

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 718 794 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.: F16C 27/04 (2006.01)
G04B 31/00 (2006.01)
F16C 33/30 (2006.01)
F16C 33/44 (2006.01)
G04B 31/06 (2006.01)
F16C 33/62 (2006.01)

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 070006/2021

(22) Date de dépôt: 01.07.2021

(43) Demande publiée: 13.01.2023

(24) Brevet délivré: 29.11.2024

(45) Fascicule du brevet publié: 29.11.2024

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

(72) Inventeur(s):
Pierre-Jean Bonnet, 2608 Courtelary (CH)
Frédéric Chautems, 3274 Hermrigen (CH)

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

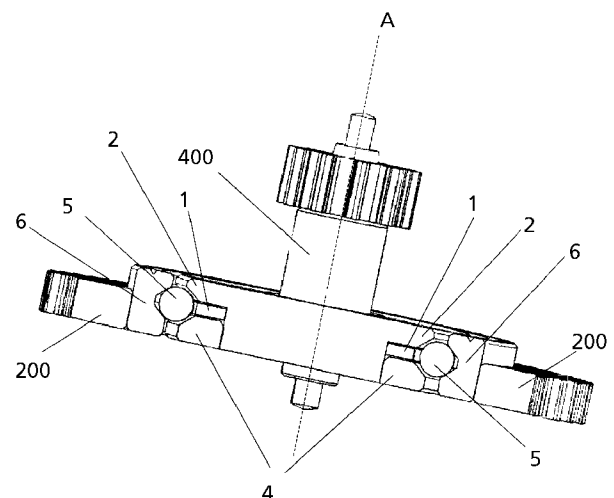
(54) **Roulement pour mécanisme horloger ou médical et son procédé de fabrication**

(57) L'invention concerne un roulement (100) pour mécanisme horloger (1000) ou médical, comprenant :

- une bague extérieure (6),
- une bague intérieure (2, 4),
- des corps roulants (5) disposés entre la bague extérieure (6) et la bague intérieure (2, 4) et en contact avec entre la bague extérieure (6) et la bague intérieure (2, 4).

Selon l'invention, au moins une bague (6; 2, 4) est réalisée en CoCr20Ni16Mo7.

Le roulement selon l'invention a une meilleure résistance aux chocs par rapport aux solutions connues.



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un roulement pour mécanisme horloger ou médical. Elle concerne aussi un mécanisme horloger ou un dispositif médical comprenant un tel roulement. L'invention concerne aussi une pièce d'horlogerie telle qu'une montre ou une montre-bracelet, comprenant un tel roulement ou un tel mécanisme horloger. La présente invention concerne également un procédé de fabrication du roulement selon l'invention. Le roulement objet de l'invention n'est pas limité au domaine de l'horlogerie ou médical, mais trouve également application dans le domaine général de la microtechnique et/ou dans tout autre domaine dans lequel ses caractéristiques avantageuses peuvent être exploitées.

Etat de la technique

[0002] Un roulement comprend en général (au moins) une bague extérieure, (au moins) une bague intérieure (comportant en général deux parties fixées entre elles) et des corps roulants maintenus entre la bague extérieure et la bague intérieure. Une cage peut dans certains cas être utilisée afin d'espacer les corps roulants entre les bagues.

[0003] Dans ce contexte, l'expression „corps roulant“ indique tout corps qui peut rouler, par exemple et de façon non limitative, une bille ou un rouleau, par exemple un rouleau cylindrique, conique, une aiguille, etc.

[0004] En général, la cage (appelée aussi séparateur de corps roulants) est monobloc. Les éléments roulants situés entre les bagues intérieure et extérieure du roulement sont maintenus en général avec un espacement régulier par la cage, qui les guide et facilite leur rotation. La cage peut être aussi composée de plusieurs segments indépendants. La cage peut aussi assurer des fonctions supplémentaires à l'espacement des corps roulants, par exemple et de façon non-limitative une fonction de blocage.

[0005] Le nombre de points de contact (par exemple dans le cas où les corps roulants sont des billes) ou de lignes de contact (par exemple dans le cas où les corps roulants sont des rouleaux) des corps roulants avec les bagues peut varier selon le type de roulement.

[0006] La surface sur laquelle roulent les éléments roulants est généralement appelée „chemin de roulement“. Elle supporte les charges (axiales et/ou radiales) appliquées au roulement.

[0007] Le chemin de roulement est donc réalisé généralement dans un matériau suffisamment dur, afin de pouvoir supporter ces charges.

[0008] Cependant, lorsque le roulement subit un choc important, les corps roulants peuvent s'enfoncer dans au moins une bague, en la déformant plastiquement. Cette déformation plastique endommage le roulement, en dégradant son fonctionnement et en diminuant ses performances. Dans le cas où le roulement appartient à un mécanisme horloger complet, cette déformation plastique intervient lorsque ce mécanisme horloger subit un choc de 5000G ou plus.

[0009] Il existe donc un besoin pour un roulement qui, après avoir subi un choc, puisse fonctionner plus efficacement que les solutions connues.

Bref résumé de l'invention

[0010] Un but de la présente invention est de proposer un roulement exempt des limitations des roulements connus.

[0011] Un autre but de l'invention est de proposer un roulement qui, après avoir subi un choc, puisse fonctionner plus efficacement que les solutions connues.

[0012] Selon l'invention, ces buts sont atteints notamment au moyen d'un roulement selon la revendication 1, et au moyen d'un procédé de fabrication d'un tel roulement selon la revendication 7.

[0013] Le roulement pour mécanisme horloger ou médical selon l'invention comprend (au moins) une bague extérieure et (au moins) une bague intérieure. Des corps roulants sont disposés entre la bague extérieure et la bague intérieure.

[0014] Selon l'invention, au moins une bague est réalisée en superalliage austénitique amagnétique.

[0015] Dans ce contexte, le terme „superalliage“ indique un alliage de matériaux métalliques, le plus souvent à base de nickel ou de cobalt, dotés d'une bonne tenue mécanique même à haute température (au-delà de 450 °C à 550 °C) et d'une certaine résistance à l'oxydation ou à la corrosion à chaud.

[0016] De façon avantageuse, le superalliage austénitique amagnétique selon l'invention a une limite élastique plus élevée par rapport aux matériaux utilisés actuellement pour les bagues d'un roulement, tels que l'acier par exemple. Typiquement, cette augmentation appartient à la plage de 30% à 60%, mais même des augmentations plus petites, par exemple des augmentations de 5% à 30%, permettent au roulement de l'invention de mieux résister aux chocs par rapport aux solutions connues. Dans une variante, cette augmentation peut être plus grande de 60% et peut atteindre 80% ou davantage. Dans une variante, la soumission d'un superalliage austénitique amagnétique à au moins un traitement, tel qu'un traitement d'écrouissage (à savoir une déformation plastique) et/ou à un traitement thermique (à savoir un traitement à une température sensiblement plus grande que celle ambiante), permet d'obtenir une augmentation de la limite élastique de ce matériau plus grande par rapport à l'augmentation de la limite élastique de ce matériau non traité.

[0017] Le fait que le superalliage austénitique amagnétique ait une limite élastique plus élevée par rapport aux matériaux utilisés actuellement pour les bagues d'un roulement permet aux roulements selon l'invention de mieux résister aux chocs. En effet, lorsque le roulement selon l'invention subit un choc important, par exemple lorsque le mécanisme horloger subit un choc de 5000G et plus, le corps roulant s'enfonce dans au moins une bague. Cependant, dans le roulement selon l'invention, la déformation plastique des solutions connues est précédée par une déformation élastique plus importante que celle connue pour les matériaux habituellement utilisés pour les bagues des roulements connus, grâce aux propriétés élastiques des superalliages austénitiques amagnétiques, et notamment à leurs limites élastiques. Cela permet que les marques dans le chemin de roulement causées durant le choc par l'enfoncement des corps roulants dans les bagues interviennent seulement pour des chocs encore plus importants, en raison de la présence de la déformation élastique supérieure des superalliages austénitiques amagnétiques. Par conséquent, à parité de choc, le roulement selon l'invention est moins endommagé par rapport aux roulements connus. La fiabilité du roulement selon l'invention est donc plus grande que celle des roulements connus.

[0018] Selon l'invention,, le superalliage austénitique amagnétique est le Phynox CoCr20Ni16Mo7, connu aussi sous le nom d'Elgiloy.

[0019] L'utilisation du superalliage austénitique amagnétique, et notamment du Phynox, est connue en horlogerie, notamment pour des ressorts, en raison de ses propriétés élastiques.

[0020] L'utilisation du superalliage austénitique amagnétique, et notamment du Phynox, pour réaliser au moins une bague d'un roulement est surprenante, car il existe un préjugé, notamment en horlogerie, selon lequel il ne serait pas possible d'utiliser un tel matériau pour des bagues d'un roulement.

[0021] En effet, selon ce préjugé, un superalliage austénitique amagnétique utilisé notamment pour des ressorts permettrait une déformation élastique importante pour des bagues. De ce fait, le composant réalisé dans un tel matériau permettrait une grande déformation du roulement, même en l'absence de chocs, ce qui n'est pas souhaité pour un roulement, notamment pour un roulement d'horlogerie.

[0022] Contre toute attente, des essais ont cependant montré qu'il est bien possible d'utiliser une bague en matériau austénitique amagnétique, malgré ses propriétés élastiques lors de l'utilisation normale du roulement. En d'autres mots, le roulement selon l'invention fonctionne efficacement aussi dans le cas où le roulement n'est pas soumis aux chocs : en absence de chocs, sa dureté permet d'avoir un chemin de roulement qui supporte bien les charges (axiales et/ou radiales) ; en présence de chocs, ses propriétés élastiques permettent de moins dégrader le fonctionnement du roulement par rapport aux solutions connues.

[0023] En général, la bague est obtenue en mettant en forme une pièce en superalliage austénitique amagnétique, par exemple avec des méthodes d'usinage conventionnelles et/ou par laser et/ou par étampage, etc. Dans une variante préférentielle, la pièce et/ou la bague est soumise à au moins un traitement, tel qu'un traitement d'écrouissage et/ou à un traitement thermique, afin d'augmenter davantage la dureté et/ou la limite élastique de la pièce respectivement de la bague.

[0024] Par exemple, des tests effectués par la demanderesse montrent qu'une bague en matériau austénitique amagnétique, et notamment en Phynox, après traitement a une dureté finale de 620 Hv à 650 Hv et une limite élastique plus grande que 1400 N/mm² pour les aciers conventionnels connus pour les bagues, notamment de 1740 N/mm² à 2280 N/mm², par exemple de 2050 N/mm² à 2170 N/mm².

[0025] De plus, un superalliage austénitique amagnétique est aussi biocompatible et résistant à la corrosion, ce qui permet d'utiliser le roulement selon l'invention dans le domaine médical, par exemple pour un dispositif médical implantable dans un corps vivant.

[0026] Un superalliage amagnétique austénitique a, comme phase cristalline dominante, un arrangement de type cubique à faces centrées.

[0027] De façon avantageuse, le superalliage austénitique selon l'invention est aussi amagnétique, à savoir un matériau dont la perméabilité magnétique est sensiblement égale à 1. En d'autres mots, un superalliage amagnétique n'est (quasi-) pas attiré ni repoussé par un aimant, un matériau sans propriétés magnétiques n'existant pas.

[0028] 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.

[0029] Dans une variante, les corps roulants sont réalisés en céramique, afin d'éviter la lubrification du roulement. Dans une variante, les corps roulants sont réalisés en céramique à base de nitrure de silicium (Si₃N₄), une céramique d'oxyde de zirconium (ZrO₂), une céramique de SiC, de SiO₂ ou d'Al₂O₃. Dans une autre variante encore, les corps roulants sont réalisés en superalliage austénitique amagnétique.

[0030] Dans une autre variante, les corps roulants sont réalisés en métal, par exemple en acier. Dans ce cas, une lubrification du roulement peut s'avérer nécessaire.

[0031] Dans une variante, une cage peut être disposée entre les bagues afin de maintenir les billes espacées.

[0032] Dans une variante, la cage est aussi réalisée en superalliage austénitique amagnétique, par exemple en Phynox CoCr20Ni16Mo7.

[0033] 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 et des corps roulants 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 et des corps roulants maintenus 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. Dans une autre variante, le roulement peut comprendre une cage pour espacer les corps roulants.

[0034] 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. Dans une variante, la fixation entre les deux bagues en superalliage austénitique amagnétique est réalisée par laser.

[0035] 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.

[0036] La présente invention concerne aussi un mécanisme horloger comprenant le roulement selon l'invention.

[0037] Dans une variante, le mécanisme horloger est un mécanisme de remontage d'une source d'énergie d'un mouvement horloger.

[0038] Dans une autre variante, le mécanisme horloger est un mécanisme de débrayage, par exemple un mécanisme de débrayage d'une couronne.

[0039] Dans une autre variante, le mécanisme horloger est un des mécanismes suivants : un mécanisme différentiel, un organe d'affichage, un tourbillon.

[0040] La présente invention concerne aussi une pièce d'horlogerie comprenant le roulement selon l'invention et/ou le mécanisme horloger selon l'invention.

[0041] La présente invention concerne aussi un dispositif médical implantable comprenant le roulement selon l'invention.

[0042] La présente invention concerne aussi un procédé de fabrication du roulement selon l'invention, comprenant l'étape de :

- mettre en forme une pièce en Phynox CoCr20Ni16Mo7 afin d'obtenir au moins une bague entre la bague intérieure ou la bague extérieure,
- disposer les corps roulants entre la bague extérieure et la bague intérieure (2, 4).

[0043] Dans une variante, la pièce et/ou la bague en superalliage austénitique amagnétique est soumise à au moins un traitement, notamment afin d'augmenter davantage sa dureté et/ou sa limite élastique.

[0044] Dans une variante, ce traitement est l'écrouissage dans lequel la pièce est déformée plastiquement, par exemple par déformation ou compression. Cela permet d'améliorer sa dureté, jusqu'à par exemple 500 HV à 550 HV.

[0045] Dans une autre variante, ce traitement est thermique et permet d'augmenter la dureté jusqu'à, par exemple, 650 HV à 690 HV selon les besoins. Dans une variante, lors de ce traitement thermique la pièce est réchauffée pendant un temps prédéterminé, par exemple de trois heures, à une température prédéterminée, par exemple 500 °C ou 520 °C.

[0046] Dans une variante, la pièce et/ou la bague est soumise à un écrouissage dans une étape antérieure à un traitement thermique.

[0047] Dans une variante, la mise en forme de la pièce est effectuée après l'écrouissage et avant le traitement thermique. Dans ce cas, les propriétés du matériau sont obtenues en combinant la déformation mécanique avant la mise en forme et le traitement thermique après la mise en forme.

[0048] Dans une variante, avant le début de sa mise en forme, la pièce est soumise à un traitement, par exemple à un traitement thermique.

[0049] Dans une variante, cette pièce est soumise à un traitement, par exemple à un traitement thermique, avant la fin de la mise en forme de la pièce.

[0050] Dans une variante préférentielle, cette pièce est soumise à un traitement, par exemple à un traitement thermique, après la mise en forme de la pièce.

Brève description des figures

[0051] Des exemples de mise en œuvre 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

[0052] Dans la description suivante fournie à titre d'exemple, on fera référence, par simplicité, à un roulement unidirectionnel. L'invention cependant n'est pas limitée à un tel roulement unidirectionnel mais concerne aussi d'autres roulements, par exemple des roulements bidirectionnels.

[0053] 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, ou bien encore des roulements sans cage.

[0054] L'invention trouve une application préférentielle dans le domaine de l'horlogerie. Elle trouve également application dans le domaine médical, notamment lorsque le roulement est utilisé dans un dispositif médical implantable dans un corps vivant, par exemple un corps humain. Le roulement objet de l'invention n'est pas cependant limité au domaine de l'horlogerie ou médical, mais trouve également application dans le domaine général de la microtechnique et/ou dans tout autre domaine dans lequel ses caractéristiques avantageuses peuvent être exploitées.

[0055] 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.

[0056] Dans l'exemple illustré, la roue 200 et le pignon 400 sont coaxiaux, à savoir ils tournent autour du même axe de rotation A.

[0057] 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.

[0058] 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.

[0059] 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 et de façon non limitative des billes, maintenus dans la cage 1 et disposés entre la bague extérieure 6 et les deux bagues intérieures 2, 4.

[0060] 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 comprend des segments 11, un nombre de segments 11 différent de trois peut être envisagé.

[0061] 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. L'invention n'est pas non plus limitée à la présence de plans inclinés dans la cage.

[0062] 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°.

[0063] 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.

[0064] 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 et de façon non limitative une bille. Dans une variante préférentielle, la bille présente trois ou quatre points de contacts avec les bagues 2, 4, 6.

[0065] 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.

[0066] Comme illustré à la figure 5, 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.

[0067] 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.

[0068] Selon l'invention au moins une bague 2, 4 ou 6 est réalisée en superalliage austénitique amagnétique.

[0069] De façon avantageuse, le superalliage austénitique amagnétique selon l'invention a une limite élastique plus élevée par rapport aux matériaux utilisés actuellement. Cela permet aux roulements de mieux résister aux chocs. En effet, lorsque le roulement selon l'invention subit un choc important, par exemple lorsque le mécanisme horloger subit un choc de 5000G et plus, le corps roulant s'enfonce dans au moins une bague. Cependant, dans le roulement selon l'invention, la déformation plastique des solutions connues est précédée par une déformation élastique plus importante que celle connue pour les matériaux habituellement utilisés pour les bagues des roulements connus. Cela permet que les marques dans le chemin de roulement causées par le choc interviennent pour des chocs encore plus importants, en raison de la présence de la déformation élastique supérieure. Par conséquent, à parité de choc, le roulement selon l'invention est moins endommagé par rapport aux roulements connus. La fiabilité du roulement selon l'invention est donc plus grande que celle des roulements connus.

[0070] Selon l'invention, le superalliage austénitique amagnétique est le Phynox CoCr20Ni16Mo7, connu aussi sous le nom d'Elgiloy.

[0071] De plus, un superalliage austénitique amagnétique est aussi biocompatible et résistant à la corrosion, ce qui permet d'utiliser le roulement selon l'invention dans le domaine médical, par exemple pour un dispositif médical implantable dans un corps vivant.

[0072] Un superalliage amagnétique austénitique a, comme phase cristalline dominante, un arrangement de type cubique à faces centrées.

[0073] De façon avantageuse, le superalliage austénitique selon l'invention est aussi amagnétique, à savoir un matériau dont la perméabilité magnétique est sensiblement égale à 1. En d'autres mots, un superalliage amagnétique n'est (quasi-) pas attiré ni repoussé par un aimant, un matériau sans propriétés magnétiques n'existant pas.

[0074] 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.

[0075] Dans une variante, la cage est aussi réalisée en superalliage austénitique amagnétique, par exemple en Phynox CoCr20Ni16Mo7.

[0076] Dans une variante, la bague (et éventuellement la cage) en superalliage austénitique amagnétique est soumise à un traitement, notamment afin d'augmenter sa dureté et/ou sa limite élastique.

[0077] Dans une variante, ce traitement est l'écrouissage qui est un traitement d'une pièce, dans lequel la pièce est déformée plastiquement, par exemple par déformation ou compression. Ce traitement peut être à froid et/ou en température. Cela permet d'améliorer sa dureté, jusqu'à par exemple 500 HV à 550 HV.

[0078] Dans une autre variante, complémentaire ou alternative à celle précédente concernant l'écrouissage, ce traitement est thermique et permet d'augmenter la dureté jusqu'à, par exemple, 650 HV à 690 HV selon les besoins. Dans une variante, lors de ce traitement thermique la pièce est réchauffée pendant un temps prédéterminé, par exemple de trois heures, à une température prédéterminée, par exemple 500 °C ou 520 °C.

[0079] Dans une variante, l'écrouissage intervient dans une étape antérieure à un traitement thermique.

[0080] Dans une variante, la mise en forme d'une pièce en superalliage austénitique amagnétique afin d'obtenir au moins une bague et/ou la cage est effectuée après l'écrouissage et avant le traitement thermique. Dans cette variante, les propriétés du matériau sont obtenues en combinant la déformation mécanique avant la mise en forme et le traitement thermique après la mise en forme.

[0081] Dans une variante, au moins une bague et/ou la cage est(sont) obtenue(s) par une pièce soumise à un traitement (thermique) et ensuite mise(s) en forme de bague et/ou de cage.

[0082] Dans une autre variante, le traitement (thermique) est réalisé (peu) avant la fin de la mise en forme de la bague et/ou de la cage.

[0083] Dans une variante préférentielle, le traitement (thermique) est réalisé après la mise en forme de la bague et/ou de la cage.

Numéros et signes de référence employés sur les figures

[0084]

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
200	Roue
400	Pignon
1000	Mécanisme horloger
A	Axe de rotation

Revendications

1. Roulement (100) pour mécanisme horloger (1000) ou médical, comprenant:
 - une bague extérieure (6),
 - une bague intérieure (2, 4),
 - des corps roulants (5, 5') disposés entre la bague extérieure (6) et la bague intérieure (2, 4) et en contact avec la bague extérieure (6) et la bague intérieure (2, 4),
 au moins une bague (6; 2, 4) est réalisée en superalliage austénitique amagnétique caractérisé en ce que le superalliage austénitique est le CoCr20Ni16Mo7.
2. Roulement (100) selon la revendication 1, dans lequel lesdits corps roulants sont réalisés en céramique, par exemple en céramique à base de nitrure de silicium Si₃N₄, une céramique d'oxyde de zirconium ZrO₂, une céramique de SiC, de SiO₂ ou d'Al₂O₃.
3. Roulement selon l'une des revendications 1 à 2, comprenant une cage (1) pour espacer lesdits corps roulants (5, 5').
4. Roulement (100) selon la revendication 3, dans lequel la cage (1) est réalisée en superalliage austénitique amagnétique, par exemple en CoCr20Ni16Mo7.
5. Mécanisme horloger (1000) comprenant le roulement (100) selon l'une des revendications 1 à 4.
6. Dispositif médical implantable comprenant le roulement (100) selon l'une des revendications 1 à 4.
7. Procédé de fabrication du roulement (100) selon l'une des revendications 1 à 4 comprenant les étapes de :
 - mettre en forme une pièce en CoCr20Ni16Mo7 afin d'obtenir au moins une bague intérieure (2, 4) ou extérieure (6),
 - disposer lesdits corps roulants (5, 5') entre la bague extérieure (6) et la bague intérieure (2, 4).
8. Procédé selon la revendication 7, comprenant une étape de traitement de ladite pièce et/ou de ladite bague, ce traitement étant un écrouissage et/ou un traitement thermique.

CH 718 794 B1

9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel ladite pièce et/ou ladite bague est soumise à un écrouissage dans une étape antérieure à un traitement thermique.
10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel la mise en forme de la pièce est effectuée après l'écrouissage et avant le traitement thermique.
11. Procédé selon la revendication 8, dans lequel avant le début de la mise en forme, ladite pièce est soumise audit traitement, par exemple audit traitement thermique.
12. Procédé selon la revendication 8, dans lequel ladite pièce est soumise audit traitement, par exemple audit traitement thermique, avant la fin de la mise en forme de la pièce.
13. Procédé selon la revendication 8, dans lequel ladite pièce est soumise audit traitement, par exemple audit traitement thermique, après la mise en forme de la pièce.

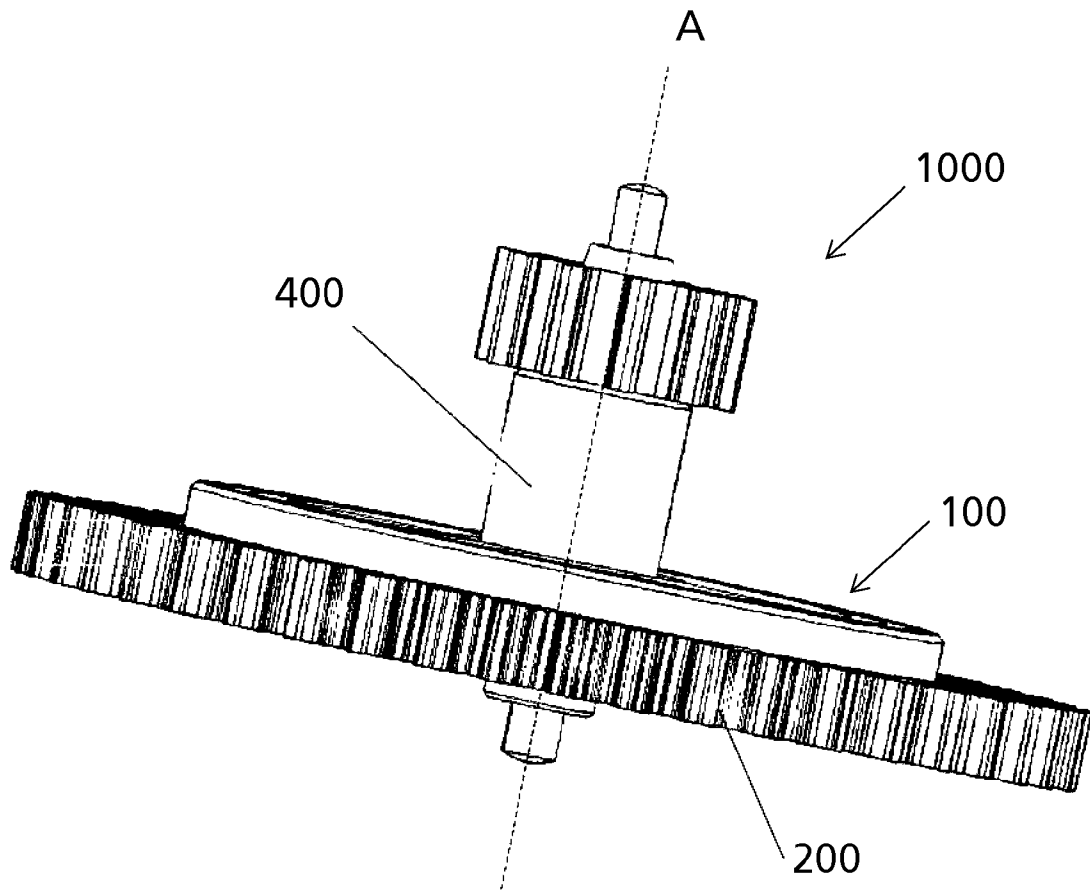


Fig. 1

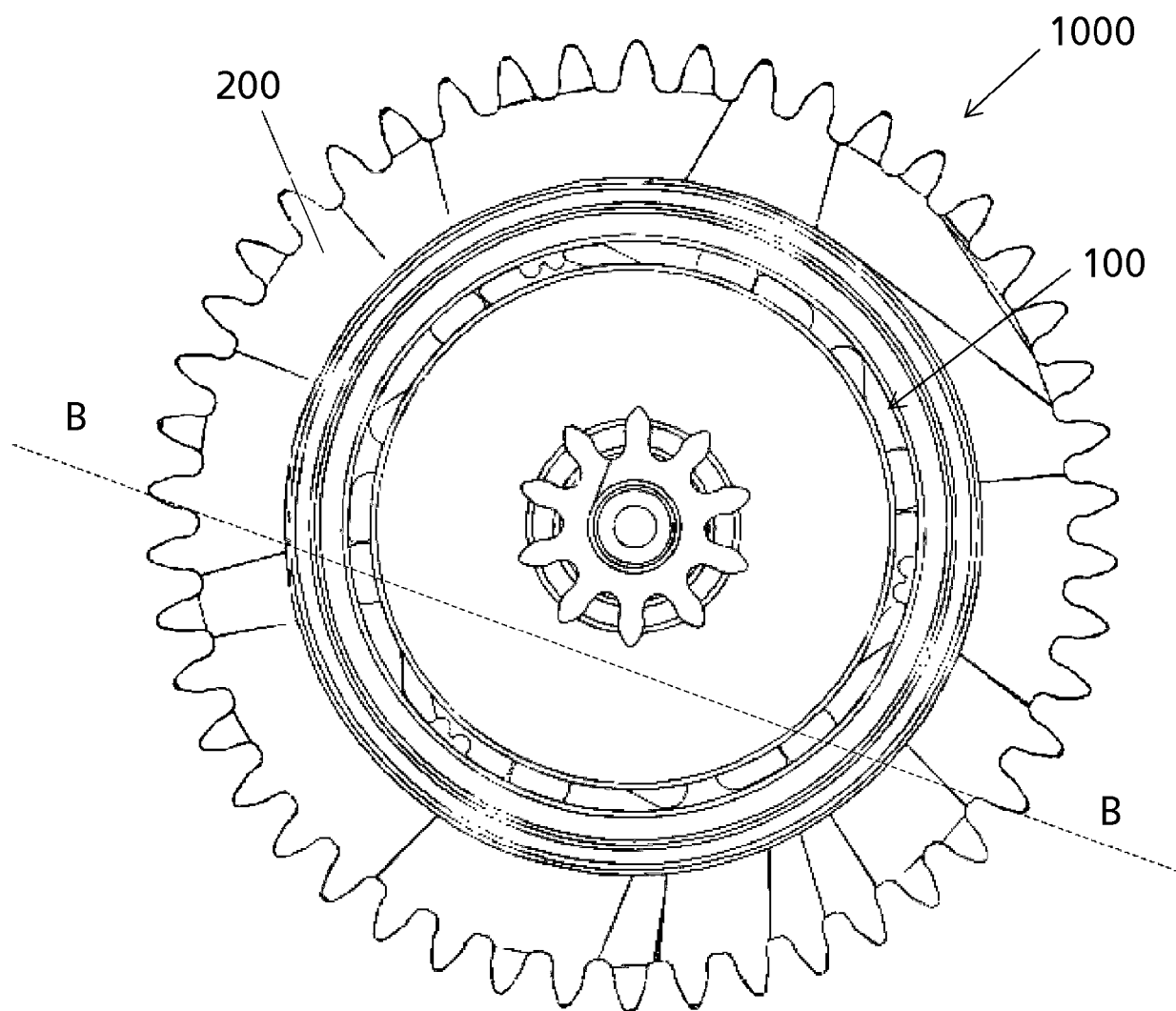


Fig. 2

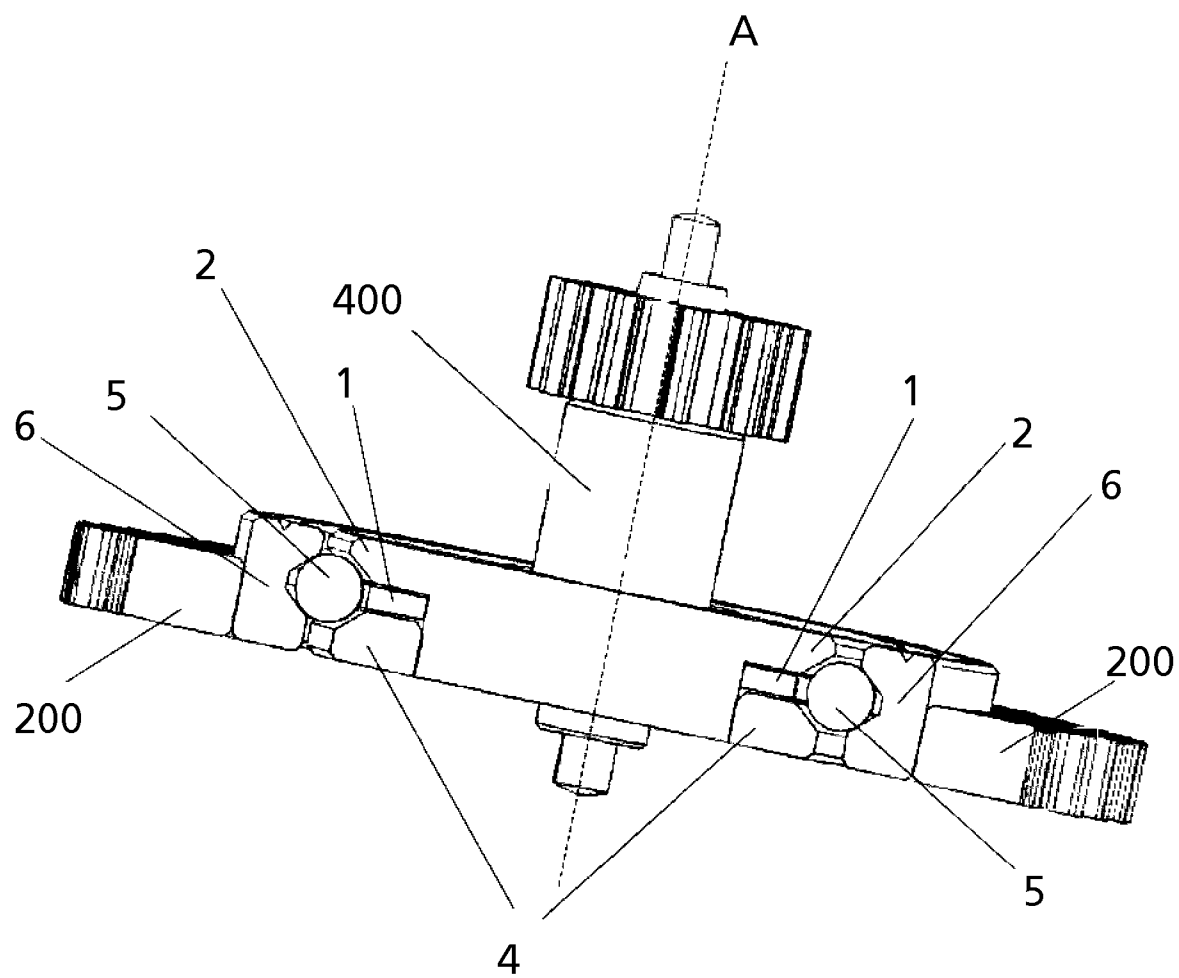


Fig. 3

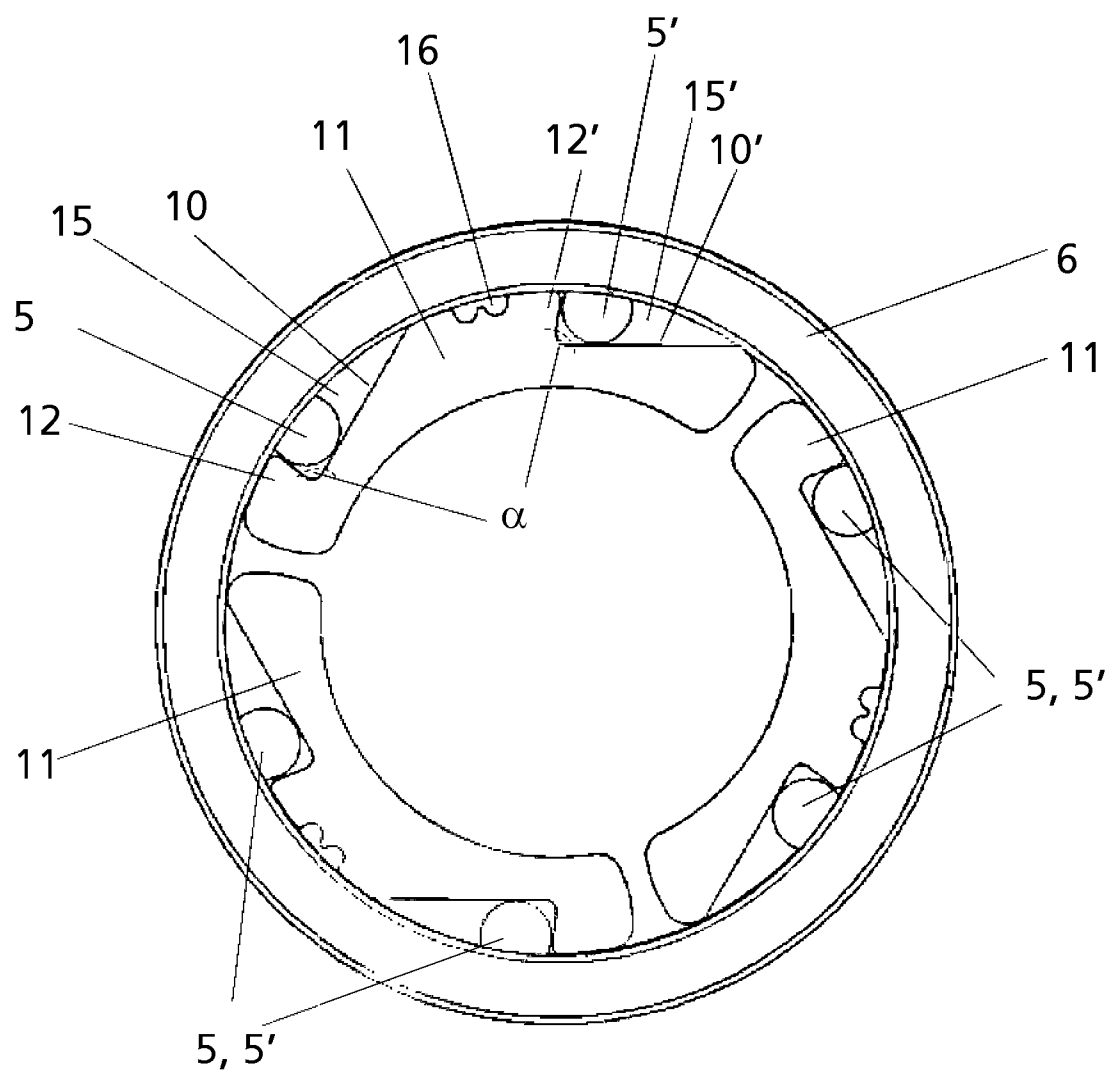


Fig. 4

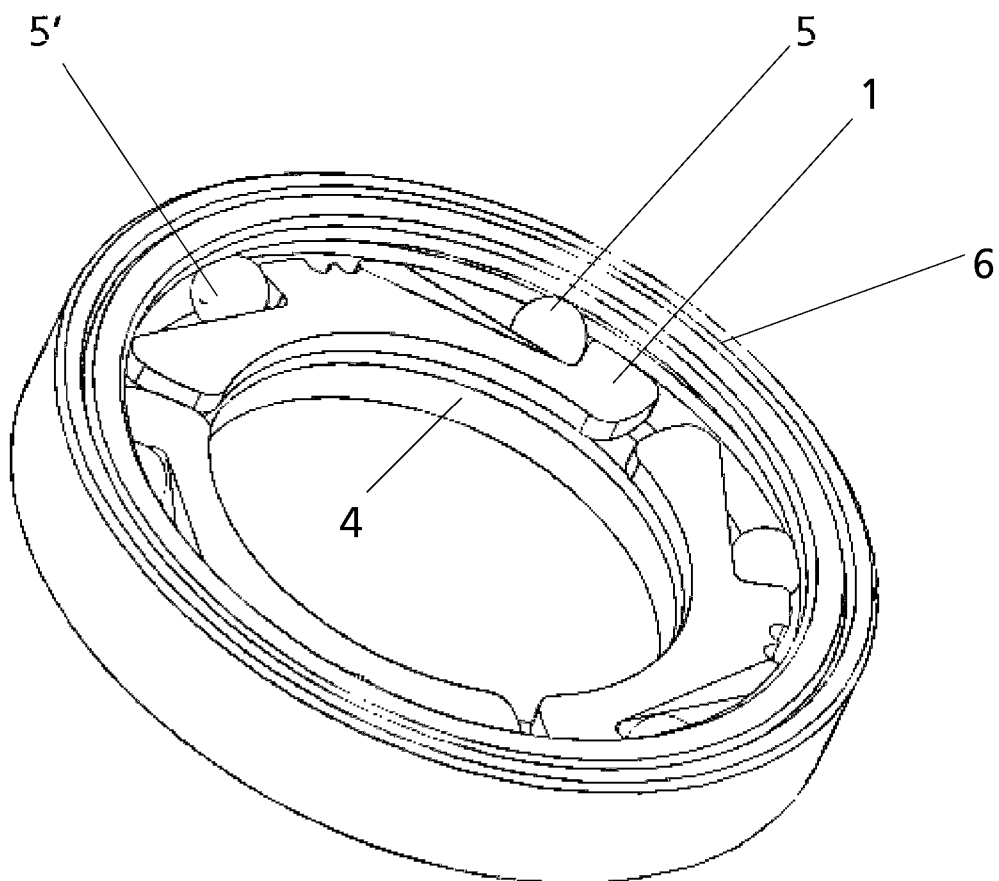


Fig. 5