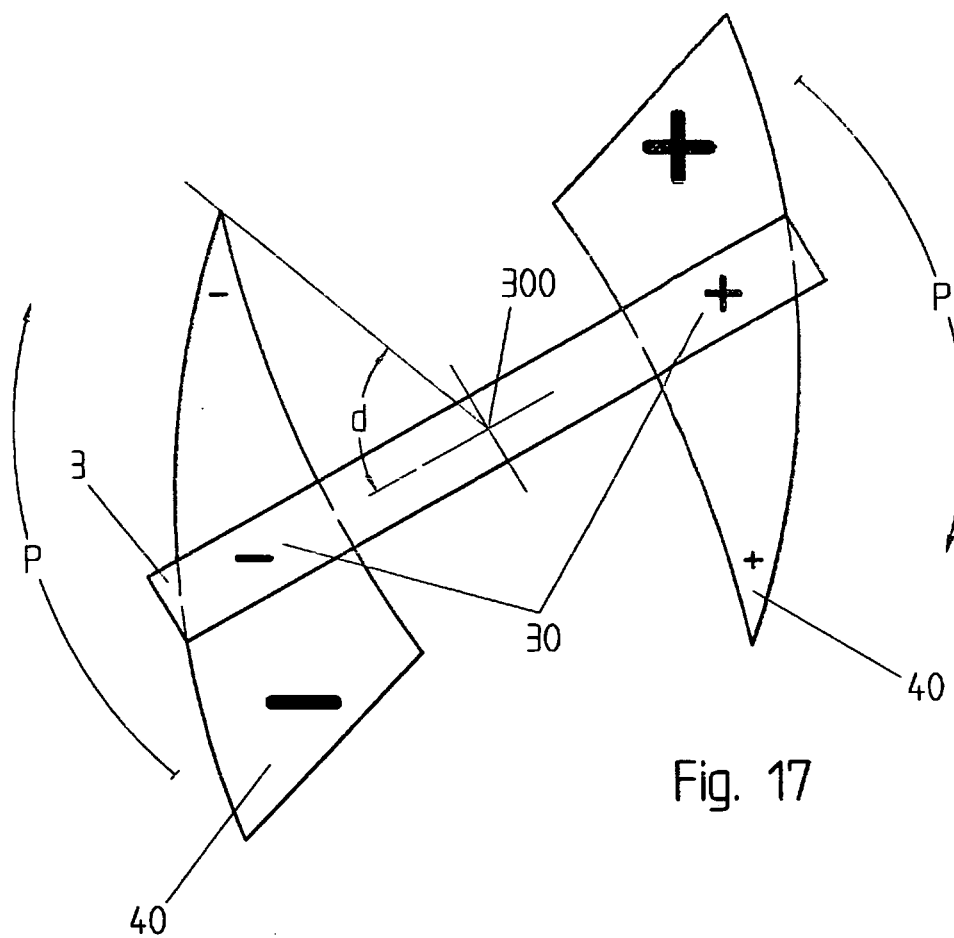












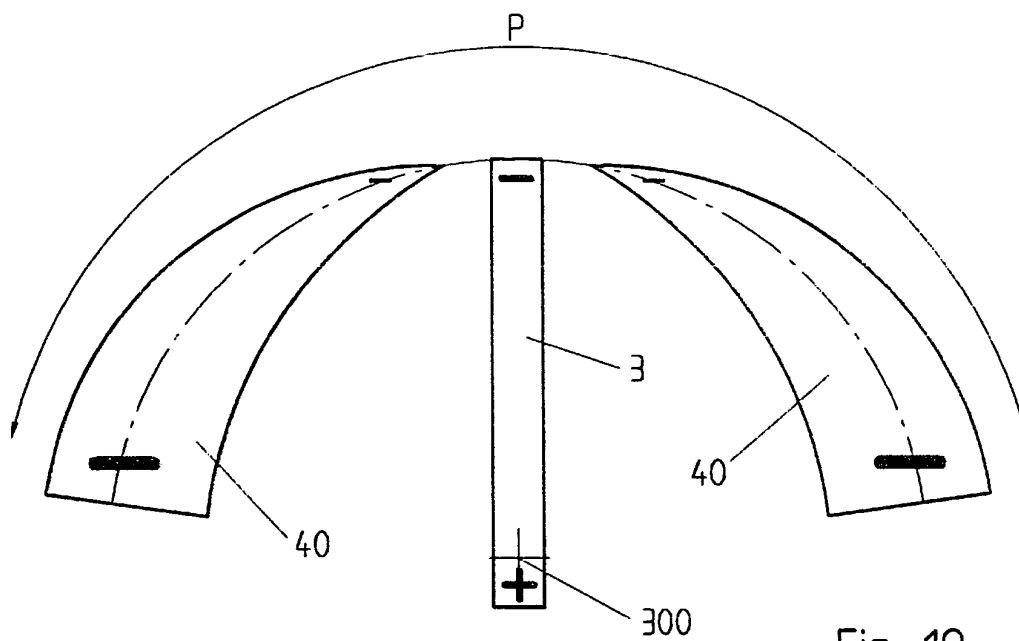


Fig. 19

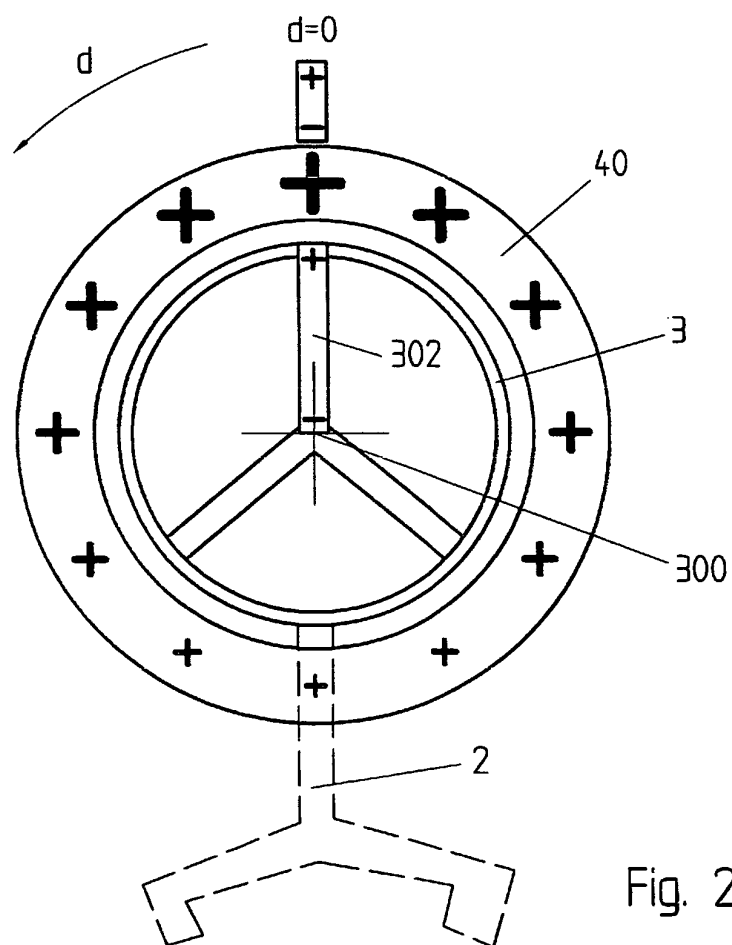
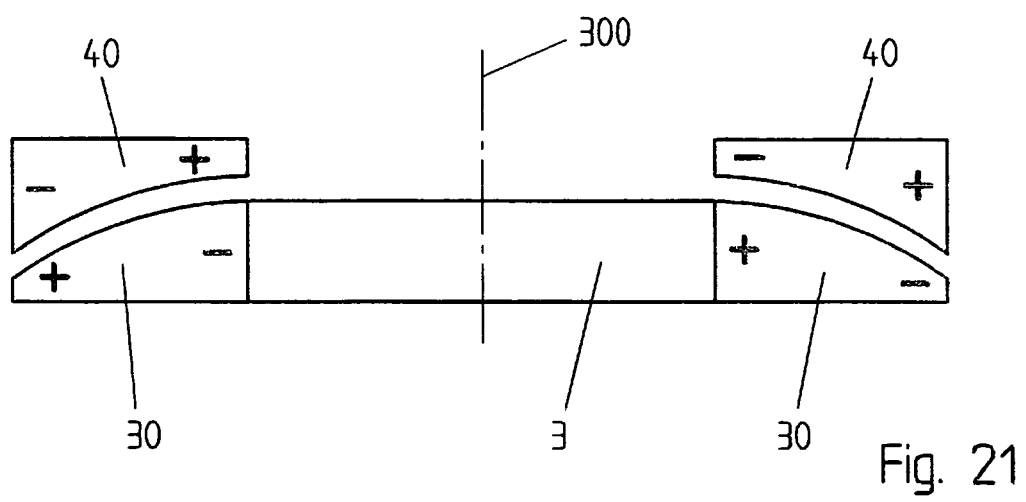


Fig. 20



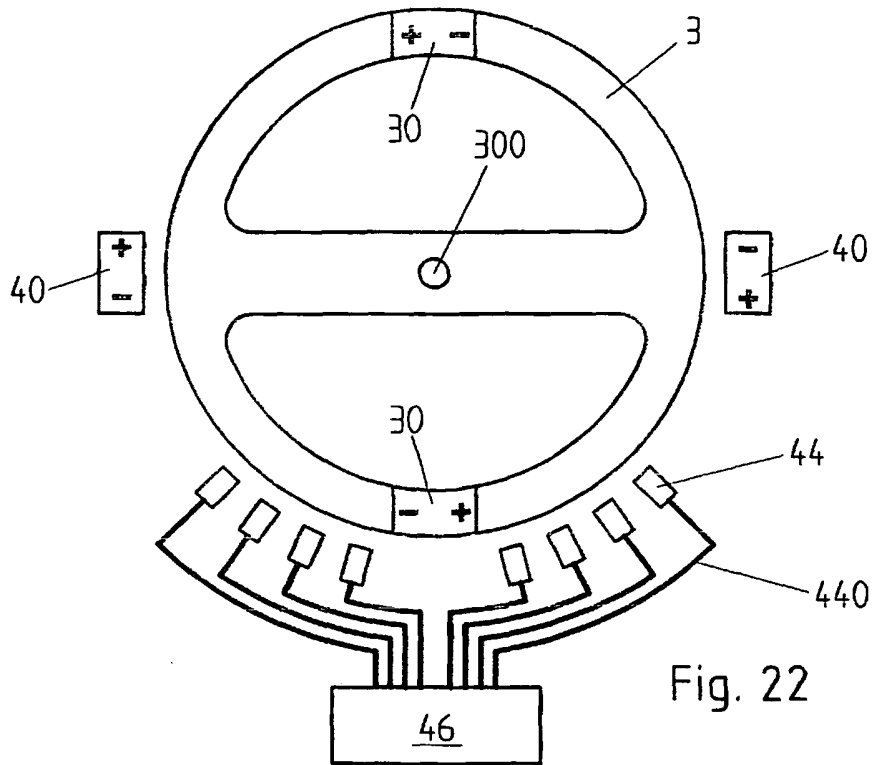


Fig. 22

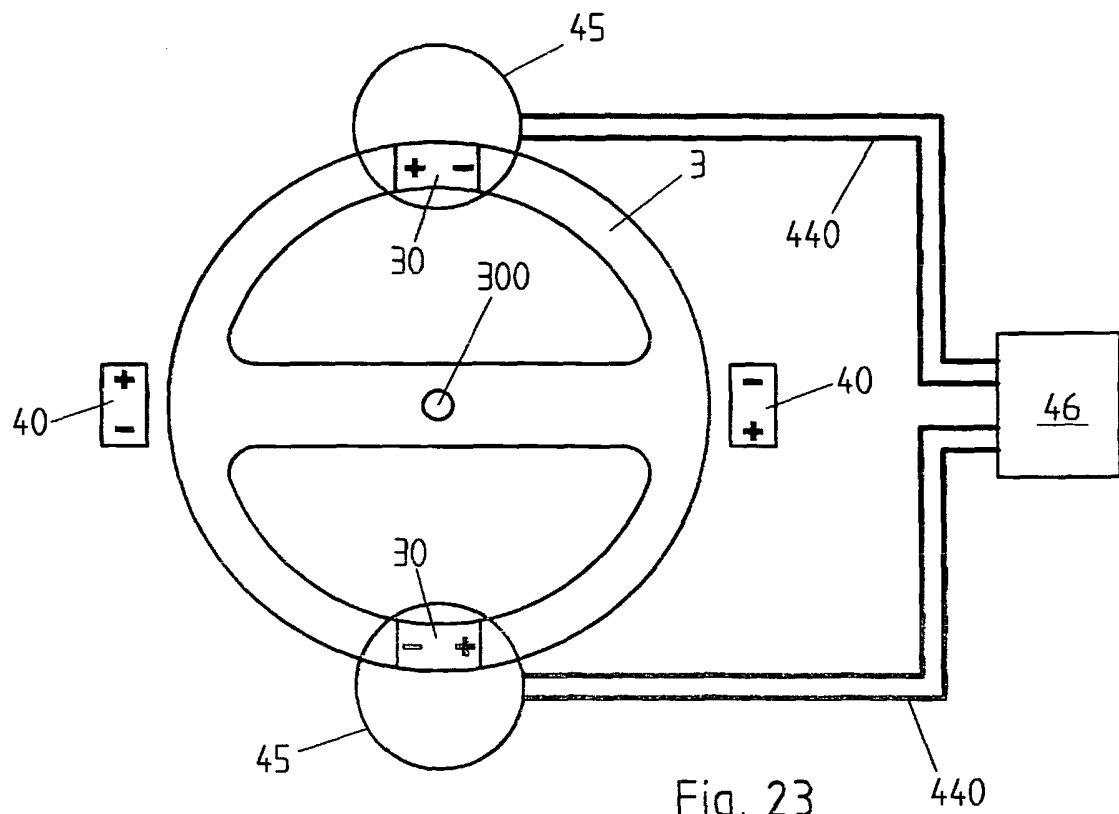


Fig. 23

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

- US 4266291 A [0020]
- US 3921386 A [0020]
- US 3714773 A [0020]
- US 3665699 A [0020]
- US 3161012 A [0020]
- DE 2424212 [0020]
- GB 1444627 A [0020]
- US 20030137901 A [0021]
- US 3937001 A [0022]
- GB 1389293 A [0024]