

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **720 048 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.: **F16D 41/06** (2006.01)
G04B 11/02 (2006.01)
G04B 31/00 (2006.01)
G04B 5/14 (2006.01)

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 000077/2023

(22) Date de dépôt: 30.12.2020

(24) Brevet délivré: 28.03.2024

(45) Fascicule du brevet publié: 28.03.2024

(62) Demande scindée de: 001685/2020

(73) Titulaire(s):
MPS Micro Precision Systems AG, Längfeldweg 95
2504 Biel/Bienne (CH)

(72) Inventeur(s):
Alain Laager, 2610 St-Imier (CH)

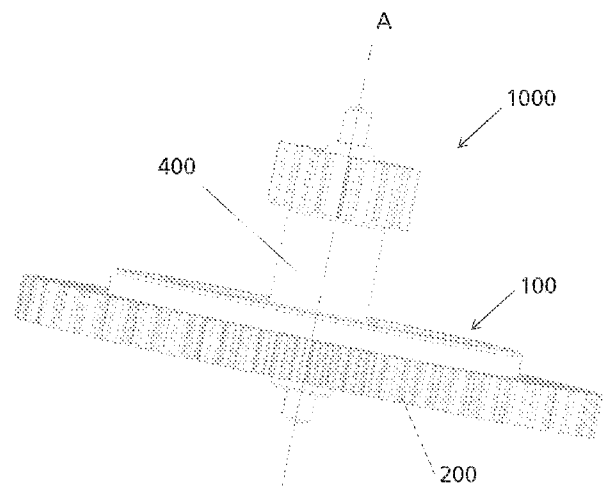
(74) Mandataire:
P&TS SA, Av. J.-J. Rousseau 4 P.O. Box 2848
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Roulement libre pour mécanisme horloger.**

(57) L'invention concerne un roulement libre pour mécanisme horloger (1000), comprenant :

- une cage (1),
- des corps roulants (5, 5') maintenus dans ladite cage (1), caractérisé en ce que la cage (1) est réalisée en acier austénitique amagnétique.

Le roulement selon l'invention peut fonctionner efficacement aussi dans le cas où il est soumis à des rayons électromagnétiques.



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un roulement libre pour mécanisme horloger. Elle concerne aussi un mécanisme horloger comprenant un tel roulement, par exemple un mécanisme de remontage d'une source d'énergie tel qu'un barillet, ainsi qu'une pièce d'horlogerie telle qu'une montre ou une montre-bracelet, comprenant un tel roulement ou un tel mécanisme. Le roulement objet de l'invention n'est pas limité au domaine de l'horlogerie, mais trouve également application dans le domaine général de la microtechnique.

Etat de la technique

[0002] Les masses oscillantes pour montres automatiques sont bien connues et largement répandues. Typiquement, une masse oscillante permet d'assurer le remontage d'une source d'énergie d'un mouvement tel qu'un barillet, grâce à ses oscillations engendrées par les mouvements du porteur de la montre.

[0003] La masse est montée pivotante par exemple au moyen d'un palier. En règle générale, un inverseur assure la transformation du mouvement alternatif de la masse en mouvement rotatif à sens unique, qui correspond au sens de remontage de la source d'énergie du mouvement.

[0004] La demanderesse a développé un roulement unidirectionnel, commercialisé sous le nom „OneWay“, utilisé par exemple dans le système de remontage automatique d'une masse oscillante et assurant la fonction d'inverseur. Un exemple de ce roulement est décrit dans le document CH694025, au nom de la demanderesse.

[0005] Le roulement unidirectionnel „OneWay“ fait partie de la classe des embrayages à roue libre. Ces systèmes embrayent et débrayent d'eux-mêmes suivant le sens de rotation de la masse oscillante. L'accouplement est du type à coincement de patins.

[0006] Le roulement unidirectionnel „OneWay“ comprend une bague extérieure, une bague intérieure comprenant deux parties fixées entre elles, ces parties étant de préférence des bagues, une cage et des corps roulants maintenus dans la cage et disposés entre la bague extérieure et les deux bagues intérieures.

[0007] Dans ce contexte, l'expression „corps roulant“ indique tout corps qui peut rouler, par exemple et de façon non limitative, une bille ou un cylindre.

[0008] La cage (appelée aussi séparateur de corps roulants) est divisée en plusieurs segments, qui comprennent chacun un plan incliné.

[0009] L'accouplement entre les bagues extérieures respectivement intérieures du roulement est réalisé dans un seul sens lorsque les corps roulants se bloquent par coincement entre la bague extérieure et les segments de cage qui font office de patins de frein contre les bagues intérieures.

[0010] En d'autres mots, dans le sens de rotation de blocage (mode d'embrayage), les corps roulants remontent le long du plan incliné de chaque segment jusqu'au moment où ces derniers se trouvent coincés entre le segment et les bagues intérieures d'une part et la bague extérieure d'autre part.

[0011] Dans le sens de rotation opposé à celui de blocage (mode de débrayage), les corps roulants descendent le long du plan incliné de chaque segment jusqu'au moment où ces derniers se trouvent bloqués par une surface d'arrêt de chaque segment et poussent ainsi les segments.

[0012] Pendant que les corps roulants remontent le long du plan incliné de chaque segment jusqu'au moment où ces derniers se trouvent coincés entre le segment et les bagues intérieures d'une part et la bague extérieure d'autre part, le roulement tourne d'un angle qui est nommé „angle de retour“ ou „angle perdu“. Cet angle dépend de différents facteurs, y compris des jeux et tolérances de fabrication des composants, la grandeur du roulement, le matériau des composants du roulement, etc. Dans les cas les meilleurs, l'angle de retour des roulements connus varie entre 7° et 12°.

[0013] Dans le roulement unidirectionnel „OneWay“, chaque corps roulant comporte trois ou quatre points de contact (par exemple dans le cas où les corps roulants sont des billes) ou trois ou quatre lignes de contact (par exemple dans le cas où les corps roulants sont des cylindres) avec les bagues et il est également doté de corps roulants réalisés dans une céramique agencée pour supprimer la lubrification du roulement, comme par exemple décrit dans le document EP1520111, toujours au nom de la demanderesse.

[0014] Le roulement unidirectionnel „OneWay“ présente donc plusieurs avantages, y compris la miniaturisation du système de roue libre, la réduction de l'espace réservé au système de remontage automatique, le couple de déblocage extrêmement faible, la possibilité de supporter des charges importantes, la limitation des ébats grâce à la maîtrise et le contrôle du jeu de fonctionnement, l'absence de lubrification, etc.

[0015] Cependant, si la montre est sujette à des rayons électromagnétiques, elle peut se magnétiser : dans un tel cas, le remontage de la montre avec les roulements unidirectionnels connus devient moins efficace voire impossible, car les matériaux du roulement se magnétisent, rendant ainsi les segments moins libres, et affectant donc la fonction de blocage ainsi que la liberté du roulement dans le sens libre.

Bref résumé de l'invention

[0016] Un but de la présente invention est de proposer un roulement libre exempt des limitations des roulements connus.

[0017] Un autre but de l'invention est de proposer un roulement libre qui puisse fonctionner efficacement aussi dans le cas où il est soumis à des rayons électromagnétiques.

[0018] Selon l'invention, ces buts sont atteints notamment au moyen d'un roulement libre selon la revendication 1.

[0019] Le roulement libre pour mécanisme horloger selon l'invention comprend une cage et des corps roulants maintenus dans la cage et disposés entre la bague extérieure et la bague intérieure.

[0020] Dans une variante, les corps roulants sont réalisés en céramique, afin d'éviter la lubrification du roulement. Dans une variante, cette céramique est une céramique de nitrure de silicium (Si_3N_4), une céramique d'oxyde de zirconium (ZrO_2), une céramique de SiC , de SiO_2 ou d' Al_2O_3 . Dans une variante, tous les corps roulants sont réalisés dans le même type de céramique. Dans une autre variante, au moins un corps roulant est réalisé dans un type de céramique (par exemple Si_3N_4) et un autre corps roulant est réalisé dans un autre type de céramique (par exemple ZrO_2).

[0021] Selon l'invention, la cage est réalisée en acier austénitique amagnétique.

[0022] Un acier austénitique est caractérisé par une structure moléculaire cubique à faces centrées (un atome au centre de chaque face). Il contient de l'austénite, qui est une forme de fer qui peut absorber plus de carbone que la ferrite.

[0023] De façon avantageuse, l'acier austénitique selon l'invention est amagnétique, à savoir un matériau dont la perméabilité magnétique est sensiblement égale à 1. En d'autres mots, un acier amagnétique n'est (quasiment) pas attiré ni repoussé par un aimant, un matériau sans propriétés magnétiques n'existant pas.

[0024] Cette propriété vis-à-vis du magnétisme est valable dans toutes les situations de champs, qu'il s'agisse de champs magnétiques permanents (par exemple les champs générés par des aimants) ou des champs induits tels que générés par le courant électrique alternatif.

[0025] Dans une variante préférentielle, l'acier austénitique amagnétique est le X11CrNiMnN 19-8-6 (nom de l'acier selon la norme EN 10027) ou 1.4369 (numéro de l'acier selon la norme EN 10027).

[0026] L'utilisation de ce type d'acier est connue en horlogerie, mais pour des ressorts, en raison de sa capacité à emmagasiner de l'énergie et des propriétés excellents dans des conditions enroulées.

[0027] L'utilisation de l'acier austénitique amagnétique, et notamment de l'acier X11CrNiMnN 19-8-6 (1.4369), pour réaliser une cage d'un roulement est surprenante, car il existe un préjugé, notamment en horlogerie, selon lequel il ne serait pas possible de l'utiliser en combinaison avec des corps roulants en céramique, qui sont durs, car l'acier austénitique amagnétique, et notamment de l'acier X11CrNiMnN 19-8-6 (1.4369), est un matériau qui n'est pas très dur : il existe donc un risque que la cage puisse se déformer par enfoncement des corps roulants en céramique d'oxyde de zirconium lors de son fonctionnement, ce qui endommagerait le roulement. Dans ce contexte, des corps roulants en céramique sont durs si leur dureté est égale ou plus grande que 550 Hv.

[0028] Contre toute attente, des essais ont cependant montré que cette utilisation est bien possible. Le roulement selon l'invention fonctionne efficacement aussi dans le cas où le roulement est soumis à des rayons électromagnétiques, en raison des propriétés amagnétiques de l'acier de la cage.

[0029] Dans une variante, la cage est obtenue à partir d'une pièce en acier austénitique amagnétique, notamment en acier X11CrNiMnN 19-8-6 (1.4369). Dans une variante, cette pièce est laminée. Dans une variante, cette pièce (éventuellement laminée) est soumise à un traitement pour augmenter sa dureté. Ensuite la pièce est découpée en forme de cage.

[0030] Dans une variante, ce traitement est l'écrouissage, qui est un traitement à froid d'une pièce, dans lequel la pièce est déformée plastiquement, par exemple par compression. Cela permet d'améliorer sa dureté, jusqu'à par exemple 500HV.

[0031] Dans une autre variante, ce traitement est thermique et permet d'augmenter la dureté jusqu'à 600 HV selon les besoins. Dans une variante, lors de ce traitement thermique la pièce est réchauffée pendant un temps prédéterminé, par exemple deux heures, à une température prédéterminée, par exemple 480 °C. Dans cette variante, le traitement thermique permet d'augmenter la dureté d'approximativement 70 Hv.

[0032] La cage du roulement „OneWay“ connue est réalisée en acier martensitique de type „maraging“ X2NiCoMo18-9-5, connu aussi sous le nom „Durnico“. Une pièce en tel acier est généralement découpée en forme de cage, la cage étant ensuite soumise à un traitement thermique.

[0033] Dans une variante, l'acier de la cage du roulement selon l'invention est inoxydable, à savoir il est résistant particulièrement à l'oxydation, par alliage avec du chrome et/ou avec du nickel.

[0034] Dans une variante, la cage comprend des plans inclinés pour chaque corps roulant.

[0035] Dans une autre variante, la cage comprenant plusieurs segments, chaque segment ayant au moins un plan incliné.

[0036] Dans une variante, chaque segment est arrangé pour recevoir au moins un corps roulant.

[0037] Dans une variante, au moins une bague (intérieure ou extérieure) comprend (au moins) deux parties fixées entre elles, ces parties étant de préférence des bagues aussi. Cette variante permet d'effectuer de façon efficace l'assemblage du roulement. Par exemple, le roulement peut comprendre une bague extérieure monobloc, deux bagues intérieures, une cage et des corps roulants maintenus dans la cage et disposés entre la bague extérieure et les deux bagues intérieures. De préférence, les bagues intérieures sont fixées entre elles après insertion des corps roulants lors de l'assemblage du roulement. Dans un autre exemple, le roulement peut comprendre deux bagues extérieures, une bague intérieure monobloc, une cage et des corps roulants maintenus dans la cage et disposés entre les bagues extérieures et la bague intérieure. De façon analogue, de préférence les bagues extérieures sont fixées entre elles après insertion des corps roulants lors de l'assemblage du roulement.

[0038] Dans une autre variante, à la fois la bague intérieure et celle extérieure comprennent chacune (au moins) deux parties fixées entre elles, ces parties étant de préférence des bagues aussi.

[0039] Dans une autre variante, à la fois la bague intérieure et celle extérieure sont monobloc, c'est-à-dire qu'elles comprennent chacune une seule pièce.

[0040] La présente invention concerne aussi un mécanisme horloger comprenant le roulement selon l'invention, par exemple un mécanisme de remontage d'une source d'énergie telle qu'un barillet.

[0041] La présente invention concerne aussi une pièce d'horlogerie, par exemple une montre ou une montre-bracelet, comprenant le roulement selon l'invention et/ou le mécanisme horloger selon l'invention.

[0042] La présente invention concerne un roulement libre (dans une ou deux directions) pour mécanisme horloger, comprenant :

- une cage,
- des corps roulants maintenus dans la cage,

la cage étant réalisée en acier austénitique amagnétique.

[0043] Ce roulement présente l'avantage par rapport aux roulements libres connus de ne pas se magnétiser lorsqu'il est sujet à des rayons électromagnétiques.

[0044] Ce roulement peut aussi présenter l'avantage par rapport aux roulements libres connus de présenter un vieillissement amélioré et/ou une oxydation améliorés.

[0045] Dans une variante non revendiquée, la cage du roulement libre est réalisée en l'acier X11CrNiMnN 19-8-6 (1.4369).

[0046] Dans une variante, le roulement libre a trois ou quatre points de contact.

[0047] Comme il est possible de lubrifier ou non un roulement libre, la matière des corps roulants est dans ce cas moins importante par rapport à celle des corps roulants d'un roulement avec fonction de blocage comme le roulement unidirectionnel.

Brève description des figures

[0048] Des exemples de mise en oeuvre de l'invention sont indiqués dans la description illustrée par les figures annexées dans lesquelles :

La figure 1 illustre une vue en perspective d'un exemple d'un mécanisme horloger comprenant le roulement selon un mode de réalisation de l'invention.

La figure 2 illustre une vue de dessus du mécanisme horloger de la figure 1.

La figure 3 illustre une vue en coupe selon le plan B-B du mécanisme horloger de la figure 2.

La figure 4 illustre une vue de dessus d'une partie du roulement du mécanisme horloger de la figure 1.

La figure 5 illustre une vue en perspective du roulement de la figure 4.

Exemple(s) de mode de réalisation de l'invention

[0049] Dans la description suivante fournie à titre d'exemple, on fera référence, par simplicité, à un roulement comprenant une bague extérieure (monobloc), deux bagues intérieures fixées entre elles, une cage et des corps roulants maintenus dans la cage et disposés entre la bague extérieure et les deux bagues intérieures. Il faut toutefois comprendre que l'invention n'est pas limitée à un tel mode de réalisation, mais inclut également tous les roulements couverts par les revendications, y compris par exemple des roulements similaires mais comprenant un nombre de bagues intérieures plus grand que deux; des roulements comprenant (au moins) deux bagues extérieures, une bague intérieure (monobloc), une cage et des

corps roulants maintenus dans la cage et disposés entre les bagues extérieures et la bague intérieure ; des roulements comprenant (au moins) deux bagues extérieures, (au moins) deux bagues intérieures, une cage et des corps roulants maintenus dans la cage et disposés entre les bagues extérieures et les bagues intérieures; ou bien des roulements comprenant une bague intérieure monobloc, une bague extérieure monobloc, une cage et des corps roulants maintenus dans la cage et disposés entre la bague extérieure et la bague intérieure.

[0050] La figure 1 illustre une vue en perspective d'un exemple d'un mécanisme horloger 1000 comprenant le roulement 100 selon un mode de réalisation de l'invention. Le mécanisme horloger 1000 de la figure 1 comprend une roue 200, coopérant (directement ou indirectement) avec une masse oscillante (non illustrée), ainsi qu'un pignon 400, coopérant avec (directement ou indirectement) avec une source d'énergie (non illustrée) d'un mouvement horloger, par exemple un barillet.

[0051] Dans l'exemple illustré, la roue 200 et le pignon 400 sont coaxiaux, à savoir ils tournent autour du même axe de rotation A.

[0052] Lorsque la roue 200 tourne dans un premier sens de rotation autour de son centre, le roulement 100 permet de transmettre cette rotation au pignon 400. Lorsque la roue 200 tourne dans un deuxième sens de rotation opposé au premier, le roulement 100 ne transmet pas cette rotation au pignon 400.

[0053] La figure 2 illustre une vue de dessus du mécanisme horloger de la figure 1. La figure 3 illustre une vue en coupe selon le plan B-B du mécanisme horloger de la figure 2.

[0054] Le roulement 100 illustré sur la figure 3 comprend une cage 1, une bague extérieure 6 et deux bagues intérieures 2, 4, fixées entre elles par exemple de façon amovible ou non-amovible. Il comprend également des corps roulants 5, par exemple des billes, maintenus dans la cage 1 et disposés entre la bague extérieure 6 et les deux bagues intérieures 2, 4.

[0055] Avantageusement, les corps roulants 5 sont réalisés en céramique, par exemple et de façon non limitative en céramique d'oxyde de zirconium, afin d'éviter la lubrification du roulement.

[0056] La bague extérieure 6 et les deux bagues intérieures 2, 4 sont réalisées en acier au chrome, en acier inoxydable, en titane, en céramique ou en alliage de bronze.

[0057] Comme visible sur la figure 4, qui illustre une vue de dessus d'une partie du roulement 100 du mécanisme horloger de la figure 1, la cage 1 comprend trois segments 11, ayant la même forme et étant régulièrement espacés entre eux. Cependant, l'invention n'est pas limitée à une cage 1 comprenant plusieurs segments 11, car elle trouve application également pour une cage 1 monobloc. L'invention n'est pas limitée non plus au nombre de segments 11 indiqués sur la figure 4, car, au cas où la cage 1 comprenne des segments 11, un nombre de segments 11 différent de trois peut être envisagé.

[0058] Chaque segment 11 de la figure 4 comprend deux plans inclinés 10, 10'. Cependant, l'invention n'est pas limitée à des segments 11 comprenant chacun deux plans inclinés 10, 10', car il suffit un seul plan incliné 10 ou 10' par segment/cage.

[0059] Dans l'exemple de la figure 4, les angles α des plans inclinés 10, 10' de chaque segment 11 sont identiques entre eux et sont identiques aux mêmes angles des autres segments 11. Dans une variante, la valeur de l'angle α est comprise entre 78° et 88°.

[0060] Dans une autre variante, un ou plusieurs segment 11 comprennent chacun des plans inclinés selon une rampe non-linéaire. Dans une variante cette rampe non-linéaire est une dégressive pour que lorsque le corps roulant monte sur le plan incliné, il y ait toujours le même angle entre la rampe et la droite passant par les centres du corps roulant et du roulement. Ce type de rampe permet d'améliorer le blocage, notamment dans des petits roulements.

[0061] Chaque segment 11 définit, avec les bagues intérieures 2, 4 et la bague extérieure 6 un espace 15 destiné à recevoir un corps roulant 5, par exemple une bille. Dans une variante préférentielle, la bille présente trois ou quatre points de contacts avec les bagues 2, 4, 6.

[0062] Dans le sens de rotation de blocage lorsque la bague 6 est entraînée dans le sens horaire sur la figure 4, les billes 5, 5' remontent le long du plan incliné 10, respectivement 10' de chaque segment 11, jusqu'au moment où ces dernières se trouvent coincées entre le segment 11 et la bague intérieure 2 d'une part et la bague extérieure 6 d'autre part. Dans ce cas, le roulement 100 se trouve dans le mode d'embrayage et la rotation de la roue 200, solidaire à la bague extérieure 6, est transmise via les bagues intérieures 2, 4 au pignon 400.

[0063] Dans le sens de rotation opposé à celui de blocage, qui est le sens antihoraire sur la figure 4, les billes 5, 5' descendent le long du plan incliné 10, respectivement 10' de chaque segment 11, jusqu'au moment où ces dernières se trouvent bloquées par une surface d'arrêt 12, respectivement 12' de chaque segment 11. Dans ce cas, le roulement 100 se trouve dans le mode de débrayage et la rotation de la roue 200 n'est pas transmise au pignon 400.

[0064] Chaque segment 11 de la figure 4 a une forme qui permet de créer un deuxième espace 16 : cette forme/espace permet de maintenir le segment 11 lors d'un découpage par électroérosion. Cependant, cette forme n'est pas limitative et surtout sa présence pas nécessaire. Par exemple, lors d'un découpage du segment par étampage, chaque segment 11 sera dépourvu de la forme permettant de créer ce deuxième espace 16.

[0065] Selon l'invention, la cage 1 est réalisée en acier austénitique amagnétique.

[0066] Un acier austénitique est caractérisé par une structure moléculaire cubique à faces centrées (un atome au centre de chaque face). Il contient de l'austénite, qui est une forme de fer qui peut absorber plus de carbone que la ferrite.

[0067] De façon avantageuse, l'acier austénitique selon l'invention est amagnétique, à savoir un matériau qui n'est (quasi) pas attiré ni repoussé par un aimant.

[0068] Cette propriété vis-à-vis du magnétisme est valable dans toutes les situations de champs, qu'il s'agisse de champs magnétiques permanents (par exemple les champs générés par des aimants) ou des champs induits tels que générés par le courant électrique alternatif.

[0069] Dans une variante préférentielle, l'acier austénitique amagnétique est le X11CrNiMnN 19-8-6 (nom de l'acier selon la norme EN 10027) ou 1.4369 (numéro de l'acier selon la norme EN 10027).

[0070] Le roulement 100 selon l'invention fonctionne efficacement dans le cas où il est soumis à des rayons électromagnétiques, en raison des propriétés amagnétiques de l'acier de la cage 1.

[0071] Dans une variante, la cage 1 est obtenue à partir d'une pièce en acier austénitique amagnétique, notamment en acier X11CrNiMnN 19-8-6 (1.4369), soumise à un traitement afin d'augmenter sa dureté. Ensuite la pièce est découpée, par exemple par électroérosion ou par étampage, en forme de cage 1.

[0072] Dans une variante, ce traitement est l'écrouissage qui est un traitement à froid d'une pièce, dans lequel la pièce est déformée plastiquement, par exemple par déformation ou compression. Cela permet d'améliorer sa dureté, jusqu'à par exemple 500HV.

[0073] Dans une autre variante, ce traitement est thermique et permet d'augmenter la dureté jusqu'à 600 HV selon les besoins. Dans une variante, lors de ce traitement thermique la pièce est réchauffée pendant un temps prédéterminé, par exemple de deux heures, à une température prédéterminée, par exemple 480 °C. Dans cette variante, le traitement thermique permet d'augmenter la dureté d'approximativement 70 Hv.

[0074] Dans une variante, l'acier de la cage du roulement selon l'invention est inoxydable, à savoir il est résistant particulièrement à l'oxydation, par alliage avec du chrome et/ou avec du nickel.

[0075] Dans une variante, la bague extérieure 6 et/ou les deux bagues intérieures 2, 4 sont réalisées aussi en acier austénitique amagnétique, par exemple en acier X11CrNiMnN 19-8-6 (1.4369).

[0076] La présente invention concerne aussi un mécanisme horloger comprenant le roulement selon l'invention, par exemple un mécanisme de remontage d'une source d'énergie telle qu'un barillet.

[0077] La présente invention concerne aussi une pièce d'horlogerie, par exemple une montre ou une montre-bracelet, comprenant le roulement selon l'invention et/ou le mécanisme horloger selon l'invention.

Numéros et signes de référence employés sur les figures

[0078]

1	Cage
2	Première bague interne
4	Deuxième bague interne
5	Corps roulant
6	Bague externe
10, 10'	Plan incliné
11	Segment de la cage
12, 12'	Surface d'arrêt
15, 15'	Premier espace
16	Deuxième espace
100	Roulement unidirectionnel
200	Roue
400	Pignon
1000	Mécanisme horloger
A	Axe de rotation

Revendications

1. Roulement libre pour mécanisme horloger (1000), comprenant :
 - une cage (1),
 - des corps roulants (5, 5') maintenus dans ladite cage (1), caractérisé en ce que la cage (1) est réalisée en acier austénitique amagnétique.
2. Roulement libre selon la revendication 1, dans lequel la cage (1) est réalisée en acier X11CrNiMnN 19-8-6.

CH 720 048 B1

3. Roulement libre selon l'une des revendications 1 et 2, le roulement à trois points de contact.
4. Roulement libre selon l'une des revendications 1 et 2, le roulement à quatre points de contact.
5. Mécanisme horloger comprenant le roulement libre selon l'une des revendications 1 à 4.
6. Mécanisme horloger (1000) selon la revendication 5, étant un mécanisme de remontage d'une source d'énergie d'un mouvement horloger.
7. Pièce d'horlogerie comprenant le roulement libre selon l'une des revendications 1 à 4 et/ou le mécanisme horloger selon l'une des revendications 5 et 6.

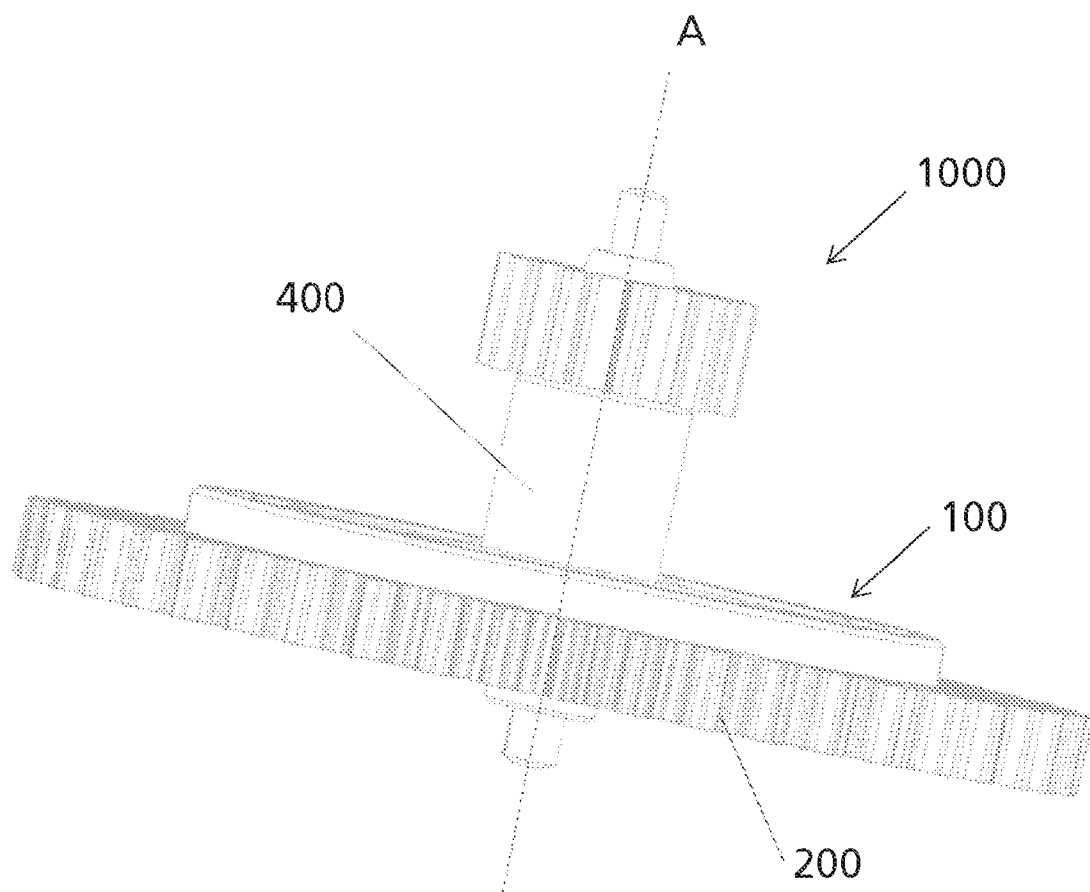


Fig. 1

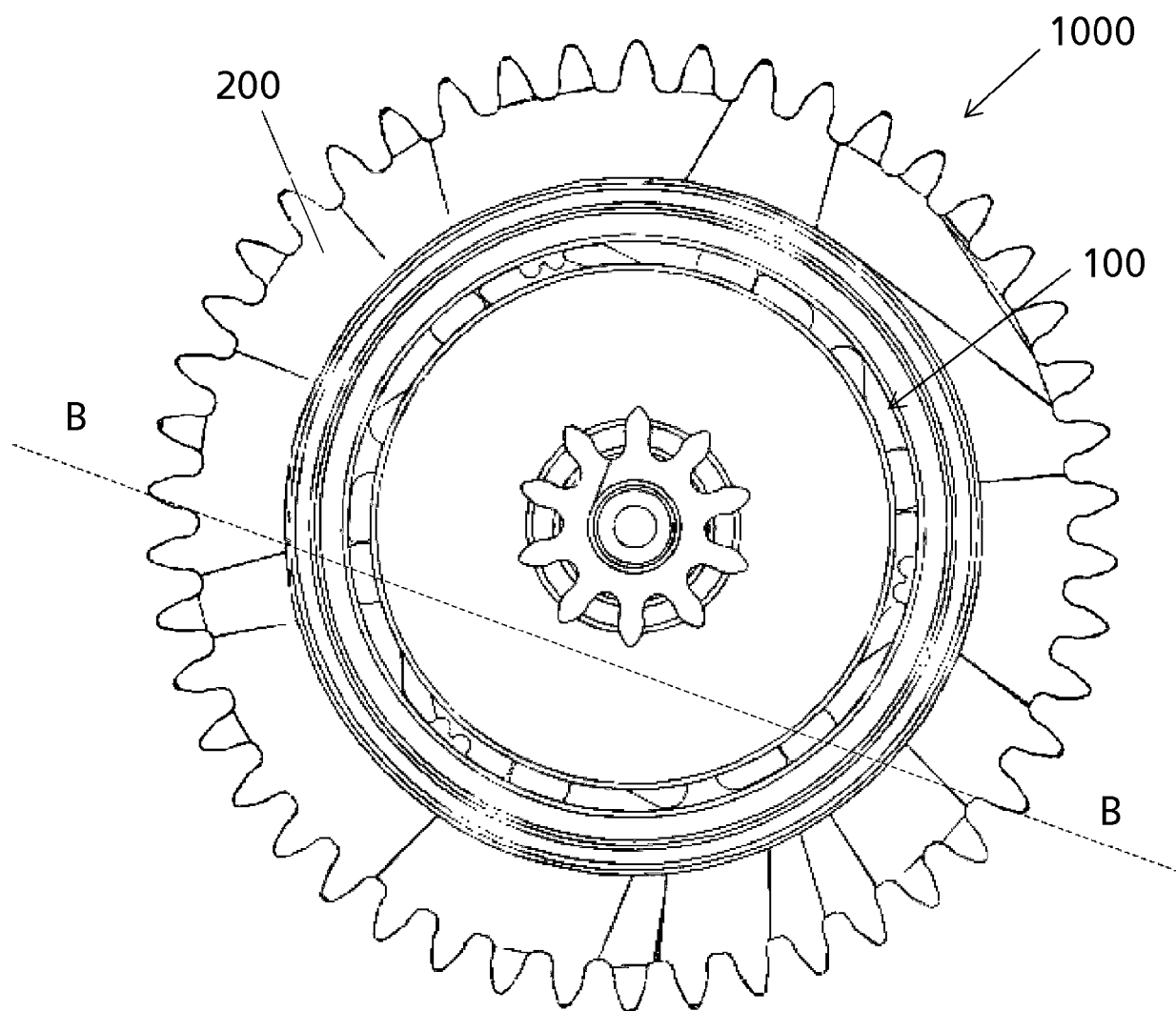


Fig. 2

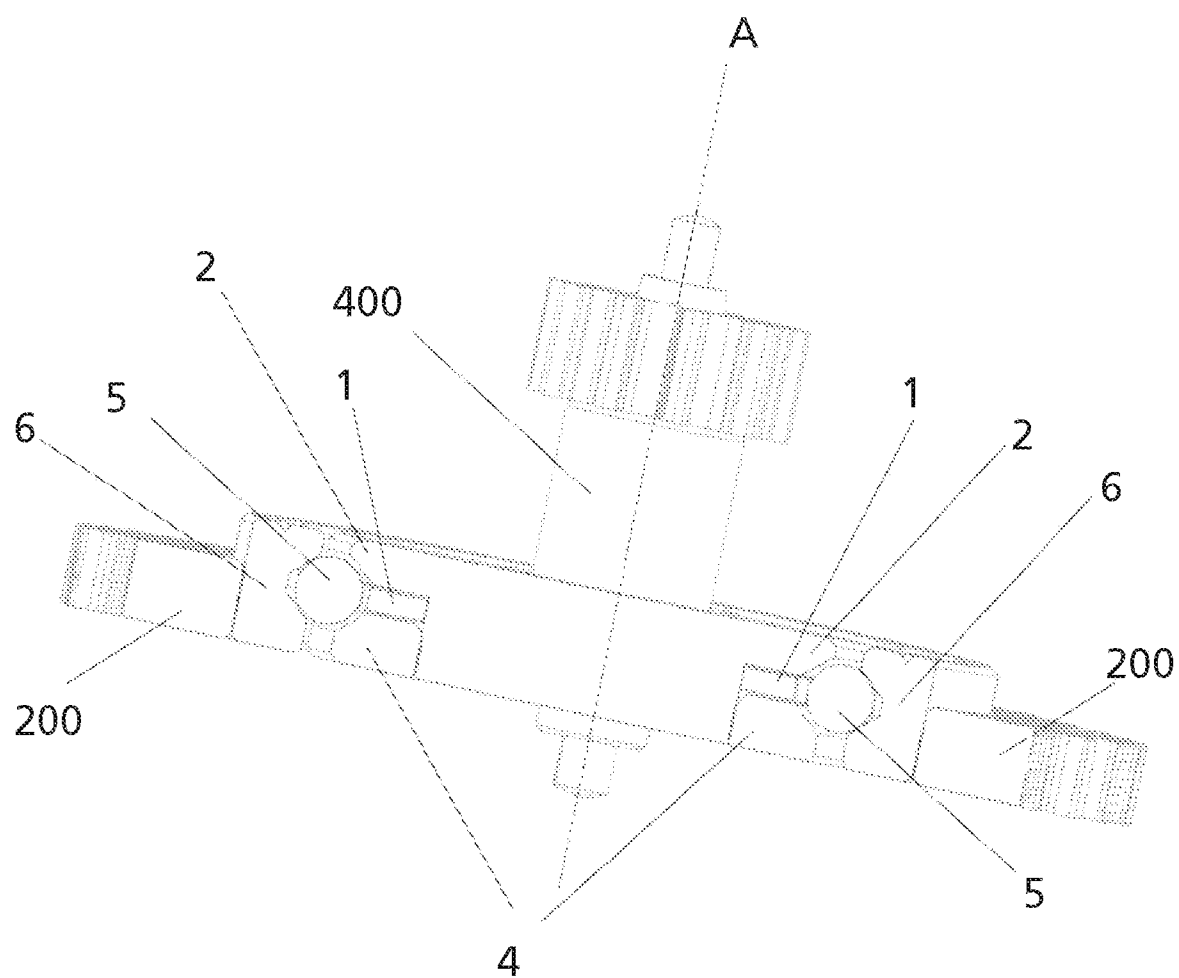


Fig. 3

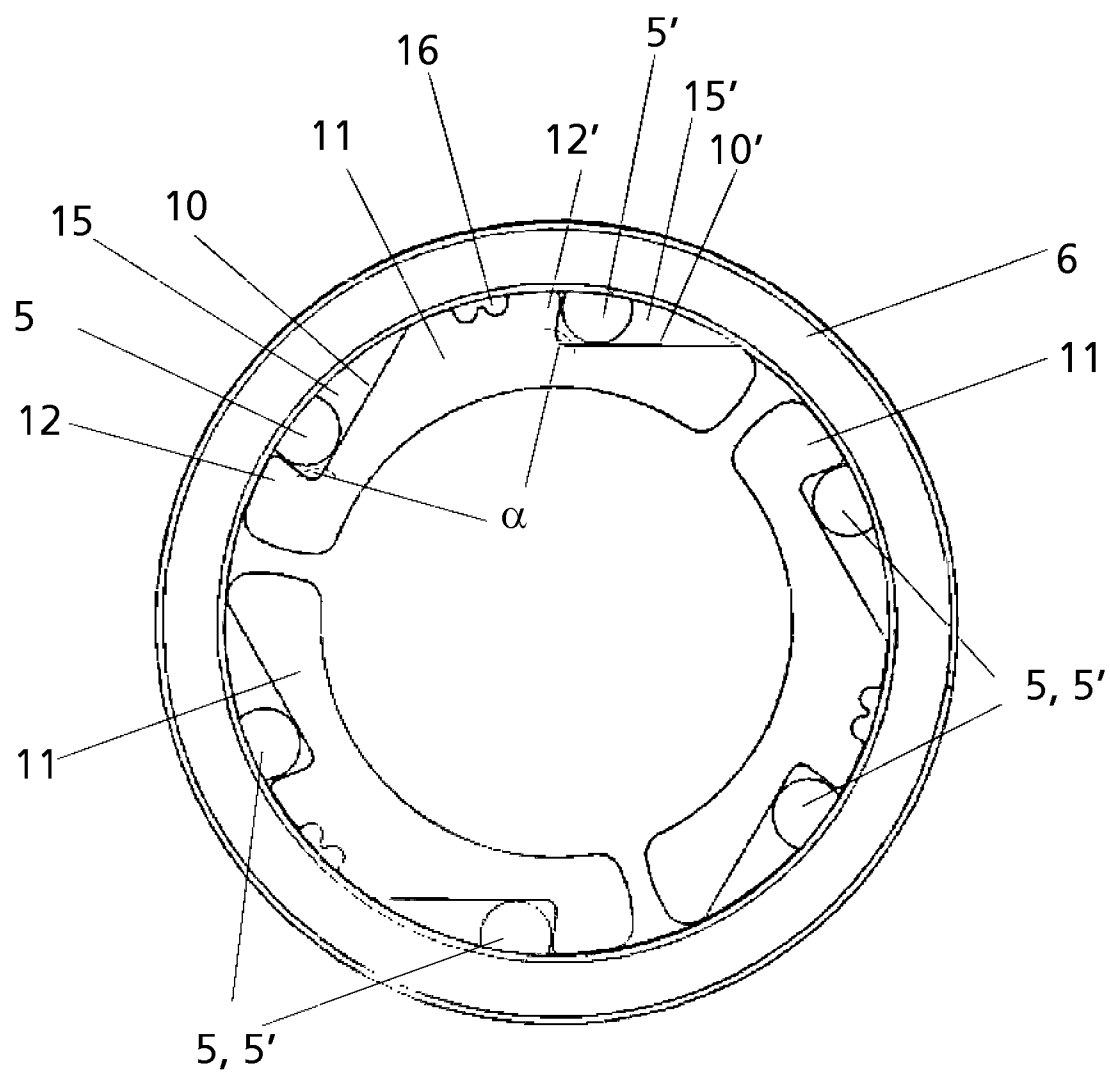


Fig. 4

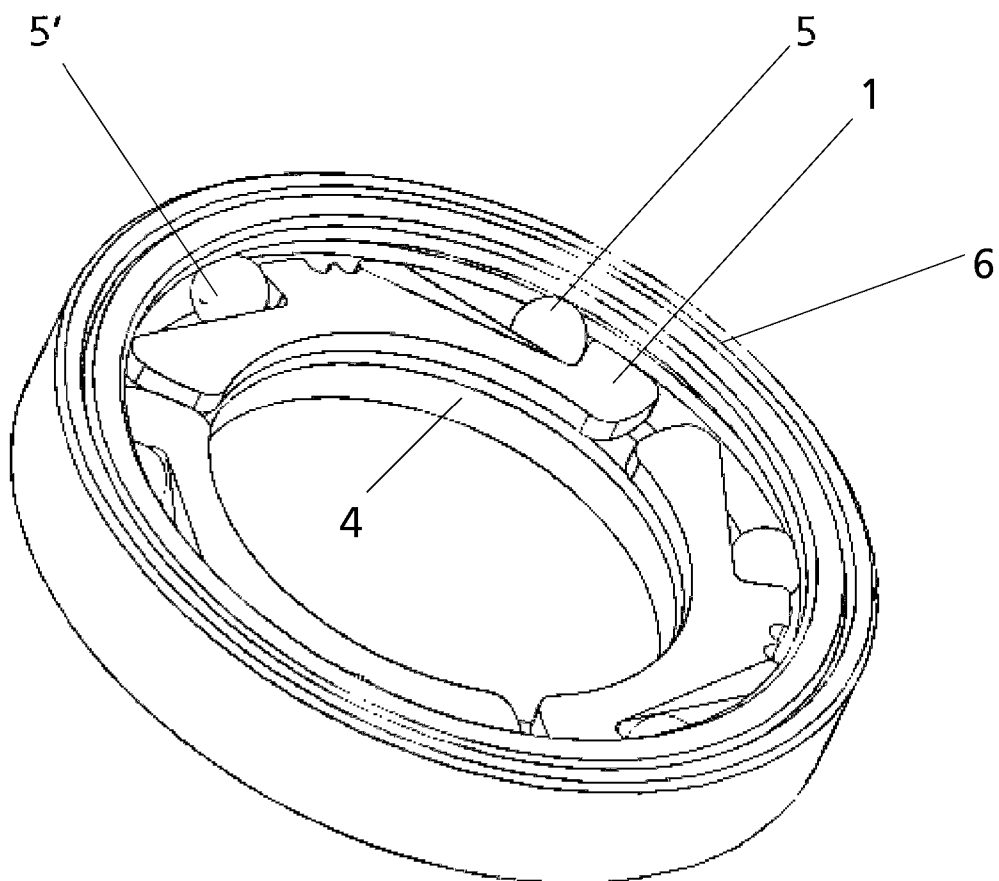


Fig. 5