



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **719 998 B1**

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(51) Int. Cl.: **G04B 31/00** (2006.01)
G04B 17/06 (2006.01)
F16C 32/04 (2006.01)
G04B 13/02 (2006.01)
G04B 15/14 (2006.01)

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 001010/2022

(22) Date de dépôt: 30.08.2022

(43) Demande publiée: 15.03.2024

(24) Brevet délivré: 30.12.2024

(45) Fascicule du brevet publié: 30.12.2024

(73) Titulaire(s):
Richemont International SA, 10, route des Biches
1752 Villars-sur-Glâne (CH)

(72) Inventeur(s):
Noémie Mandon, 71490 Couches (FR)
Patrick Ragot, 2052 Fontainemelon (CH)
Timothée Galisson, 2000 Neuchâtel (CH)
Sandrine Guerin-Deletang, 90100 Delle (FR)
Mathieu Fischer, 1450 Le Château-de-Ste-Croix (CH)

(74) Mandataire:
Novagraaf International SA, Chemin de l'Echo 3
1213 Onex (CH)

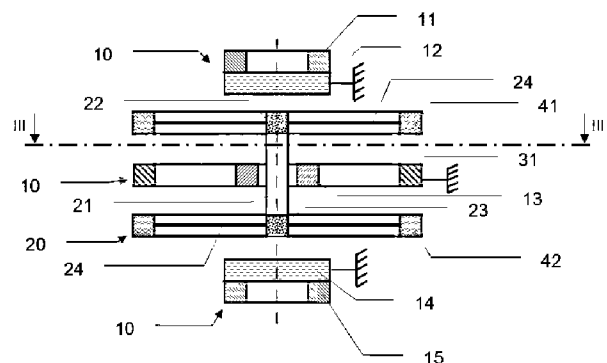
(54) **Ensemble horloger comprenant un mobile suspendu magnétiquement**

(57) L'invention concerne un ensemble horloger comprenant :

- une structure porteuse (10),
- un mobile (20) prévu pivotant autour d'un axe de rotation,
- des moyens magnétiques de structure (11, 12, 13, 14, 15) définissant un axe magnétique polaire de structure,
- des moyens magnétiques de mobile (22, 23) définissant un axe magnétique polaire de mobile,

dans lequel les moyens magnétiques de structure (11, 12, 13, 14, 15) et les moyens magnétiques de mobile (22, 23) coopèrent pour définir l'axe de rotation du mobile (20), caractérisé en ce que l'ensemble horloger comprend:

- des premiers moyens magnétiques de blocage axial (31), agencés sur l'un de la structure porteuse (10) et du mobile (20),
- des deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial (41, 42), formés en matériau diamagnétique, agencés sur l'autre de la structure porteuse (10) et du mobile (20) et en regard des premiers moyens magnétiques de blocage axial (31).



Description

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne de manière générale l'horlogerie, et l'invention concerne en particulier les ensembles horlogers comprenant un mobile au moins partiellement maintenu en position de travail par des forces magnétiques.

État de la technique

[0002] Il est connu dans l'art antérieur des ensembles horlogers avec des mobiles maintenus en place par des forces magnétiques de prévoir un ou plusieurs aimants ou électroaimants sur une structure fixe et/ou sur le mobile pour maintenir le mobile en place. En contrepartie, dans le cas où le système comprend uniquement des aimants permanents, il est compliqué, voire impossible selon le théorème d'Earnshaw, de garantir une position d'équilibre stable du mobile. Les documents EP2638436B1, EP2762985B1 ou encore CH710978B1 divulguent des ensembles horlogers avec un mobile maintenu en place par des aimants, mais ces systèmes sont complexes et présentent pour certains des risques d'instabilité du mobile et donc des risques de contacts physique entre les pièces si bien que le rendement de fonctionnement peut en être affecté avec des pertes par frottement.

Exposé de l'invention

[0003] Un but de la présente invention est de répondre aux inconvénients de l'art antérieur mentionnés ci-dessus et en particulier, tout d'abord, de proposer un ensemble horloger avec un mobile maintenu au moins partiellement en place par des forces magnétiques, qui permet de simplifier les géométries, et/ou qui permet d'offrir un bon rendement de fonctionnement, et/ou qui permet de garantir une position d'équilibre stable.

[0004] Pour cela un premier aspect de l'invention concerne un ensemble horloger comprenant:

- une structure porteuse,
- un mobile prévu pivotant sur la structure porteuse pour pivoter autour d'un axe de rotation,
- des moyens magnétiques de structure fixés sur la structure porteuse et définissant un axe magnétique polaire de structure,
- des moyens magnétiques de mobile fixés sur le mobile et définissant un axe magnétique polaire de mobile, dans lequel les moyens magnétiques de structure et les moyens magnétiques de mobile coopèrent pour aligner l'axe magnétique polaire de mobile sur l'axe magnétique polaire de structure et définir ainsi l'axe de rotation du mobile, caractérisé en ce que l'ensemble horloger comprend:
- des premiers moyens magnétiques de blocage axial, agencés sur l'un de la structure porteuse et du mobile,
- des deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial, formés en matériau diamagnétique, agencés sur l'autre de la structure porteuse et du mobile et en regard des premiers moyens magnétiques de blocage axial, dans lequel les premiers moyens magnétiques de blocage axial et les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial coopèrent pour bloquer au moins un degré de liberté en translation axiale du mobile selon l'axe de rotation.

[0005] Selon la mise en œuvre ci-dessus, les moyens magnétiques de structure et les moyens magnétiques de mobile permettent d'aligner le mobile sur l'axe de rotation: quatre degrés de liberté sont ainsi bloqués: deux translations (de directions perpendiculaires à l'axe de rotation) et deux rotations (d'axes perpendiculaires à l'axe de rotation). La dernière translation (selon l'axe de rotation) est bloquée par les premiers moyens magnétiques de blocage axial et les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial. Les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial comprennent un matériau diamagnétique ou sont formés en matériau diamagnétique. Le diamagnétisme est un comportement des matériaux qui les conduit, lorsqu'ils sont soumis à un champ magnétique, à créer une aimantation opposée au champ extérieur, et donc à engendrer un champ magnétique opposé au champ extérieur. Avec un tel comportement des deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial, qui génèrent un champ magnétique opposé en réaction au champ magnétique des premiers moyens magnétiques de blocage axial, il est possible de définir une position d'équilibre local stable du mobile, en opposition à un même système qui ne comprendrait que des aimants permanents. En d'autres termes, on peut prévoir de bloquer des degrés de liberté avec un système magnétique classique (par exemple des aimants permanents), et au moins un degré de liberté est quant à lui bloqué avec au moins un matériau diamagnétique.

[0006] Selon un mode de réalisation, les moyens magnétiques de structure et/ou les moyens magnétiques de mobile sont exempts de matériau diamagnétique.

[0007] Autrement dit, l'invention peut se rapporter à un ensemble horloger comprenant:

- une structure porteuse,
- un mobile prévu pivotant sur la structure porteuse pour pivoter autour d'un axe de rotation,
- des moyens magnétiques de structure fixés sur la structure porteuse et définissant un axe magnétique polaire de structure,
- des moyens magnétiques de mobile fixés sur le mobile et définissant un axe magnétique polaire de mobile, dans lequel les moyens magnétiques de structure et les moyens magnétiques de mobile coopèrent pour aligner l'axe magnétique polaire de mobile sur l'axe magnétique polaire de structure et définir ainsi l'axe de rotation du mobile,

caractérisé en ce que :

- l'un des moyens magnétiques de structure et des moyens magnétiques de mobile comprend des premiers moyens magnétiques de blocage axial,
- l'autre des moyens magnétiques de structure et des moyens magnétiques de mobile comprend des deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial, formés en matériau diamagnétique,

dans lequel les premiers moyens magnétiques de blocage axial et les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial coopèrent pour bloquer au moins un degré de liberté en translation axiale du mobile selon l'axe de rotation.

[0008] Selon un mode de réalisation, les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial sont agencés en regard des premiers moyens magnétiques de blocage axial, et en particulier selon une direction de l'axe de rotation. Selon un mode de réalisation, les premiers moyens magnétiques de blocage axial ne sont pas diamagnétiques et/ou sont exempts de matériau diamagnétique.

[0009] Selon un mode de réalisation, les moyens magnétiques de mobile comprennent au moins un aimant permanent, et de préférence, les moyens magnétiques de mobile comprennent deux aimants permanents.

[0010] Selon un mode de réalisation, les moyens magnétiques de structure comprennent au moins un aimant permanent et/ou au moins un électroaimant.

[0011] Selon un mode de réalisation, le mobile comprend un arbre central, coaxial avec l'axe polaire de mobile, et les moyens magnétiques de mobile forment au moins une partie de l'arbre central, et de préférence les moyens magnétiques de mobile forment au moins une extrémité de l'arbre central, et encore plus préférentiellement les moyens magnétiques de mobile forment deux extrémités de l'arbre central.

[0012] Selon un mode de réalisation:

- ladite au moins une extrémité de l'arbre central présente une forme conique mâle, agencée en regard d'un palier conique femelle de la structure porteuse, ou
- ladite au moins une extrémité de l'arbre central présente une forme conique femelle, agencée en regard d'un palier conique mâle de la structure porteuse. Une telle mise en œuvre permet de garantir un maintien en place même en cas de choc : le mobile ne peut pas complètement se décaler de sa position théorique.

[0013] Selon un mode de réalisation, les premiers moyens magnétiques de blocage axial comprennent au moins un aimant et sont agencés de préférence sur la structure porteuse. En conséquence, les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial sont agencés sur le mobile.

[0014] Selon un mode de réalisation, les premiers moyens magnétiques de blocage axial comprennent au moins un aimant permanent et/ou un électroaimant.

[0015] Selon un mode de réalisation, les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial sont agencés à une distance radiale prédéterminée de l'axe magnétique polaire de mobile, par exemple au moins 1 mm, et de préférence au moins 1.5 mm, plus préférentiellement 3 mm, et par exemple au moins 6 mm. Une telle mise en œuvre permet de limiter les effets parasites entre d'une part les moyens magnétiques de structure et les moyens magnétiques de mobile et d'autre part les premiers moyens magnétiques de blocage axial et les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial. Par ailleurs, agencer les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial à distance de l'axe de rotation offre plus de place, ce qui permet de placer plus de matériau diamagnétique pour améliorer le blocage axial, de façon à augmenter les efforts d'interaction avec le matériau diamagnétique qui peuvent être plus faibles que les efforts d'interaction entre des aimants permanents. Enfin, en écartant les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial de l'axe de rotation, ces derniers participent aussi au blocage des degrés de libertés en rotation d'axe perpendiculaire à l'axe de rotation (les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial s'opposent aux couples de renversement du mobile).

CH 719 998 B1

[0016] Selon un mode de réalisation, le mobile comprend une roue ou une jante ou une serge de balancier, et les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial sont agencés respectivement en périphérie de la roue ou sur la jante ou dans la serge de balancier.

[0017] Selon un mode de réalisation:

- les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial comprennent une première portion magnétique de blocage axial agencée à une première position axiale le long de l'axe de rotation et une deuxième portion magnétique de blocage axial agencée à une deuxième position axiale le long de l'axe de rotation,
- les premiers moyens magnétiques de blocage axial sont agencés entre la première portion magnétique de blocage axial et la deuxième portion magnétique de blocage axial. Ainsi, les premiers moyens magnétiques de blocage axial sont agencés „au milieu“ des deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial.

[0018] Selon un mode de réalisation, la première portion magnétique de blocage axial et la deuxième portion magnétique de blocage axial comprennent chacune un matériau diamagnétique.

[0019] Selon un mode de réalisation, le mobile comprend:

- une première roue ou une première jante ou une première serge de balancier,
- une deuxième roue ou une deuxième jante ou une deuxième serge de balancier,

et dans lequel:

- la première portion magnétique de blocage axial est agencée respectivement en périphérie de la première roue ou sur la première jante ou dans la première serge de balancier
- la deuxième portion magnétique de blocage axial est agencée respectivement en périphérie de la deuxième roue ou sur la deuxième jante ou dans la deuxième serge de balancier.

[0020] Selon un mode de réalisation, les premiers moyens magnétiques de blocage axial sont agencés le long d'un secteur angulaire prédéterminé, et présentent au moins une alternance de polarités le long du secteur angulaire prédéterminé. En d'autres termes, les premiers moyens magnétiques de blocage axial comprennent une succession de dipôles magnétiques, ou d'aimants dont les polarités ou les directions magnétiques sont opposées.

[0021] Selon un mode de réalisation en alternative ou en complément du mode de réalisation ci-dessus, les premiers moyens magnétiques de blocage axial sont agencés le long d'un secteur angulaire prédéterminé, et présentent au moins une alternance de polarités selon une direction radiale. En d'autres termes, selon une direction radiale, les premiers moyens magnétiques de blocage axial comprennent une succession de dipôles magnétiques, ou d'aimants dont les polarités ou les directions magnétiques sont opposées.

[0022] Selon un mode de réalisation, les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial sont formés en graphite pyrolytique. Alternativement ou en addition, on peut prévoir du bismuth, et/ou du diamant, et/ou du cuivre, et/ou du plomb, et/ou du mercure, et/ou de l'argent.

[0023] Selon un mode de réalisation, les moyens magnétiques de structure comprennent:

- une paire de disques magnétiques agencés de part et d'autre du mobile selon la direction de l'axe de rotation, et/ou
- une paire d'anneaux magnétiques agencés de part et d'autre du mobile selon la direction de l'axe de rotation, et/ou
- un anneau magnétique central entourant au moins une portion du mobile.

[0024] Selon un mode de réalisation, les disques magnétiques de la paire de disques magnétiques et/ou les anneaux magnétiques de la paire d'anneaux magnétiques et/ou l'anneau magnétique central présentent tous le même sens d'orientation magnétique.

[0025] Selon un mode de réalisation, la paire de disques magnétiques est agencée entre la paire d'anneaux magnétiques.

[0026] Selon un mode de réalisation, les anneaux magnétiques de la paire d'anneaux magnétiques présentent un diamètre extérieur inférieur ou égal à un diamètre extérieur des disques magnétiques de la paire de disques magnétiques.

[0027] Selon un mode de réalisation, les anneaux magnétiques de la paire d'anneaux magnétiques présentent:

- un diamètre intérieur supérieur ou égal à un diamètre extérieur des disques magnétiques de la paire de disques magnétiques et/ou
- une hauteur supérieure à une hauteur des disques magnétiques de la paire de disques magnétiques. Selon un mode de réalisation, chaque anneau magnétique de la paire d'anneaux magnétiques reçoit un disque magnétique de la paire de disques magnétiques, de sorte à former un montage serré, chassé ou collé.

[0028] Selon un mode de réalisation, l'ensemble horloger forme un oscillateur d'une pièce d'horlogerie.

[0029] Selon un mode de réalisation, le mobile est un balancier, de préférence un balancier avec une serge, de préférence un balancier avec une serge embarquant les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial.

[0030] Selon un mode de réalisation, l'ensemble horloger forme un échappement d'une pièce d'horlogerie.

[0031] Selon un mode de réalisation, le mobile est une roue d'échappement, de préférence une roue d'échappement avec une jante, de préférence une roue d'échappement avec une jante embarquant les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial.

[0032] Selon un mode de réalisation, l'ensemble horloger forme un rouage d'une pièce d'horlogerie.

[0033] Selon un mode de réalisation, le mobile est une roue dentée, de préférence une roue dentée avec une jante ou une portion périphérique, de préférence une roue dentée avec une jante ou une portion périphérique embarquant les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial.

[0034] Un autre aspect de l'invention se rapporte à une pièce d'horlogerie comprenant un ensemble horloger selon le premier aspect de l'invention.

Description des figures

[0035] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée qui suit d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple nullement limitatif et illustré par les dessins annexés, dans lesquels:

- [fig. 1] représente une vue schématique en coupe d'un ensemble horloger comprenant une structure porteuse et un mobile maintenu en place sur la structure porteuse par des moyens magnétique selon la présente invention ;
- [fig. 2] représente la vue de l'ensemble horloger de la figure 1 pour représenter un exemple d'orientation des champs magnétiques générés par les moyens magnétiques ;
- [fig. 3] représente une vue en coupe de l'ensemble horloger de la figure 1 selon l'axe III-III de la figure 1 ;
- [fig. 4] représente une vue schématique en coupe d'une première alternative de réalisation de l'ensemble horloger de la figure 1 ;
- [fig. 5] représente une vue schématique en coupe d'une deuxième alternative de réalisation de l'ensemble horloger de la figure 1
- [fig. 6] représente une vue en coupe d'une première mise en œuvre de l'ensemble horloger de la figure 5 selon l'axe III-III de la figure 5 ;
- [fig. 7] représente une vue en coupe d'une deuxième mise en œuvre de l'ensemble horloger de la figure 5 selon l'axe III-III de la figure 5.

Description détaillée de mode(s) de réalisation

[0036] La figure 1 représente une structure porteuse 10 et un mobile 20 agencé pour pivoter par rapport à la structure porteuse 10 autour d'un axe de rotation. Le mobile 20 selon cet exemple de réalisation peut typiquement former un balancier d'un oscillateur mécanique d'une pièce d'horlogerie.

[0037] Pour des raisons de clarté, l'environnement du balancier n'est pas représenté : l'organe élastique (typiquement un ressort spiral), et le ou les plateaux de balancier ne sont visibles sur les figures.

[0038] La structure porteuse 10 comprend notamment:

- des moyens magnétiques de structure avec

CH 719 998 B1

- une paire d'anneaux magnétiques, formée par un premier anneau magnétique 11 et un deuxième anneau magnétique 15;
- une paire de disques magnétiques, formée par un premier disque magnétique 12 et un deuxième disque magnétique 14;
- un anneau magnétique central 13 (qui peut être en deux parties pour des raisons de montage) ;
- des premiers moyens magnétiques de blocage axial formés par au moins un anneau magnétique périphérique 31.

[0039] Bien entendu, des éléments intermédiaires relient tous ces éléments entre eux même si la figure 1 ne les représente pas : on peut prévoir de fixer les pièces sur des ponts, ou sur la platine de la pièce d'horlogerie.

[0040] Le mobile 20 comprend quant à lui :

- un arbre central 21;
- des moyens magnétiques de mobile formés par un premier aimant d'extrémité 22 et un deuxième aimant d'extrémité 23 tous deux montés aux extrémités de l'arbre central 21;
- des deuxième moyens magnétiques de blocage axial formés par une première serge de balancier 41 et une deuxième serge de balancier 42, toutes deux formées ou comprenant un matériau diamagnétique ;
- des bras 24 reliant l'arbre central 21 aux serges de balancier 41 et 42.

[0041] Selon l'exemple de réalisation de la figure 1, en ce qui concerne la structure porteuse 10:

- le premier anneau magnétique 11 et le deuxième anneau magnétique 15 peuvent être des aimants permanents (par exemple des aimants en néodyme) ou des électro-aimants ;
- le premier disque magnétique 12 et le deuxième disque magnétique 14 peuvent être des aimants permanents (par exemple des aimants en néodyme) ou des électro-aimants ;
- l'anneau magnétique central 13 peut être un aimant permanent (par exemple un aimant en néodyme) ou un électro-aimant;
- l'anneau magnétique périphérique 31 peut être formé par une pluralité d'aimants permanents (par exemple des aimants en néodyme) ou d'électro-aimants répartis sur 360°, en alternance d'orientation magnétique comme cela sera vu à la figure 3.

[0042] Toujours selon l'exemple de réalisation de la figure 1, en ce qui concerne le mobile 20:

- le premier aimant d'extrémité 22 et le deuxième aimant d'extrémité 23 peuvent être des aimants permanents (par exemple des aimants en néodyme) ;
- la première serge de balancier 41 et la deuxième serge de balancier 42, peuvent être formées ou comprendre un matériau diamagnétique comme du graphite pyrolytique. Alternativement ou en addition, on peut prévoir du bismuth, et/ou du diamant, et/ou du cuivre, et/ou du plomb, et/ou du mercure, et/ou de l'argent.

[0043] La figure 2 représente la vue de l'ensemble horloger de la figure 1 pour montrer un exemple d'orientation des champs magnétiques générés par les moyens magnétiques.

[0044] De manière générale, tous les aimants de la structure porteuse 10 faisant partie des moyens magnétique de structure (le premier anneau magnétique 11, le deuxième anneau magnétique 15, le premier disque magnétique 12, le deuxième disque magnétique 14 et l'anneau magnétique central 13) peuvent avoir la même orientation magnétique. Par convention, la flèche de chaque aimant de la figure 2 (au sein de l'aimant) part du pôle Sud pour pointer vers le pôle Nord. Sur la coupe de la figure 2, tous les aimants de la structure porteuse 10 ont le pôle Nord en partie supérieure et le pôle Sud en partie inférieure. On gardera en mémoire que l'anneau magnétique périphérique 31 peut comprendre plusieurs aimants de polarités opposées, comme décrit figure 3.

[0045] En ce qui concerne les aimants d'extrémités 22 et 23 du mobile 20, ceux-ci présentent une orientation opposée à l'orientation magnétique des aimants de la structure porteuse 10, c'est-à-dire que tous les aimants du mobile 20 ont le pôle Sud en partie supérieure et le pôle Nord en partie inférieure. On peut constater que les portions en matériau

diamagnétique des serges de balancier 41 et 42 présentent un champ magnétique opposé à celui de l'anneau magnétique périphérique 31 de la structure porteuse 10, en raison de la nature diamagnétique de leur matière.

[0046] La figure 3 montre une coupe de l'ensemble horloger selon l'axe III-III de la figure 1. L'arbre central 21 est coupé et on peut bien voir que l'anneau magnétique périphérique 31 comprend plusieurs aimants (quatre aimants dans l'exemple représenté, mais on peut prévoir plus ou moins d'aimants) avec une inversion des polarités entre chaque aimant. Ainsi, l'anneau magnétique périphérique 31 comprend deux aimants situés à 180° l'un de l'autre avec le pôle Nord vers le haut de la figure 1, séparés par deux aimants ayant le pôle Sud vers le haut de la figure 1. On peut noter figure 3 que l'anneau magnétique central 13 présente seulement un pôle Sud.

[0047] En résumé:

les moyens magnétiques de structure avec :

- la paire d'anneaux magnétiques, formée par le premier anneau magnétique 11 et le deuxième anneau magnétique 15;
- la paire de disques magnétiques, formée par le premier disque magnétique 12 et le deuxième disque magnétique 14 ;
- l'anneau magnétique central 13;

présentent tous un champ magnétique orienté vers le bas de la figure 2, de sorte à définir un axe magnétique polaire de structure.

[0048] Les moyens magnétiques de mobile (le premier aimant d'extrémité 22 et le deuxième aimant d'extrémité 23) présentent un champ magnétique orienté vers le haut de la figure 2 de sorte à définir un axe magnétique polaire de mobile.

[0049] En conséquence, les moyens magnétiques de mobile et les moyens magnétiques de structure vont naturellement coopérer pour avoir leurs axes magnétiques polaires s'aligner pour devenir colinéaires et maintenir le mobile 20 dans la position des figures 1 et 2, aligné ou colinéaire avec son axe de rotation. Le maintien radial du mobile 20 est assuré.

[0050] Par ailleurs, on peut noter que les portions diamagnétiques des serges de balancier 41 et 42 présentent naturellement un champ magnétique opposé au champ magnétique de l'anneau magnétique périphérique 31, si bien que cela procure un blocage axial de la translation du mobile 20 selon son axe de rotation. Le mobile 20 n'a plus qu'un seul degré de liberté non bloqué: sa rotation autour de son axe de rotation.

[0051] On peut noter que les serges de balancier 41 et 42 sont éloignées de l'arbre central 21. Cela procure plusieurs avantages. Tout d'abord, les portions en matériau diamagnétique sont éloignées de l'axe de rotation et donc des axes magnétiques polaires de la structure porteuse 10 et du mobile 20. Ensuite, comme le montre la figure 3, les serges de balancier 41 et 42 présentent une grande surface comparée à la taille de l'arbre central, ce qui permet de prévoir plus de matière diamagnétique qu'au niveau de l'arbre central 21 par exemple.

[0052] La figure 4 montre une première alternative de réalisation de l'ensemble horloger de la figure 1. Sur la figure 4, l'arbre central 21 est plus long, et les aimants d'extrémité 22 et 23 sont pointus ou coniques et logés dans des contreformes femelles des disques magnétiques 12 et 14. Ainsi, le montage est autocentré et résiste bien aux chocs.

[0053] La figure 5 montre une deuxième alternative de réalisation de l'ensemble horloger de la figure 1. Sur la figure 5, la différence par rapport à l'ensemble horloger de la figure 1 se situe au niveau des premiers moyens magnétiques de blocage axial qui sont formés par un anneau magnétique périphérique 31 composite, qui comprend en réalité trois sous-anneaux magnétiques 31a, 31b, 31c. Cet agencement permet d'une part de stabiliser le mobile 20 axialement, mais également de le recentrer ou de le bloquer radialement.

[0054] Dans le détail, et comme le montre la figure 6 pour montrer une première mise en œuvre de l'ensemble horloger de la figure 5 en coupe selon le plan III-III, les trois sous-anneaux magnétiques 31a, 31b, 31c de l'anneau magnétique périphérique 31 présentent une alternance de polarités selon la direction radiale. Ainsi, la première serge de balancier 41 et la deuxième serge de balancier 42, toutes deux formées ou comprenant un matériau diamagnétique, peuvent s'opposer à un déplacement radial du mobile 20.

[0055] La figure 7 montre une deuxième mise en œuvre de l'ensemble horloger de la figure 5 en coupe selon le plan III-III, dans laquelle les trois sous-anneaux magnétiques 31a, 31b, 31c de l'anneau magnétique périphérique 31 présentent une alternance de polarités selon la direction radiale et selon une direction tangentielle. On peut noter que les secteurs angulaires de polarités opposées sont égaux pour ne pas provoquer de blocage angulaire en rotation. De la même manière, la première serge de balancier 41 et la deuxième serge de balancier 42 (visible en pointillés), toutes deux formées ou comprenant un matériau diamagnétique, peuvent s'opposer à un déplacement radial du mobile 20.

[0056] On comprendra que diverses modifications et/ou améliorations évidentes pour l'homme du métier peuvent être apportées aux différents modes de réalisation de l'invention décrits dans la présente description sans sortir du cadre de l'invention.

[0057] En particulier, on peut noter que le mobile 20 pourrait ne comporter qu'une seule serge de balancier (avec une ou deux épaisseurs de matériau diamagnétique), agencée entre des aimants de la structure porteuse 10.

[0058] On peut aussi prévoir sur le mobile 20 (en alternative ou en addition des deux serges de balancier 41 et 42) des portions diamagnétiques plus proches de l'arbre central 21), toujours en regard d'aimants de la structure porteuse pour générer automatiquement un champ magnétique opposé.

[0059] Les jeux entre les pièces peuvent être ajustés pour compenser/ajuster les forces magnétiques. En effet, on peut prévoir que l'anneau magnétique central 13 présente avec l'arbre central 21 un jeu assez faible et forme une sorte de palier antichoc. On peut prévoir de faibles jeux entre les serges de balancier 41 et 42 et l'anneau magnétique périphérique 31 pour aussi procurer une butée antichoc. On peut aussi adapter le jeu entre l'arbre central 21 et les disques magnétiques 12 et 14 en fonction du jeu entre les serges de balancier 41 et 42 et l'anneau magnétique périphérique 31 pour avoir des forces magnétiques axiales qui soient du même ordre de grandeur et s'annulent pour permettre une stabilisation radiale/axiale et/ou un maintien en place entre le mobile 20 et la structure porteuse 10 sans contact et stable.

[0060] On notera que la configuration de la figure 4, avec les aimants d'extrémité 22 et 23 pointus ou coniques et logés dans les contreformes femelles des disques magnétiques 12 et 14 peut être inversée : les aimants d'extrémité 22 et 23 peuvent former les contreformes femelles et les disques magnétiques 12 et 14 peuvent être pointus ou coniques et logés dans les contreformes femelles.

[0061] On gardera en mémoire que la configuration spécifique de la figure 4, avec les aimants d'extrémité 22 et 23 pointus ou coniques et logés dans les contreformes femelles des disques magnétiques 12 et 14 peut être utilisée ou appliquée à d'autres formes de mobile 20 et de structure porteuse 10. On peut prévoir d'utiliser une telle configuration sans portion en matériau diamagnétique, ou avec au moins une portion en matériau diamagnétique agencée ailleurs que dans les serges de balancier 41, 42 de la figure 4. On peut en particulier prévoir de former les aimants d'extrémité 22 et 23 ou les disques magnétiques 12 et 14 en matériau diamagnétique.

[0062] Dans les figures 1, 2, 4 et 5, les anneaux magnétiques 11 et 15 sont respectivement accouplés aux disques magnétiques 12 et 14. Sur les figures, le diamètre extérieur des anneaux magnétiques 11 et 15 est similaire au diamètre extérieur des disques magnétiques 12 et 14. Cependant, on pourrait avoir le diamètre extérieur des anneaux magnétiques 11 et 15 inférieur au diamètre extérieur des disques magnétiques 12 et 14. On pourrait aussi avoir le diamètre intérieur des anneaux magnétiques 11 et 15 supérieur ou égal au diamètre extérieur des disques magnétiques 12 et 14. Dans le cas où le diamètre intérieur des anneaux magnétiques 11 et 15 est égal au diamètre extérieur des disques magnétiques 12 et 14, on peut prévoir de monter les disques magnétiques 12 et 14 respectivement dans les anneaux magnétiques 11 et 15. Dans ce cas, on peut prévoir une hauteur des anneaux magnétiques 11 et 15 supérieure à la hauteur (ou à l'épaisseur) des disques magnétiques 12 et 14,

[0063] Enfin, l'exemple décrit est un oscillateur mécanique d'une pièce d'horlogerie, mais on peut prévoir que le mobile 20 soit une roue dentée de rouage, d'échappement...

Application industrielle

[0064] Un ensemble horloger selon la présente invention, et sa fabrication, sont susceptibles d'application industrielle.

Revendications

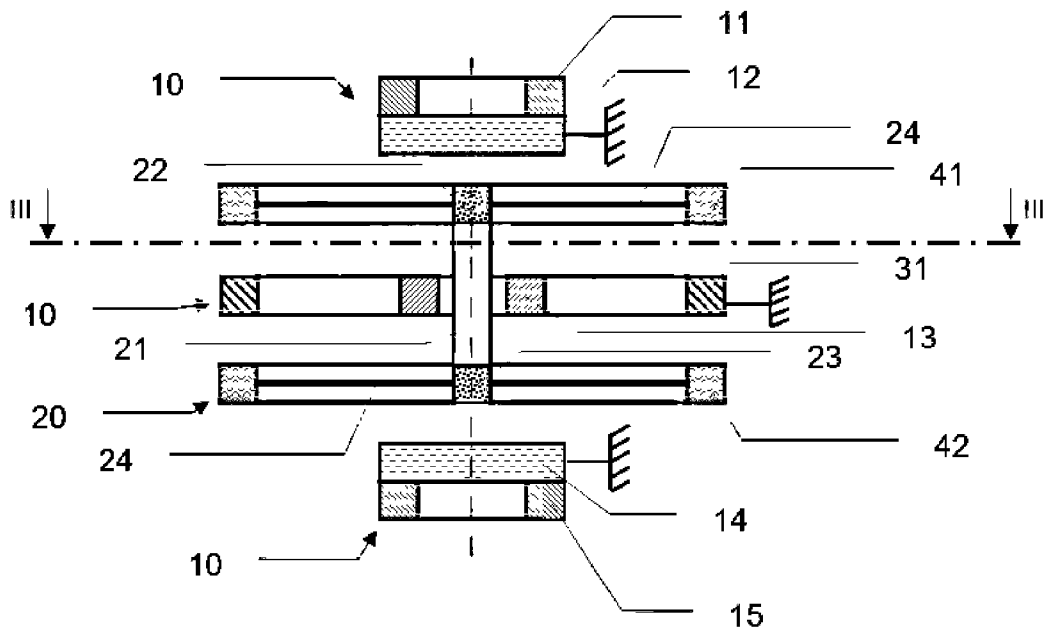
1. Ensemble horloger comprenant :
 - une structure porteuse (10),
 - un mobile (20) prévu pivotant sur la structure porteuse (10) pour pivoter autour d'un axe de rotation,
 - des moyens magnétiques de structure (11, 12, 13,14, 15) fixés sur la structure porteuse (10) et définissant un axe magnétique polaire de structure,
 - des moyens magnétiques de mobile (22, 23) fixés sur le mobile (20) et définissant un axe magnétique polaire de mobile,dans lequel les moyens magnétiques de structure (11, 12, 13,14, 15) et les moyens magnétiques de mobile (22, 23) coopèrent pour aligner l'axe magnétique polaire de mobile sur l'axe magnétique polaire de structure et définir ainsi l'axe de rotation du mobile (20),
caractérisé en ce que l'ensemble horloger comprend:
 - des premiers moyens magnétiques de blocage axial (31), agencés sur l'un de la structure porteuse (10) et du mobile (20),
 - des deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial (41, 42), formés en matériau diamagnétique, agencés sur l'autre de la structure porteuse (10) et du mobile (20) et en regard des premiers moyens magnétiques de blocage axial (31),dans lequel les premiers moyens magnétiques de blocage axial (31) et les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial (41, 42) coopèrent pour bloquer au moins un degré de liberté en translation axiale du mobile (20) selon l'axe de rotation.

2. Ensemble horloger selon la revendication 1, dans lequel les moyens magnétiques de mobile (22, 23) comprennent au moins un aimant permanent, et dans lequel de préférence les moyens magnétiques de mobile (22, 23) comprennent deux aimants permanents.
3. Ensemble horloger selon l'une des revendications 1 à 2, dans lequel le mobile (20) comprend un arbre central (21), coaxial avec l'axe polaire de mobile (20), et dans lequel les moyens magnétiques de mobile (22, 23) forment au moins une partie de l'arbre central (21), et de préférence dans lequel les moyens magnétiques de mobile (22, 23) forment au moins une extrémité de l'arbre central (21), et encore plus préférentiellement dans lequel les moyens magnétiques de mobile (22, 23) forment deux extrémités de l'arbre central (21).
4. Ensemble horloger selon la revendication 3, dans lequel :
 - ladite au moins une extrémité de l'arbre central (21) présente une forme conique mâle, agencée en regard d'un palier conique femelle de la structure porteuse (10),
 - ou
 - ladite au moins une extrémité de l'arbre central (21) présente une forme conique femelle, agencée en regard d'un palier conique mâle de la structure porteuse (10).
5. Ensemble horloger selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel les premiers moyens magnétiques de blocage axial (31) comprennent au moins un aimant et sont agencés de préférence sur la structure porteuse (10).
6. Ensemble horloger selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial (41, 42) sont agencés à une distance radiale prédéterminée de l'axe magnétique polaire de mobile, par exemple au moins 1 mm, et de préférence au moins 1.5 mm.
7. Ensemble horloger selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le mobile (20) comprend une roue ou une jante ou une serge de balancier (41, 42), et dans lequel les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial (41, 42) sont agencés respectivement en périphérie de la roue ou sur la jante ou dans la serge de balancier (41, 42).
8. Ensemble horloger selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel:
 - les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial (41, 42) comprennent une première portion magnétique de blocage axial agencée à une première position axiale le long de l'axe de rotation et une deuxième portion magnétique de blocage axial agencée à une deuxième position axiale le long l'axe de rotation,
 - les premiers moyens magnétiques de blocage axial (31) sont agencés entre la première portion magnétique de blocage axial et la deuxième portion magnétique de blocage axial.
9. Ensemble horloger selon la revendication 8, dans lequel le mobile (20) comprend:
 - une première roue ou une première jante ou une première serge de balancier (41),
 - une deuxième roue ou une deuxième jante ou une deuxième serge de balancier (42),
 et dans lequel:
 - la première portion magnétique de blocage axial est agencée respectivement en périphérie de la première roue ou sur la première jante ou dans la première serge de balancier (41),
 - la deuxième portion magnétique de blocage axial est agencée respectivement en périphérie de la deuxième roue ou sur la deuxième jante ou dans la deuxième serge de balancier (42).
10. Ensemble horloger selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel les premiers moyens magnétiques de blocage axial (31) sont agencés le long d'un secteur angulaire prédéterminé, et présentent au moins une alternance de polarité selon une direction radiale.
11. Ensemble horloger selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel les deuxièmes moyens magnétiques de blocage axial (41, 42) sont formés en graphite pyrolytique.
12. Ensemble horloger selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel les moyens magnétiques de structure (11, 12, 13, 14, 15) comprennent:
 - une paire de disques magnétiques (12, 14) agencés de part et d'autre du mobile (20) selon la direction de l'axe de rotation, et/ou
 - une paire d'anneaux magnétiques (11, 15) agencés de part et d'autre du mobile (20) selon la direction de l'axe de rotation, et/ou
 - un anneau magnétique central (13) entourant au moins une portion du mobile (20).
13. Ensemble horloger selon la revendication 12, dans lequel les disques magnétiques (12, 14) de la paire de disques magnétiques et/ou les anneaux magnétiques (11, 15) de la paire d'anneaux magnétiques et/ou l'anneau magnétique central (13) présentent tous le même sens d'orientation magnétique.
14. Ensemble horloger selon l'une des revendications 12 à 13, dans lequel la paire de disques magnétiques (12, 14) est agencée entre la paire d'anneaux magnétiques (11, 15).
15. Ensemble horloger selon l'une des revendications 12 à 14, dans lequel les anneaux magnétiques (11, 15) de la paire d'anneaux magnétiques présentent un diamètre extérieur inférieur ou égal à un diamètre extérieur des disques magnétiques (12, 14) de la paire de disques magnétiques.
16. Ensemble horloger selon l'une des revendications 1 à 15, formant un oscillateur d'une pièce d'horlogerie.

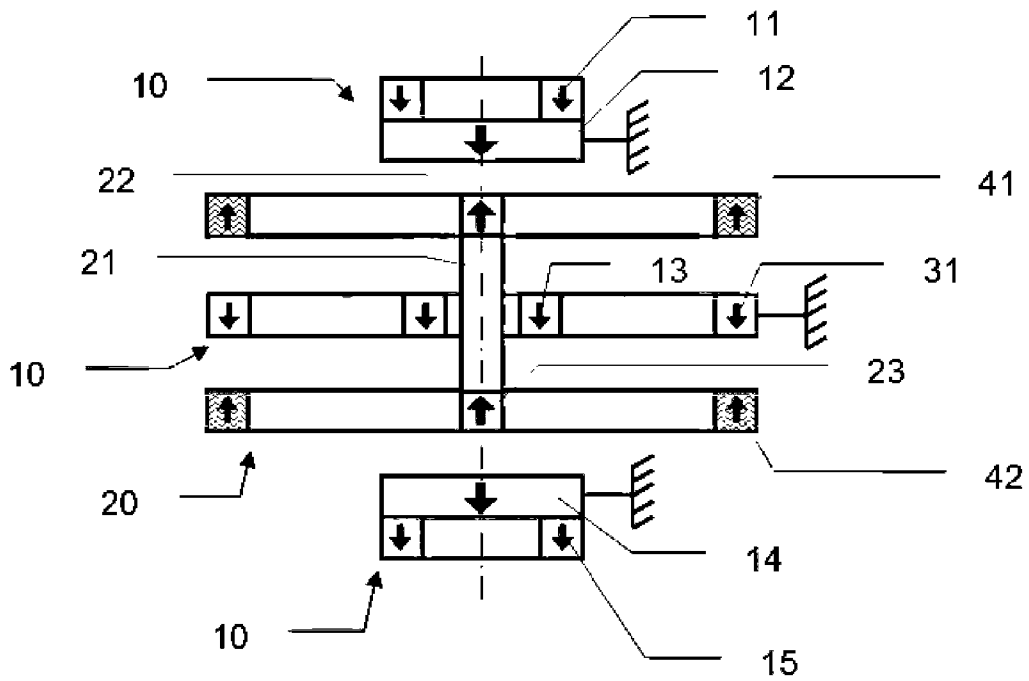
CH 719 998 B1

17. Ensemble horloger selon l'une des revendications 1 à 15, formant un échappement d'une pièce d'horlogerie.
18. Ensemble horloger selon l'une des revendications 1 à 15, formant un rouage d'une pièce d'horlogerie.
19. Pièce d'horlogerie comprenant un ensemble horloger selon l'une des revendications 1 à 18.

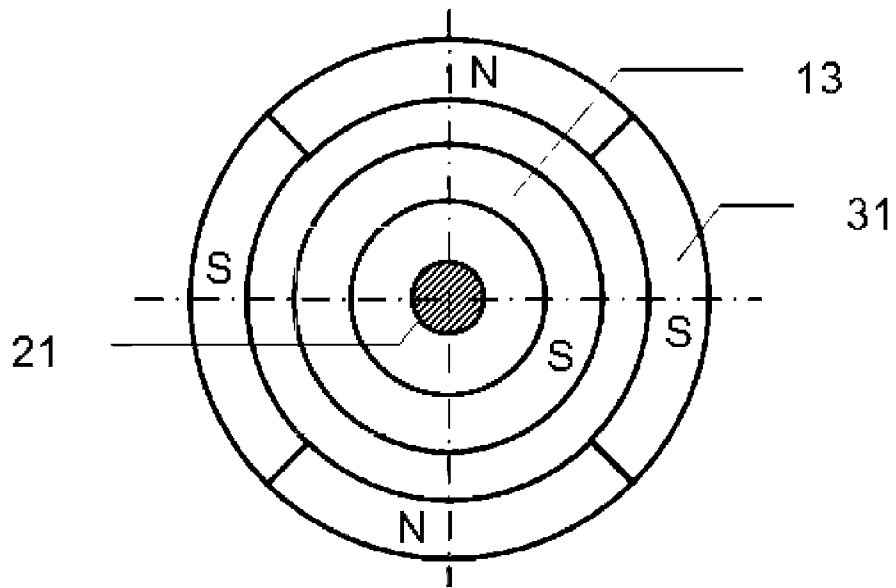
[Fig. 1]



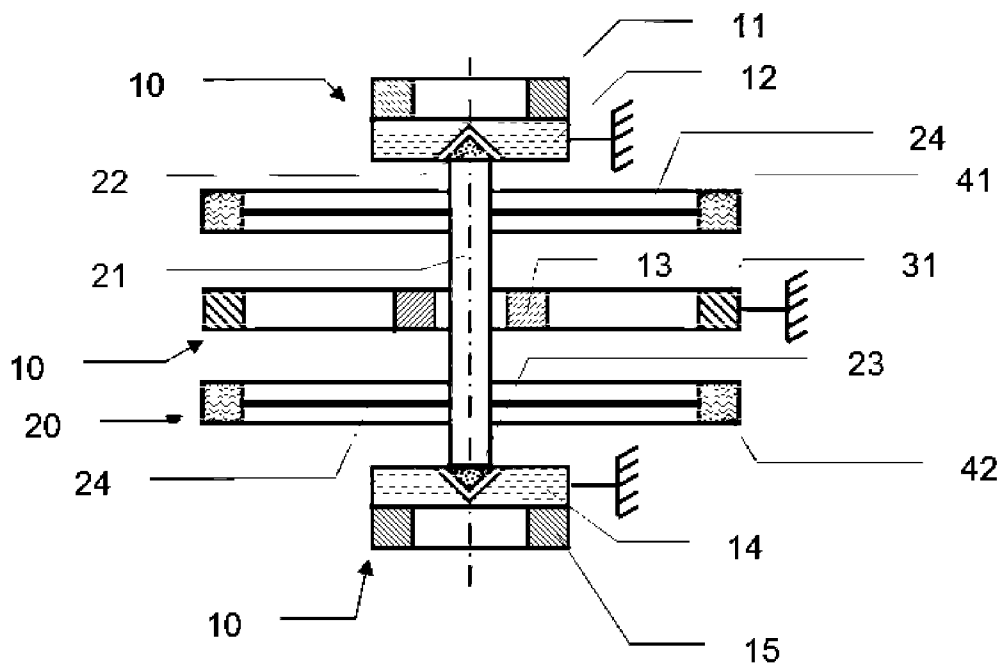
[Fig. 2]



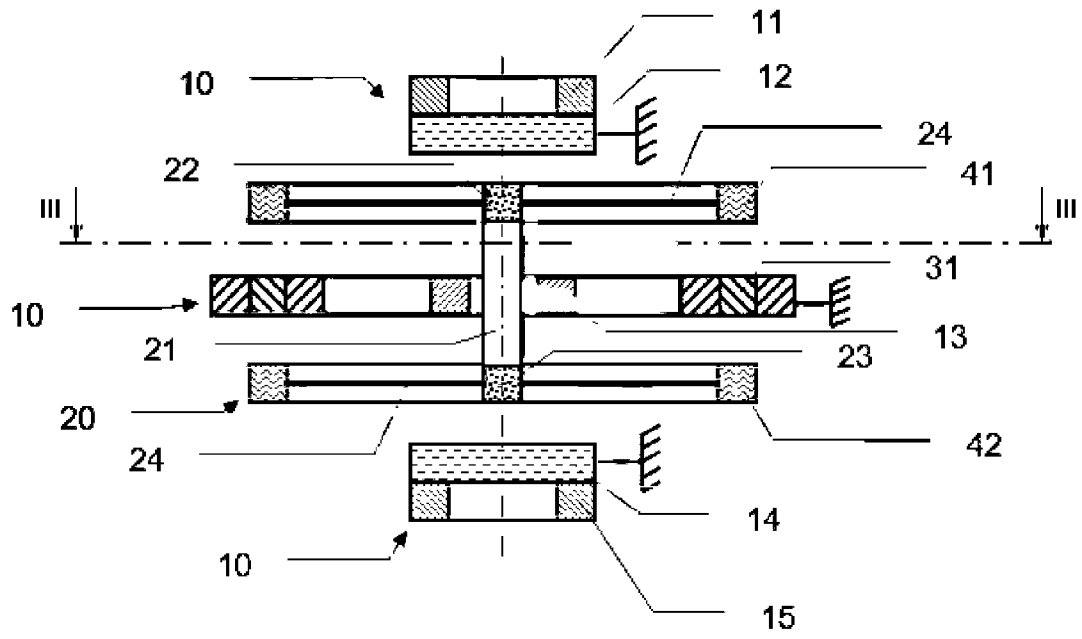
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig 6]

