

(19)



(11)

EP 3 339 968 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
02.07.2025 Bulletin 2025/27

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04B 13/02 (2006.01) G04B 1/16 (2006.01)
G04B 15/14 (2006.01) G04B 17/32 (2006.01)
G04B 43/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16205455.5**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04B 1/16; G04B 13/02; G04B 15/14; G04B 17/32; G04B 43/007

(22) Date de dépôt: **20.12.2016**

(54) PIÈCE POUR MOUVEMENT D'HORLOGERIE

BAUTEIL FÜR UHRWERK

PART FOR CLOCK MOVEMENT

(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

(74) Mandataire: **ICB SA**
Faubourg de l'Hôpital, 3
2001 Neuchâtel (CH)

(43) Date de publication de la demande:
27.06.2018 Bulletin 2018/26

(56) Documents cités:
CH-A- 338 767 CH-A2- 707 504
CH-A2- 707 505 CH-A2- 707 986
DE-A1- 102009 046 647 FR-A- 1 249 229
FR-A- 1 439 940 JP-A- 2010 209 473

(73) Titulaire: **Nivarox-FAR S.A.**
2400 Le Locle (CH)

- **ANONYMOUS: "Eloxal-Verfahren - Wikipedia", 6 October 2016 (2016-10-06), XP055381527, Retrieved from the Internet <URL:https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Eloxal-Verfahren&oldid=158514634> [retrieved on 20170614]**

(72) Inventeurs:
• **Fussinger, Alexandre**
2075 Wavre (CH)
• **Barfuss, Philippe**
2012 Auvernier (CH)

EP 3 339 968 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

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 amagnétiques.

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 amagnétiques 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'écroissage, 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 a consisté à déposer sur les axes de pivotements des couches dures de matériaux tels que le carbone amorphe connu sous la dénomination anglaise diamond like carbone (DLC). Or, on a constaté des risques importants de délamination de la couche dure et donc la formation de débris qui peuvent circuler à l'intérieur du mouvement horloger et venir perturber le fonctionnement de ce dernier, ce qui n'est pas satisfaisant.

[0008] On connaît également de la demande EP 2 757 423 des axes de pivotements réalisés en alliage de cobalt ou de nickel du type austénitique et présentant 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.

[0009] On connaît aussi le document JP2010209473A lequel divulgue un axe de pivotement pour mouvements horloger, cet axe étant en aluminium anodisé.

[0010] On connaît aussi du document CH 707986 une pièce pour l'horlogerie, caractérisée en ce qu'elle est réalisée en un alliage d'aluminium céramisé comportant entre 88 et 94% d'aluminium, entre 5 à 10% de zinc, entre 1 à 2% de magnésium, entre 0 et 0,1% de fer et entre 0 et 0,1% de silicium, éventuellement oxydé en surface. Elle peut être un pont, une platine, un spiral, un balancier, une roue, un échappement, un pignon, un mobile.

[0011] On connaît aussi du document DE 10 2009 046 647 un mécanisme horloger comprenant un composant présentant des surfaces de friction. Le composant est réalisé en aluminium ou dans un alliage d'aluminium et est recouvert d'une couche dure anodisée sur les surfaces de friction. Le revêtement comporte des pores ouverts à sa surface libre dans lesquels un lubrifiant est déposé. Le composant peut être une pièce d'entraînement mobile telle qu'une ancre ou une roue d'échappement ou une pièce d'entraînement fixe.

Résumé de l'invention

[0012] 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 une dureté améliorée compatible avec les exigences de résistance à l'usure et aux chocs dans le domaine horloger.

[0013] L'invention a encore pour but de fournir un axe de pivotement amagnétique qui puisse être fabriqué de manière simple et économique.

[0014] A cet effet, l'invention se rapporte à un axe de pivotement pour mouvement horloger tel que défini dans la revendication 1. Des réalisations préférées de cet axe sont définies dans les revendications dépendantes 2 à 7.

[0015] De plus, comme défini par les revendications dépendantes 8 et 9, 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.

[0016] Enfin, l'invention se rapporte à un procédé de fabrication d'un axe de pivotement tel que défini dans la revendication 10. Des variantes préférées sont définies dans les revendications 11 à 13.

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 ; et
- la figure 2 est une coupe partielle d'un pivot d'axe de balancier selon l'invention.

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 diamè-

tre 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 matériau 4 métallique amagnétique afin de limiter de manière avantageuse sa sensibilité aux champs magnétiques.

[0025] Selon l'invention, ledit matériau métallique amagnétique 4 est un métal léger amagnétique ou un alliage amagnétique dudit métal léger.

[0026] De préférence, ledit matériau métallique amagnétique 4 utilisé dans l'invention est choisi parmi le groupe comprenant l'aluminium, le titane, le magnésium et leurs alliages amagnétiques.

[0027] D'une manière particulièrement avantageuse, ledit matériau métallique amagnétique 4 est choisi parmi le groupe comprenant un alliage d'aluminium de la série 6000 (Al Mg Si), un alliage d'aluminium de la série 7000 avec du cuivre (Al Zn Cu), un alliage de titane Grade 5 (comprenant de 5.5 à 6.75% d'Al et 3.5 à 4.5% de V), un alliage de Mg-Zr, les proportions des différents éléments des alliages étant choisies pour leur conférer des propriétés amagnétiques ainsi qu'une bonne usinabilité. Ces alliages présentent notamment la propriété de pouvoir être décolletés et d'être appropriés pour l'anodisation.

[0028] Par exemple, un alliage particulièrement préféré est l'alliage d'aluminium EN AW 6082, l'alliage d'aluminium EN AW 7075, et l'alliage d'aluminium EN AW 7068.

[0029] 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.

[0030] Bien évidemment, d'autres alliages amagnétiques à base de métal léger sont envisageables dès lors que la proportion de leurs constituants leur confère des propriétés amagnétiques ainsi qu'une bonne usinabilité.

[0031] Le matériau métallique amagnétique à base de métal léger utilisé dans l'invention présente généralement une dureté inférieure à 250 HV, voire 100 HV. Outre l'avantage d'être amagnétique, ce matériau présente une faible inertie du fait de son faible poids.

[0032] Selon l'invention, au moins la surface externe dudit pivot 3 est recouverte d'une couche anodique d'o-

xyde dudit matériau 5, obtenue par croissance par anodisation. Cette couche d'oxyde obtenue par croissance présente une excellente adhérence au matériau de base du pivot permettant d'éviter tout délaminage ultérieur en cours d'utilisation. Ladite couche d'oxyde obtenue par croissance présente également une dureté améliorée compatible avec les exigences de résistance à l'usure et aux chocs dans le domaine horloger.

[0033] Ainsi, la couche anodique formée 5 présente une dureté supérieure à 300 HV, de préférence supérieure à 400 HV, et plus préférentiellement supérieure à 500 HV.

[0034] De plus, la couche anodique 5 formée présente une épaisseur comprise entre 2 μm et 50 μm , de préférence entre 10 μm et 30 μm .

[0035] Il est bien évident que d'autres couches n'ayant pas de fonction de durcissement peuvent être ensuite déposées sur la couche anodique 5. Ainsi, il est possible de déposer sur la couche anodique 5 une couche de lubrification par exemple

[0036] Par conséquent, au moins la surface externe du pivot 3 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, une dureté et une ténacité élevée, dans les zones de contrainte principales tout en ayant une bonne résistance à la corrosion et à la fatigue.

[0037] 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 un matériau métallique amagnétique à chacune de ses extrémités, pour limiter sa sensibilité aux champs magnétiques, ledit matériau métallique amagnétique étant un métal léger amagnétique ou un alliage amagnétique dudit métal léger;

b) soumettre au moins la surface externe dudit pivot 3 à un traitement d'anodisation afin de faire croître à ladite surface une couche anodique d'oxyde dudit matériau par anodisation pour former en surface dudit pivot 3 une couche dure au moins au niveau des zones de contraintes principales.

[0038] La couche anodique d'oxyde 5 est formée par anodisation selon l'étape b) et présente une épaisseur comprise entre 2 μm et 50 μm , de préférence entre 10 μm et 30 μm .

[0039] Avantageusement, le traitement d'anodisation de l'étape b) est un procédé d'anodisation classique ou un procédé d'oxydation micro-arcs.

[0040] L'anodisation classique est réalisée en imposant au système un courant continu. L'anodisation classique peut être de différents types et peut être réalisée par exemple en milieu oxalique ou sulfurique. Un milieu oxalique est préféré. Les différents paramètres d'anodisation classique à prendre en compte, tels la composition du bain électrolytiques, et notamment le choix et la concentration de l'acide, les conditions opératoires telles que la température de l'électrolyte, le pH, l'intensité du courant d'anodisation, pour obtenir une couche anodique d'oxyde d'épaisseur et de dureté appropriées pour l'invention, sont connus de l'homme du métier.

[0041] Des traitements d'anodisation classique pour aluminium peuvent être les suivants :

Traitement 1:

Bain 1

H_2SO_4 : 150 g/l \pm 5

Al^{3+} : 20g/l \pm 5

Température : 8°C \pm 3

Intensité de courant: 1.5 A/dm² \pm 0.5

Traitement 2 :

Bain 2

H_2SO_4 : 150 g/l \pm 10

Acide oxalique: 50g/l \pm 10

Température : 16°C \pm 2

Intensité de courant: 1 A/dm² \pm 0.5

[0042] Des traitements d'anodisation classique pour le titane sont réalisés conformément à la norme AMS 2488 avec une anodisation alcaline. L'épaisseur de la couche anodique est de 3 μm environ.

[0043] L'oxydation micro-arcs (OMA) est un procédé électrolytique de surface basé sur le principe de l'anodisation classique tout en se différenciant de cette dernière tant par l'alimentation électrique que par la nature de l'électrolyte. Elle fait apparaître à la surface du matériau des micro-décharges plasmas au cours du traitement. Les procédés d'oxydation par plasma électrolytique sont en général réalisés dans des bains alcalins faiblement concentrés avec des densités de courant généralement inférieures à 1 A/cm² et des tensions supérieures à 200 V. L'homme du métier sait choisir les paramètres relatifs notamment à la source d'alimentation électrique, à savoir le mode de courant (densité, fréquence et forme d'onde du courant), la densité de charge et la densité de courant, et aux électrolytes notamment à base aqueuse (composition et concentration) pour obtenir une couche anodique d'oxyde d'épaisseur et de dureté appropriées pour l'invention.

[0044] Le procédé selon l'invention peut comprendre une étape de traitement de surface préliminaire nécessaire pour nettoyer les axes avant de les soumettre à l'anodisation.

[0045] L'axe de pivotement selon l'invention peut comprendre des pivots traités selon l'invention en ap-

pliquant l'étape b) aux seuls pivots ou être réalisé entièrement en un matériau métallique amagnétique à base de métal léger, sa surface externe pouvant être recouverte entièrement d'une couche anodique d'oxyde dudit matériau en appliquant l'étape b) sur la totalité des surfaces de l'axe de pivotement.

[0046] Le procédé selon l'invention peut comprendre en outre, après l'étape b), une étape c) de traitement de finition. Le traitement de finition peut être une opération de roulage ou de polissage afin d'atteindre l'état de surface final désiré pour les pivots 3. Dans le cas particulier de l'oxydation micro-arcs, le traitement de finition peut être une opération de rôdage afin d'éliminer la couche poreuse de surface.

[0047] L'exemple suivant illustre la présente invention sans toutefois en limiter la portée.

[0048] Des axes de balancier en aluminium 6082 sont réalisés d'une manière connue et traités selon le procédé de l'invention selon le traitement d'anodisation classique 1 :

Bain 1:

H_2SO_4 : 150 g/l \pm 5

Al^{3+} : 20g/l \pm 5

Température : 8°C \pm 3

Intensité de courant: 1.5 A/dm² \pm 0.5

[0049] Après traitement d'anodisation classique, l'axe de balancier en aluminium 6082 est recouvert d'une couche anodique d'oxyde d'aluminium d'épaisseur 5,8 μ m. La dureté à cœur est mesurée à 119 HV0.01. La dureté dans la couche anodique d'oxyde est mesurée à 695 HV0.01. On obtient un axe de balancier en métal léger (aluminium) cumulant les avantages d'une faible sensibilité aux champs magnétiques, une dureté et une ténacité élevée, dans les zones de contrainte principales tout en ayant une bonne résistance à la corrosion et à la fatigue.

Revendications

1. Axe de pivotement (1) pour mouvement horloger comportant au moins un pivot (3) en un matériau métallique amagnétique (4) à au moins une de ses extrémités afin de limiter sa sensibilité aux champs magnétiques, ledit matériau métallique amagnétique (4) est un métal léger amagnétique ou un alliage amagnétique dudit métal léger, **caractérisé en ce qu'**au moins la surface externe dudit pivot (3) est recouverte d'une couche anodique d'oxyde dudit matériau (5) présentant une épaisseur comprise entre 2 μ m et 50 μ m et une dureté supérieure à 300 HV.
2. Axe de pivotement (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**il est réalisé en un matériau métallique amagnétique, ledit matériau métallique

amagnétique étant un métal léger amagnétique ou un alliage amagnétique dudit métal léger afin de limiter sa sensibilité aux champs magnétiques, et **en ce que** sa surface externe est recouverte d'une couche anodique d'oxyde dudit matériau.

3. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau métallique amagnétique (4) est choisi parmi le groupe comprenant l'aluminium, le titane, le magnésium et leurs alliages amagnétiques.
4. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau métallique amagnétique (4) présente une dureté inférieure à 250 HV.
5. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche anodique d'oxyde (5) présente une épaisseur comprise entre 10 μ m et 30 μ m.
6. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite couche anodique d'oxyde (5) présente une dureté supérieure à 400 HV, et plus préférentiellement supérieure à 500 HV.
7. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau métallique amagnétique (4) est choisi parmi le groupe comprenant un alliage d'aluminium de la série 6000, un alliage d'aluminium de la série 7000 avec du cuivre, un alliage de Titane Grade 5, et un alliage Mg-Zr.
8. Mouvement pour pièce d'horlogerie, **caractérisé en ce qu'**il comprend un axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes.
9. 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 7.
10. 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 matériau métallique amagnétique (4) à au moins une de ses extrémités pour limiter sa sensibilité aux champs magnétiques, ledit matériau métallique amagnétique (4) étant un métal léger amagnétique ou un alliage amagnétique dudit métal léger ;
 - b) soumettre au moins la surface externe dudit pivot (3) à un traitement d'anodisation afin de

faire croître à ladite surface une couche anodique d'oxyde dudit matériau (5) par anodisation de manière à obtenir une couche anodique d'oxyde (5) présentant une épaisseur comprise entre 2 µm et 50 µm et une dureté supérieure à 300 HV.

11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la couche anodique d'oxyde (5) présente une épaisseur comprise entre 10 µm et 30 µm.
12. Procédé selon l'une des revendications 10 et 11, **caractérisé en ce que** le traitement d'anodisation de l'étape b) est un procédé d'anodisation classique ou un procédé d'oxydation micro-arcs.
13. Procédé selon l'une des revendications 10 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, après l'étape b), une étape c) de traitement de finition.

Patentansprüche

1. Drehachse (1) für ein Uhrwerk, umfassend mindestens einen Zapfen (3) aus einem unmagnetischen Metallmaterial (4) an mindestens einem seiner Enden, um seine Empfindlichkeit gegenüber Magnetfeldern zu verringern, wobei das unmagnetische Metallmaterial (4) ein leichtes unmagnetisches Metall oder eine unmagnetische Legierung dieses leichten Metalls ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest die Außenfläche des Zapfens (3) mit einer anodischen Oxidschicht aus dem genannten Material (5) überzogen ist, die eine Dicke zwischen 2 µm und 50 µm sowie eine Härte von mehr als 300 HV aufweist.
2. Drehachse (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie aus einem unmagnetischen Metallmaterial gefertigt ist, wobei dieses unmagnetische Metallmaterial ein leichtes unmagnetisches Metall oder eine unmagnetische Legierung dieses leichten Metalls ist, um ihre Empfindlichkeit gegenüber Magnetfeldern zu verringern, und dass ihre Außenfläche mit einer anodischen Oxidschicht aus dem genannten Material überzogen ist.
3. Drehachse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das unmagnetische Metallmaterial (4) aus der Gruppe ausgewählt ist, die Aluminium, Titan, Magnesium und deren unmagnetische Legierungen umfasst.
4. Drehachse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das unmagnetische Metallmaterial (4) eine Härte von weniger als 250 HV aufweist.
5. Drehachse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die anodische Oxidschicht (5) eine Dicke zwischen 10 µm und 30 µm aufweist.
6. Drehachse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die anodische Oxidschicht (5) eine Härte von mehr als 400 HV aufweist und vorzugsweise mehr als 500 HV beträgt.
7. Drehachse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das unmagnetische Metallmaterial (4) aus der Gruppe ausgewählt ist, die eine Aluminiumlegierung der Serie 6000, eine Aluminiumlegierung der Serie 7000 mit Kupfer, eine Titanlegierung der Güteklasse 5 und eine Mg-Zr-Legierung umfasst.
8. Uhrwerk, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Drehachse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.
9. Uhrwerk, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Unruhwellen (1), eine Ankergabel und/oder ein Hemmungsrads mit einer Achse gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 umfasst.
10. Verfahren zur Herstellung einer Drehachse (1) für ein Uhrwerk, umfassend die folgenden Schritte:
 - a) Ausbilden einer Drehachse (1), die an mindestens einem ihrer Enden einen Zapfen (3) aus einem unmagnetischen Metallmaterial (4) aufweist, um ihre Empfindlichkeit gegenüber Magnetfeldern zu verringern, wobei das unmagnetische Metallmaterial (4) ein leichtes unmagnetisches Metall oder eine unmagnetische Legierung dieses Metalls ist;
 - b) Unterziehen mindestens der Außenfläche des genannten Zapfens (3) einer Anodisationsbehandlung, um durch Anodisierung auf dieser Oberfläche eine anodische Oxidschicht aus dem genannten Material (5) auszubilden, wobei diese Oxidschicht (5) eine Dicke zwischen 2 µm und 50 µm und eine Härte von mehr als 300 HV aufweist.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die anodische Oxidschicht (5) eine Dicke zwischen 10 µm und 30 µm aufweist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anodisationsbehandlung gemäß Schritt b) ein klassisches Anodisationsverfahren oder ein Mikrolichtbogen-Oxidationsverfahren ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** es nach Schritt b) außerdem einen Schritt c) zur Endbearbeitung umfasst.

Claims

1. Pivot arbor (1) for a timepiece movement comprising at least one pivot (3) made of a non-magnetic metal material (4), at at least one of the ends thereof, to limit the sensitivity thereof to magnetic fields, said non-magnetic metal material (4) is a non-magnetic light metal or a non-magnetic alloy of said light metal, **characterized in that** at least the external surface of said pivot (3) is coated with an anodic oxide layer of said material (5) having a thickness comprised between 2 μm and 50 μm and a hardness greater than 300 HV.
2. Pivot arbor (1) according to claim 1, **characterized in that** the arbor is made of a non-magnetic metal material, said non-magnetic metal material being a non-magnetic light metal or a non-magnetic alloy of said light metal in order to limit the sensitivity thereof to magnetic fields, and **in that** the external surface thereof is coated with an anodic oxide layer of said material.
3. Pivot arbor (1) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the non-magnetic metal material (4) is chosen from the group comprising aluminium, titanium, magnesium and their non-magnetic alloys.
4. Pivot arbor (1) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the non-magnetic metal material (4) has a hardness of less than 250 HV.
5. Pivot arbor (1) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the anodic oxide layer (5) has a thickness comprised between 10 μm and 30 μm .
6. Pivot arbor (1) according to any of the preceding claims, **characterized in that** said anodic oxide layer (5) has a hardness greater than 400 HV, and more preferentially greater than 500 HV.
7. Pivot axis (1) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the non-magnetic metal material (4) is chosen from the group comprising a 6000-series aluminium alloy, a 7000-series aluminium alloy with copper, a Grade 5 titanium alloy, and an Mg-Zr alloy.
8. Movement for a timepiece **characterized in that** the

movement comprises a pivot arbor (1) according to any of the preceding claims.

9. Movement for a timepiece **characterized in that** the movement comprises a balance staff (1), a pallet staff and/or an escape pinion comprising an arbor according to any of claims 1 to 7.
10. Method for manufacturing a pivot arbor (1) for a timepiece movement comprising the following steps:
- a) forming a pivot arbor (1) comprising at least one pivot (3) made of a non-magnetic metal material (4), at at least one of the ends thereof, to limit the sensitivity thereof to magnetic fields, said non-magnetic metal material (4) being a non-magnetic light metal or a non-magnetic alloy of said light metal;
- b) subjecting at least the external surface of said pivot (3) to an anodizing treatment to grow on said surface an anodic oxide layer of said material (5) by anodization in order to obtain an anodic oxide layer with a thickness comprised between 2 μm and 50 μm and a hardness greater than 300 HV.
11. Method according to claim 10, **characterized in that** the anodic oxide layer (5) has a thickness comprised between 10 μm and 30 μm .
12. Method according to any of claims 10 and 11, **characterized in that** the anodizing treatment of step b) is a conventional anodizing process or a micro arc oxidation process.
13. Method according to any of claims 10 to 12, **characterized in that** after step b), the method also comprises a finishing treatment step c).

Fig. 1

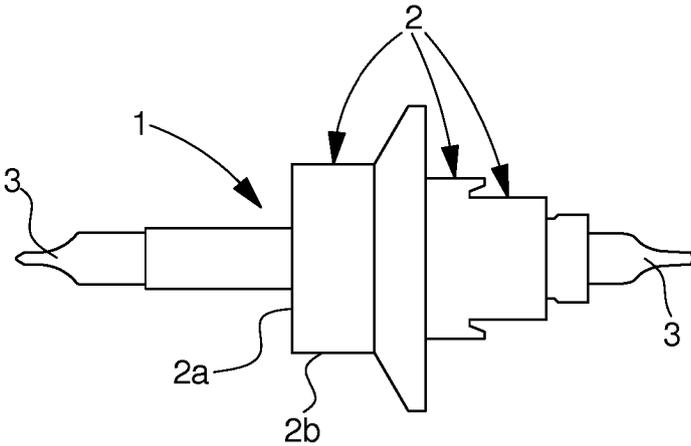
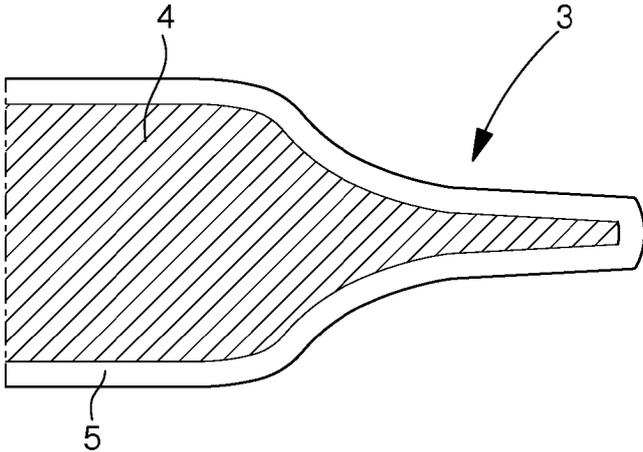


Fig. 2



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 [0008]
- JP 2010209473 A [0009]
- CH 707986 [0010]
- DE 102009046647 [0011]