(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 273 306 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
24.01.2018 Bulletin 2018/04

(21) Numéro de dépôt: **16190278.8**

(22) Date de dépôt: **23.09.2016**

(51) Int Cl.:
G04B 1/16 *(2006.01)* ***G04B 13/02*** *(2006.01)*
G04B 15/14 *(2006.01)* ***G04B 17/32*** *(2006.01)*
G04B 43/00 *(2006.01)*

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA MD

(30) Priorité: **19.07.2016 EP 16180226**

(71) Demandeur: **Nivarox-FAR S.A.**
2400 Le Locle (CH)

(72) Inventeurs:
- **Fussinger, Alexandre**
  2075 Wavre (CH)
- **Charbon, Christian**
  2054 Chézard-St-Martin (CH)
- **Verardo, Marco**
  2336 Les Bois (CH)

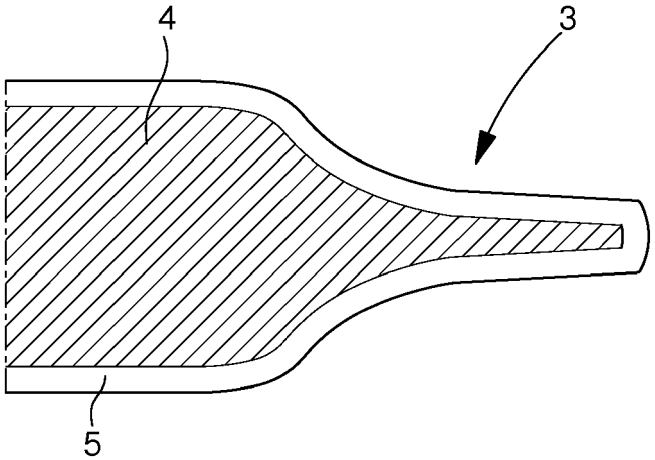
(74) Mandataire: **Honoré, Anne-Claire et al**
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **PIÈCE POUR MOUVEMENT D'HORLOGERIE**

(57) L'invention se rapporte à un axe de pivotement pour mouvement horloger comportant au moins un pivot (3) en un premier matériau (4) métallique amagnétique à au moins une de ses extrémités afin de limiter sa sensibilité aux champs magnétiques. Au moins la surface externe dudit pivot (3) est recouverte d'une couche (5) d'un second matériau choisi parmi le groupe comprenant Ni et NiP, et de préférence NiP chimique.

L'invention concerne le domaine des mouvements d'horlogerie.

Fig. 2



EP 3 273 306 A1

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte à une pièce pour mouvement d'horlogerie et notamment à un axe de pivotement amagnétique pour un mouvement d'horlogerie mécanique et plus particulièrement à un axe de balancier, une tige d'ancre et un pignon d'échappement a magnétiques.

Arrière-plan de l'invention

[0002] La fabrication d'un axe de pivotement horloger consiste, à partir d'une barre en acier trempable, à réaliser des opérations de décolletage pour définir différentes surfaces actives (portée, épaulement, pivots etc.) puis à soumettre l'axe décolleté à des opérations de traitement thermique comprenant au moins une trempe pour améliorer la dureté de l'axe et un ou plusieurs revenus pour en améliorer la ténacité. Les opérations de traitements thermiques sont suivies d'une opération de roulage des pivots des axes, opération consistant à polir les pivots pour les amener aux dimensions requises. Au cours de l'opération de roulage la dureté ainsi que la rugosité des pivots sont encore améliorées.

[0003] Les axes de pivotement, par exemple les axes de balancier, utilisés classiquement dans les mouvements d'horlogerie mécaniques sont réalisés dans des nuances d'aciers de décolletage qui sont généralement des aciers martensitiques au carbone incluant du plomb et des sulfures de manganèse pour améliorer leur usinabilité. Un acier de ce type désigné 20AP est typiquement utilisé pour ces applications.

[0004] Ce type de matériau a l'avantage d'être facilement usinable, en particulier d'être apte au décolletage et présente, après des traitements de trempe et de revenu, des propriétés mécaniques élevées très intéressantes pour la réalisation d'axes de pivotement horlogers. Ces aciers présentent en particulier après traitement thermique une dureté élevée, permettant d'obtenir une très bonne tenue aux chocs. Typiquement la dureté des pivots d'un axe réalisé en acier 20 AP peut atteindre une dureté dépassant les 700 HV après traitement thermique et roulage.

[0005] Bien que fournissant des propriétés mécaniques satisfaisantes pour les applications horlogères décrites ci-dessus, ce type de matériau présente l'inconvénient d'être magnétique et de pouvoir perturber la marche d'une montre après avoir été soumis à un champ magnétique, et ce notamment lorsque ce matériau est utilisé pour la réalisation d'un axe de balancier coopérant avec un balancier spiral en matériau ferromagnétique. Ce phénomène est bien connu de l'homme du métier. On notera également que ces aciers martensitiques sont également sensibles à la corrosion.

[0006] Des essais pour tenter de remédier à ces inconvénients ont été menés avec des aciers inoxydables austénitiques qui présentent la particularité d'être a magnétiques c'est-à-dire du type paramagnétique ou diamagnétique ou antiferromagnétique. Toutefois, ces aciers austénitiques présentent une structure cristallographique ne permettant pas de les tremper et d'atteindre des duretés et donc des résistances aux chocs compatibles avec les exigences requises pour la réalisation d'axes de pivotement horlogers. Les axes obtenus présentent alors des marques ou des endommagements sévères en cas de chocs qui vont avoir ensuite une influence négative sur la chronométrie du mouvement. Un moyen d'augmenter la dureté de ces aciers est l'écrouissage, toutefois cette opération de durcissement ne permet pas d'obtenir des duretés supérieures à 500 HV. Par conséquent, dans le cadre de pièces devant avoir des pivots présentant une grande résistance aux chocs, l'utilisation de ce type d'aciers reste limitée.

[0007] Une autre approche pour tenter de remédier à ces inconvénients est décrite dans la demande EP 2 757 423. Selon cette approche, les axes de pivotements sont réalisés en alliage de cobalt ou de nickel du type austénitique et présentent une surface externe durcie selon une certaine profondeur. Toutefois, de tels alliages peuvent s'avérer difficiles à usiner pour la fabrication d'axes de pivotement. De plus, ils sont relativement coûteux en raison du prix élevé du nickel et du cobalt.

Résumé de l'invention

[0008] Le but de la présente invention est de pallier les inconvénients cités précédemment en proposant un axe de pivotement permettant à la fois de limiter la sensibilité aux champs magnétiques et d'obtenir des propriétés mécaniques permettant de répondre aux exigences de résistance aux chocs dans le domaine horloger.

[0009] L'invention a encore pour but de fournir un axe de pivotement amagnétique qui puisse être fabriqué de manière simple et économique.

[0010] A cet effet, l'invention se rapporte à un axe de pivotement pour mouvement horloger comportant au moins un pivot en un premier matériau métallique amagnétique à au moins une de ses extrémités afin de limiter sa sensibilité aux champs magnétiques.

[0011] Selon l'invention, au moins la surface externe dudit pivot est recouverte d'une couche d'un second matériau choisi parmi le groupe comprenant Ni et NiP.

[0012] Par conséquent, l'axe de pivotement selon l'invention permet de cumuler les avantages d'une faible sensibilité aux champs magnétiques, et au moins dans les zones de contrainte principales, d'une excellente tenue aux chocs. De ce fait, l'axe de pivotement selon l'invention ne présente, en cas de choc, aucune marque ni aucun endommagement sévère susceptible de nuire à la chronométrie du mouvement.

[0013] Conformément à d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention :

- la couche du second matériau présente une épais-

seur comprise entre 0.5 μm et 10 μm, de préférence entre 1 μm et 5 μm, et plus préférentiellement entre 1 μm et 2 μm ;
- la couche du second matériau présente une dureté de préférence supérieure à 400 HV, plus préférentiellement supérieure à 500 HV ;
- la couche du second matériau est de préférence une couche de NiP chimique, c'est-à-dire obtenue par dépôt chimique.

[0014] De plus, l'invention se rapporte à un mouvement d'horlogerie comprenant un axe de pivotement tel que défini ci-dessus, et en particulier un axe de balancier, une tige d'ancre et/ou un pignon d'échappement comprenant un axe tel que défini ci-dessus.

[0015] Enfin, l'invention se rapporte à un procédé de fabrication d'un axe de pivotement tel que défini ci-dessus comportant les étapes suivantes :

a) former une axe de pivotement comportant au moins un pivot en un premier matériau métallique amagnétique à au moins une de ses extrémités pour limiter sa sensibilité aux champs magnétiques;
b) déposer une couche d'un second matériau au moins sur la surface externe dudit pivot, ledit second matériau étant choisi parmi le groupe comprenant Ni et NiP.

[0016] Conformément à d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention :

- la couche du second matériau est déposée selon l'étape b) pour présenter une épaisseur comprise entre 0.5 μm et 10 μm, de préférence entre 1 μm et 5 μm, et plus préférentiellement entre 1 μm et 2 μm;
- le second matériau est le NiP et l'étape b) consiste en un dépôt de NiP selon un procédé de dépôt de nickel chimique à partir d'hypophosphite.

Description sommaire des dessins

[0017] D'autres particularités et avantages ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation d'un axe de pivotement selon l'invention ;
- la figure 2 est une coupe partielle d'un pivot d'axe de balancier selon l'invention,
- la figure 3 est une photographie d'un axe de pivotement en acier HIS nu ayant subi un programme de chocs, et
- la figure 4 est une photographie d'un axe de pivotement en acier HIS recouvert d'une couche de NiP selon l'invention ayant subi le même programme de chocs que l'axe de pivotement de la figure 3.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0018] Dans la présente description, le terme matériau « amagnétique » signifie un matériau paramagnétique ou diamagnétique ou antiferromagnétique, dont la perméabilité magnétique est inférieure ou égale à 1.01.

[0019] Un alliage d'un élément est un alliage contenant au moins 50% en poids dudit élément.

[0020] L'invention se rapporte à une pièce pour mouvement d'horlogerie et notamment à un axe de pivotement amagnétique pour un mouvement d'horlogerie mécanique.

[0021] L'invention sera décrite ci-après dans le cadre d'une application à un axe de balancier amagnétique 1. Bien évidemment, d'autres types d'axes de pivotement horlogers sont envisageables comme par exemple des axes de mobiles horlogers, typiquement des pignons d'échappement, ou encore des tiges d'ancre. Les pièces de ce type présentent au niveau du corps des diamètres inférieurs de préférence à 2 mm, et des pivots de diamètre inférieur de préférence à 0.2 mm, avec une précision de quelques microns.

[0022] En se référant à la figure 1 on peut voir un axe de balancier 1 selon l'invention qui comporte une pluralité de sections 2 de diamètres différents, formées de préférence par décolletage ou toute autre technique d'usinage par enlèvement de copeaux, et définissant classiquement des portées 2a et des épaulements 2b arrangés entre deux portions d'extrémité définissant deux pivots 3. Ces pivots sont destinés à venir chacun pivoter dans un palier, typiquement dans un orifice d'une pierre ou rubis.

[0023] Avec le magnétisme induit par les objets rencontrés au quotidien, il est important de limiter la sensibilité de l'axe de balancier 1 sous peine d'influencer la marche de la pièce d'horlogerie dans laquelle il est incorporé.

[0024] Ainsi, le pivot 3 est réalisé en un premier matériau 4 métallique amagnétique afin de limiter de manière avantageuse sa sensibilité aux champs magnétiques.

[0025] De préférence, le premier matériau 4 métallique amagnétique est choisi parmi le groupe comprenant un acier du type austénitique, de préférence inoxydable, un alliage de cobalt du type austénitique, un alliage de nickel du type austénitique, un alliage de titane amagnétique, un alliage d'aluminium amagnétique, un laiton (Cu-Zn) ou un laiton spécial (Cu-Zn avec Al et/ou Si et/ou Mn), un cuivre-béryllium, un bronze (Cu-Sn), un bronze à l'aluminium, un cuivre-aluminium (comprenant optionnellement Ni et/ou Fe), un cuivre-nickel, un Maillechort (Cu-Ni-Zn), un cuivre-nickel-étain, un cuivre-nickel-silicium, un cuivre-nickel-phosphore, un cuivre-titane, les proportions des différents éléments des alliages étant choisies pour leur conférer des propriétés amagnétiques ainsi qu'une bonne usinabilité.

[0026] Par exemple, l'acier austénitique est un acier austénitique inox HIS (High Interstitial Steels), tel que l'acier Cr-Mn-N P2000 de Energietechnik Essen GmbH.

[0027] L'alliage de cobalt du type austénitique peut comprendre au moins 39% de cobalt, typiquement un alliage connu sous le nom « Phynox » ou la désignation DIN K13C20N16Fe15D7 ayant typiquement 39% de Co, 19% de Cr, 15% de Ni et 6% de Mo, 1.5% de Mn, 18% de Fe et le soldes d'additifs.

[0028] L'alliage de nickel de type austénitique peut comprendre au moins 33% de nickel typiquement un alliage connu sous la désignation MP35N® ayant typiquement 35% de Ni 20% de Cr, 10% de Mo, 33% de Co et le solde d'additifs.

[0029] L'alliage de titane comprend de préférence au moins 85% de titane.

[0030] Les laitons peuvent comprendre les alliages CuZn39Pb3, CuZn37Pb2, ou CuZn37.

[0031] Les laitons spéciaux peuvent comprendre les alliages CuZn37Mn3Al2PbSi, CuZn23Al3Co ou CuZn23Al6Mn4Fe3Pb.

[0032] Les Maillechort peuvent comprendre les alliages CuNi25Zn11 Pb1 Mn, CuNi7Zn39Pb3Mn2 ou CuNi18Zn19Pb1.

[0033] Les bronzes peuvent comprendre les alliages CuSn9 ou CuSn6.

[0034] Les bronzes à l'aluminium peuvent comprendre les alliages CuAl9 ou CuAl9Fe5Ni5.

[0035] Les alliages cuivre-nickel peuvent comprendre l'alliage CuNi30.

[0036] Les alliages cuivre-nickel-étain peuvent comprendre les alliages CuNi15Sn8, CuNi9Sn6 ou CuNi7.5Sn5 (commercialisé par exemple sous la dénomination Declafor).

[0037] Les alliages cuivre-titane peuvent comprendre l'alliage CuTi3Fe.

[0038] Les alliages cuivre-nickel-silicium peuvent comprendre l'alliage CuNi3Si.

[0039] Les alliages cuivre-nickel-phosphore peuvent comprendre l'alliage CuNi1P.

[0040] Les alliages cuivre-béryllium peuvent comprendre les alliages CuBe2Pb ou CuBe2.

[0041] Les valeurs de composition sont indiquées en pourcentage massique. Les éléments sans indication de valeur de composition sont soit le reste (majoritaire) soit des éléments pour lesquels le pourcentage dans la composition est inférieur à 1% en poids.

[0042] L'alliage de cuivre amagnétique peut être également un alliage ayant pour composition massique entre 14.5% et 15.5% de Ni, entre 7.5% et 8.5% de Sn, au maximum 0.02% de Pb et le reste de Cu. Un tel alliage est commercialisé sous la marque Toughmet® par la société Materion.

[0043] Bien évidemment, d'autres alliages amagnétiques sont envisageables dès lors que la proportion de leurs constituants leur confère des propriétés amagnétiques ainsi qu'une bonne usinabilité.

[0044] Le premier matériau métallique amagnétique présente généralement une dureté inférieure à 600 HV.

[0045] Selon l'invention, au moins la surface externe dudit pivot 3 est recouverte d'une couche 5 d'un second matériau choisi parmi le groupe comprenant Ni et NiP, afin d'offrir, avantageusement, des propriétés mécaniques au niveau de ladite surface externe permettant d'obtenir la tenue aux chocs recherchée.

[0046] Dans le second matériau, le taux de phosphore peut être compris de préférence entre 0% (on a alors du Ni pur) et 15%. De préférence, le taux de phosphore dans le second matériau NiP peut être un taux moyen compris entre 6% et 9%, ou un taux élevé compris entre 9% et 12%. Il est bien évident toutefois que le second matériau NiP peut comprendre un taux bas de phosphore.

[0047] En outre, lorsque le second matériau est du NiP à taux moyen ou élevé de phosphore, la couche du second matériau NiP peut être durcie par traitement thermique.

[0048] La couche du second matériau présente une dureté de préférence supérieure à 400 HV, plus préférentiellement supérieure à 500 HV.

[0049] D'une manière particulièrement avantageuse, la couche du second matériau en Ni ou NiP non durcie présente une dureté de préférence supérieure à 500 HV, mais inférieure à 600 HV, c'est-à-dire de préférence comprise entre 500 HV et 550 HV. D'une manière surprenante et inattendue, l'axe de pivotement selon l'invention présente une excellente tenue aux chocs bien que la couche du second matériau puisse présenter une dureté (HV) inférieure à celle du premier matériau.

[0050] Lorsqu'elle est durcie par traitement thermique, la couche du second matériau en NiP peut présenter une dureté comprise entre 900 HV et 1000 HV.

[0051] D'une manière avantageuse, la couche du second matériau peut présenter une épaisseur comprise entre 0.5 μm et 10 μm, de préférence entre 1 μm et 5 μm, et plus préférentiellement entre 1 μm et 2 μm.

[0052] De préférence, la couche du second matériau est une couche de NiP, et plus particulièrement une couche de NiP chimique, c'est-à-dire déposée par voie chimique.

[0053] Sont particulièrement préférées les combinaisons associant :

- un alliage cuivre-béryllium, et plus particulièrement CuBe2Pb, comme premier matériau métallique amagnétique et une couche de NiP chimique comme couche 5 du second matériau
- un alliage cuivre-nickel-étain, et plus particulièrement le Declafor ou le Toughmet®, comme premier matériau métallique amagnétique et une couche de NiP chimique comme couche 5 du second matériau
- un acier inoxydable, et plus particulièrement, un acier Inox HIS, comme premier matériau métallique amagnétique et une couche de NiP chimique comme couche 5 du second matériau.

[0054] Par conséquent, au moins la surface externe du pivot est durcie c'est-à-dire que le reste de l'axe, peut

rester peu ou pas modifié sans modification notable des propriétés mécaniques de l'axe de balancier 1. Ce durcissement sélectif des pivots 3 de l'axe de balancier 1 permet de cumuler les avantages comme la faible sensibilité aux champs magnétiques et des propriétés mécaniques permettant d'obtenir une très bonne tenue aux chocs, dans les zones de contrainte principales.

[0055] Afin d'améliorer la tenue de la couche du second matériau, l'axe de pivotement peut comprendre au moins une sous-couche d'adhésion déposée entre le premier matériau et la couche du second matériau. Par exemple, dans le cas notamment d'un axe de pivotement en matériau de type acier inox HIS, une sous-couche d'or et/ou une sous-couche de nickel galvanique peu(ven)t être prévue(s) sous la couche du second matériau.

[0056] L'invention se rapporte également au procédé de fabrication d'un axe de balancier comme expliqué ci-dessus. Le procédé comporte avantageusement selon l'invention les étapes suivantes :

a) former, de préférence par décolletage ou toute autre technique d'usinage par enlèvement de copeaux, un axe de balancier 1 comportant au moins un pivot 3 en en premier matériau métallique amagnétique à chacune de ses extrémités, pour limiter sa sensibilité aux champs magnétiques et;
b) déposer une couche 5 d'un second matériau au moins sur la surface externe dudit pivot 3, ledit second matériau étant choisi parmi le groupe comprenant Ni et NiP afin d'améliorer les propriétés mécaniques des pivots pour obtenir une résistance aux chocs appropriée au moins au niveau des zones de contraintes principales.

[0057] D'une manière préférée, la couche 5 du second matériau est déposée selon l'étape b) pour présenter une épaisseur comprise entre 0.5 μm et 10 μm, de préférence entre 1 μm et 5 μm, et plus préférentiellement entre 1 μm et 2 μm.

[0058] Avantageusement, l'étape b) de dépôt de la couche 5 du second matériau peut être réalisée selon un procédé choisi parmi le groupe comprenant les dépôts PVD, CVD, ALD, galvanique et chimique, et de préférence chimique.

[0059] Selon un mode de réalisation particulièrement préféré, le second matériau est du NiP et l'étape de dépôt de la couche 5 de NiP est réalisée selon un procédé de dépôt de nickel chimique à partir d'hypophosphite.

[0060] Les différents paramètres de dépôt de nickel chimique à partir d'hypophosphite à prendre en compte, tels que la teneur en phosphore dans le dépôt, le pH, la température, ou la composition du bain de nickelage sont connus de l'homme du métier. On se référera par exemple à la publication de Y. Ben Amor et al., Dépôt chimique de nickel, synthèse bibliographique, Matériaux & Techniques 102, 101 (2014). Toutefois, on précisera que l'on utilise de préférence des bains commerciaux à taux moyens (6-9%) et à taux élevés (9-12%) de phosphore. Il est bien évident toutefois que des bains à taux bas de phosphore ou de nickel pur peuvent aussi être utilisés.

[0061] Lorsque le second matériau est du NiP, de préférence à taux moyen ou élevé de phosphore, le procédé selon l'invention peut en outre comprendre, après l'étape de dépôt b), une étape c) de traitement thermique de la couche 5 du second matériau. Un tel traitement thermique permet d'obtenir une couche 5 du second matériau présentant une dureté comprise de préférence entre 900 HV et 1000 HV.

[0062] Le procédé de dépôt de nickel chimique est particulièrement avantageux en ce qu'il permet d'obtenir un dépôt conforme et ne présentant pas d'effet de pointe. Il est ainsi possible de prévoir la dimension de l'axe de pivotement décolleté pour obtenir la géométrie voulue après recouvrement par la couche du second matériau.

[0063] Le procédé de dépôt de nickel chimique présente également l'avantage de pouvoir être appliqué en vrac.

[0064] Afin d'améliorer la tenue de la couche du second matériau, le procédé selon l'invention peut en outre comprendre, avant l'étape de dépôt b), une étape d) d'application d'au moins une sous-couche d'adhésion sur le premier matériau. Par exemple, dans le cas notamment d'un axe de pivotement en matériau de type acier inox HIS, il est possible d'appliquer une sous-couche d'or et/ou une sous-couche de nickel galvanique avant le dépôt de nickel par voie chimique.

[0065] L'axe de pivotement selon l'invention peut comprendre des pivots traités selon l'invention en appliquant l'étape b) aux seuls pivots ou être réalisé entièrement en un premier matériau métallique amagnétique, sa surface externe pouvant être recouverte entièrement d'une couche du second matériau en appliquant l'étape b) sur la totalité des surfaces de l'axe de pivotement.

[0066] D'une manière connue, les pivots 3 peuvent être roulés ou polis avant ou après l'étape de dépôt b), afin d'atteindre les dimensions et l'état de surface finaux désirés pour les pivots 3.

[0067] L'axe de pivotement selon l'invention cumule les avantages d'une faible sensibilité aux champs magnétiques, et au moins dans les zones de contrainte principales, d'une excellente tenue aux chocs. De ce fait, l'axe de pivotement selon l'invention ne présente, en cas de choc, aucune marque ni aucun endommagement sévère susceptible de nuire à la chronométrie du mouvement.

[0068] Les exemples suivants illustrent la présente invention sans toutefois en limiter la portée.

[0069] Des axes de pivotement en acier HIS sont réalisés d'une manière connue. Les axes nus présentent une dureté de 600HV.

[0070] Un lot de ces axes de pivotement est traité selon le procédé de l'invention, les axes de pivotement étant recouverts d'une couche de NiP d'épaisseur égale à 1.5 μm obtenue à partir d'un bain commercial de nickelage chimique à partir d'hypophosphite.

[0071] Ces axes de pivotement selon l'invention présentent une dureté de 500 HV.

[0072] Tous les axes de pivotement sont soumis à un même programme de chocs standard pour l'horlogerie. Les axes nus, sans couche de NiP, sont marqués comme le montre la figure 3. Les axes recouverts d'une couche de NiP selon l'invention sont intacts, comme le montre la figure 4. Les axes de pivotement selon l'invention cumulent les avantages d'une faible sensibilité aux champs magnétiques et d'une excellente tenue aux chocs.

Revendications

1. Axe de pivotement (1) pour mouvement horloger comportant au moins un pivot (3) en un premier matériau (4) métallique amagnétique à au moins une de ses extrémités afin de limiter sa sensibilité aux champs magnétiques, **caractérisé en ce qu'**au moins la surface externe dudit pivot (3) est recouverte d'une couche (5) d'un second matériau choisi parmi le groupe comprenant Ni et NiP, et de préférence NiP chimique.

2. Axe de pivotement (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**il est réalisé en un premier matériau métallique amagnétique afin de limiter sa sensibilité aux champs magnétiques, et **en ce que** sa surface externe est recouverte d'une couche d'un second matériau choisi parmi le groupe comprenant Ni et NiP, et de préférence NiP chimique.

3. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier matériau (4) métallique amagnétique est choisi parmi le groupe comprenant un acier du type austénitique, un alliage de cobalt du type austénitique, un alliage de nickel du type austénitique, un alliage de titane, un alliage d'aluminium, un laiton à base de cuivre et de zinc, un cuivre-béryllium, un Maillechort, un bronze, un bronze à l'aluminium, un cuivre-aluminium, un cuivre-nickel, un cuivre-nickel-étain, un cuivre-nickel-silicium, un cuivre-nickel-phosphore, un cuivre-titane.

4. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier matériau (4) métallique amagnétique présente une dureté inférieure à 600 HV.

5. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche (5) du second matériau présente une épaisseur comprise entre 0.5 μm et 10 μm, de préférence entre 1μm et 5 μm, et plus préférentiellement entre 1 et 2 μm.

6. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite couche (5) du second matériau présente une dureté supérieure à 400 HV, de préférence supérieure à 500 HV.

7. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier matériau (4) métallique amagnétique est un alliage cuivre-béryllium et **en ce que** ladite couche (5) du second matériau est une couche de NiP chimique.

8. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le premier matériau (4) métallique amagnétique est un alliage cuivre-nickel-étain et **en ce que** ladite couche (5) du second matériau est une couche de NiP chimique.

9. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le premier matériau (4) métallique amagnétique est un acier inoxydable et **en ce que** ladite couche (5) du second matériau est une couche de NiP chimique.

10. Mouvement pour pièce d'horlogerie, **caractérisé en ce qu'**il comprend un axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes.

11. Mouvement pour pièce d'horlogerie **caractérisé en ce qu'**il comprend un axe de balancier (1), une tige d'ancre et/ou un pignon d'échappement comprenant un axe selon l'une des revendications 1 à 9.

12. Procédé de fabrication d'un axe de pivotement (1) pour mouvement horloger comportant les étapes suivantes :

    a) former un axe de pivotement (1) comportant au moins un pivot (3) en un premier matériau (4) métallique amagnétique à au moins une de ses extrémités pour limiter sa sensibilité aux champs magnétiques;
    b) déposer une couche (5) d'un second matériau au moins sur la surface externe dudit pivot (3), ledit second matériau étant choisi parmi le groupe comprenant Ni et NiP.

13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** la couche (5) du second matériau est déposée pour présenter une épaisseur comprise entre 0.5 μm et 10 μm, de préférence entre 1 μm et 5 μm, et plus préférentiellement entre 1 μm et 2 μm.

14. Procédé selon l'une des revendications 12 et 13, **caractérisé en ce que** l'étape b) de dépôt de la couche (5) du second matériau est réalisée selon un procédé choisi parmi le groupe comprenant les dépôts PVD, CVD, ALD, galvanique et chimique.

15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en**

ce que le second matériau est du NiP et **en ce que** l'étape de dépôt de la couche (5) de NiP est réalisée selon un procédé de dépôt de nickel chimique à partir d'hypophosphite.

16. Procédé selon l'une des revendications 12 à 15, caractérisé en en ce que le second matériau est du NiP et en ce que ledit procédé comprend en outre, après l'étape b), une étape c) de traitement thermique de la couche (5) du second matériau.

Fig. 1

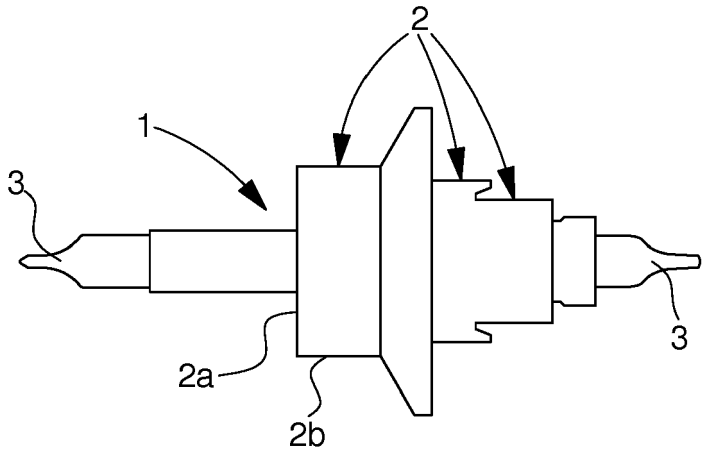


Fig. 2

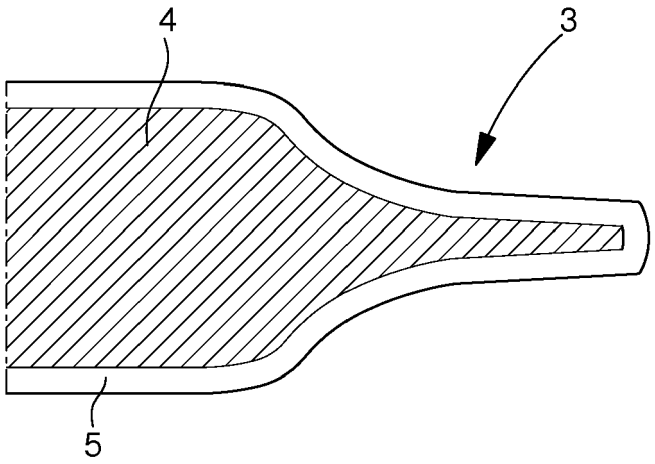
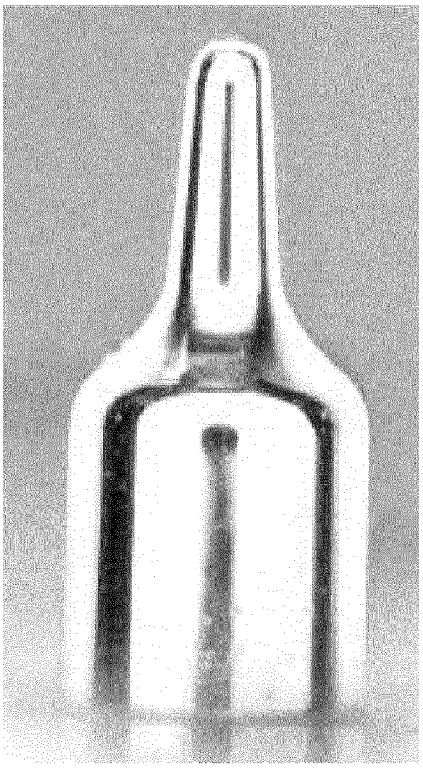


Fig. 3



Fig. 4



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 16 19 0278

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	US 3 683 616 A (STEINEMANN SAMUEL ET AL) 15 août 1972 (1972-08-15) * colonne 3, ligne 36 - colonne 4, ligne 38; revendications 1,2,4,8,11; figure 8 * & FR 2 015 873 A1 (INST REINHARD STRAUMANN) 30 avril 1970 (1970-04-30) * revendications 1,3,4,5, *	1-16	INV. G04B1/16 G04B13/02 G04B15/14 G04B17/32 G04B43/00
Y	CH 681 370 A5 (ESTOPPEY REBER S A; GET GROUPEMENT D ETUDES TECH) 15 mars 1993 (1993-03-15) * le document en entier *	1-16	
Y	EP 1 237 058 A1 (EBAUCHESFABRIK ETA AG [CH]) 4 septembre 2002 (2002-09-04) * alinéas [0008], [0009], [0015] - [0019]; figures 1,2 *	1-6,12, 14	
A	CH 514 873 A (FAR FAB ASSORTIMENTS REUNIES [CH]) 15 juillet 1971 (1971-07-15) * le document en entier *	1-16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	CH 572 374 B5 (FAR FAB ASSORTIMENTS REUNIES) 13 février 1976 (1976-02-13) * le document en entier *	6	B04B G04B
Y	EP 1 927 681 A1 (SEIKO EPSON CORP [JP]; UNIV SHINSHU [JP]) 4 juin 2008 (2008-06-04) * alinéas [0004] - [0015]; figures 4,7,8 *	1-6, 10-14	
A	EP 0 686 706 A1 (CITIZEN WATCH CO LTD [JP]) 13 décembre 1995 (1995-12-13) * page 5, ligne 38 - page 6, ligne 7 *	15	

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
La Haye	15 mars 2017	Laeremans, Bart

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 16 19 0278

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits members sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

15-03-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3683616 A	15-08-1972	CH 535989 A	30-11-1972
		CH 1246668 A4	30-11-1972
		DE 1932257 A1	19-03-1970
		FR 2015873 A1	30-04-1970
		GB 1222460 A	17-02-1971
		US 3683616 A	15-08-1972
CH 681370 A5	15-03-1993	AUCUN	
EP 1237058 A1	04-09-2002	AT 282844 T	15-12-2004
		CN 1498362 A	19-05-2004
		DE 60201978 D1	23-12-2004
		DE 60201978 T2	15-12-2005
		EP 1237058 A1	04-09-2002
		EP 1366391 A1	03-12-2003
		HK 1064452 A1	24-11-2006
		JP 2004521340 A	15-07-2004
		US 2004042349 A1	04-03-2004
		US 2007025188 A1	01-02-2007
		WO 02071159 A1	12-09-2002
CH 514873 A	15-07-1971	CH 514873 A	15-07-1971
		CH 1060769 A4	15-07-1971
		DE 2032622 A1	28-01-1971
		US 3694885 A	03-10-1972
CH 572374 B5	13-02-1976	CH 111672 A4	28-09-1973
		CH 572374 B5	13-02-1976
EP 1927681 A1	04-06-2008	EP 1927681 A1	04-06-2008
		US 2008123475 A1	29-05-2008
EP 0686706 A1	13-12-1995	CN 1116434 A	07-02-1996
		DE 69419310 D1	05-08-1999
		DE 69419310 T2	16-12-1999
		EP 0686706 A1	13-12-1995
		JP 3633621 B2	30-03-2005
		US 5985469 A	16-11-1999
		WO 9518248 A1	06-07-1995

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 2757423 A **[0007]**

Littérature non-brevet citée dans la description

- **Y. BEN AMOR et al.** Dépôt chimique de nickel, synthèse bibliographique. *Matériaux & Techniques,* 2014, vol. 102, 101 **[0060]**