



(11) **EP 4 075 205 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
11.12.2024 Bulletin 2024/50

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04B 15/14 (2006.01) G04B 17/22 (2006.01)
G04B 17/26 (2006.01) G04B 43/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **21168779.3**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04B 15/14; G04B 17/227; G04B 17/26;
G04B 43/007

(22) Date de dépôt: **16.04.2021**

(54) **PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN MOBILE D'HORLOGERIE ET MOBILE D'HORLOGERIE
OBTENU PAR SA MISE EN OEUVRE**

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER UHRENTRIEBFEDER UND DURCH DIESES
VERFAHREN ERHALTENE UHRENTRIEBFEDER

METHOD FOR MANUFACTURING A TIMEPIECE MOBILE AND TIMEPIECE MOBILE OBTAINED
BY IMPLEMENTING SAME

(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

(43) Date de publication de la demande:
19.10.2022 Bulletin 2022/42

(73) Titulaire: **ETA SA Manufacture Horlogère Suisse**
2540 Grenchen (CH)

(72) Inventeurs:
• **NICOUD, Serge**
2108 Couvet (CH)

• **RODER, Sébastien**
2502 Bienne (CH)

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

(56) Documents cités:
EP-A1- 1 927 648 EP-A1- 3 432 079
CH-A- 514 873 CH-A2- 707 562
CH-B1- 698 230

EP 4 075 205 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).

DescriptionDomaine technique de l'invention

[0001] L'invention appartient au domaine des composants de micromécanique, et plus précisément celui des mobiles d'horlogerie, notamment des mécanismes d'échappement comportant au moins une roue d'échappement et au moins une ancre, dont au moins l'un d'eux est à caractère amagnétique.

[0002] L'invention concerne en particulier un procédé de fabrication d'un composant de micromécanique, notamment d'un mobile d'horlogerie.

Arrière-plan technologique

[0003] Les mécanismes d'échappement d'horlogerie à ancre de l'état de la technique comprennent généralement des roues d'échappement réalisées en acier nickelé. Ces roues d'échappement sont sensibles aux champs magnétiques.

[0004] Pour résoudre les inconvénients résultants de cette sensibilité aux champs magnétiques, des roues d'échappement ont été développées avec des matériaux ayant un comportement amagnétique, comme le nickel-phosphore (NiP12) mis en oeuvre notamment par procédé dit « LIGA » (de l'allemand « Röntgenlithographie, Galvanoformung, Abformung » signifiant en langue française « lithographie, galvanisation, formage »).

[0005] Toutefois l'emploi de tels matériaux peut se révéler sensible dans certaines conditions climatiques, dans la mesure où ils sont susceptibles d'entraîner une dégradation des performances, notamment en termes de régularité d'amplitude, d'arrêts, ou encore de vieillissement.

[0006] Cette dégradation des performances est d'autant plus importante quand deux composants antagonistes coopérant l'un avec l'autre de sorte à produire un couple de frottement sont réalisés dans des matériaux LIGA similaires.

[0007] En particulier, il est capital de prévenir toute pollution de l'ancre, notamment de la fourchette d'ancre, et d'assurer la présence de lubrifiant sur les surfaces de contact de la roue d'échappement et de l'ancre, en particulier, le contact entre la levée en rubis de l'ancre et la dent de la roue d'échappement, afin de limiter le vieillissement de la roue d'échappement et de l'ancre.

[0008] Le problème principal est la perte d'effet épilame sur la planche de la roue d'échappement, qui provoque un étalement de l'huile et une perte de lubrification au contact entre la dent de la roue et la levée en rubis.

[0009] La stabilité de la lubrification au contact entre les levées de l'ancre et la roue d'échappement doit permettre de garantir la constance de l'amplitude.

[0010] Le document CH698230 traite du problème des frottements des pièces en mouvement dans un mouvement horloger, mais n'aborde pas notamment les problèmes liés au magnétisme ou de la sensibilité des

matériaux dans certaines conditions climatiques.

Résumé de l'invention

[0011] L'invention se propose de résoudre le problème technique de la tenue du lubrifiant horloger habituel, et plus particulièrement de garantir un effet épilame, dans toutes conditions climatiques, sur des composants en LIGA NiP12, ou similaire, non ferromagnétique, en particulier sur des ancres et des roues d'échappement à ancre suisse.

[0012] À cet effet, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un mobile d'horlogerie, comprenant les étapes successives de :

- dépôt d'une première couche mince avec un premier matériau comportant au moins du nickel, selon une forme géométrique dont la périphérie définit le contour de la géométrie du mobile d'horlogerie,
- dépôt d'une couche intermédiaire, avec un second matériau comportant au moins du nickel et du phosphore, de sorte à recouvrir une face de la première couche mince et de sorte à présenter une forme géométrique dont la périphérie correspond à celle de la forme géométrique de la première couche mince,
- dépôt d'une seconde couche mince avec le premier matériau, de sorte à recouvrir une face de la couche intermédiaire et de sorte à présenter une forme géométrique dont la périphérie correspond à celle de la forme géométrique de la première couche mince.

[0013] La première et la seconde couche mince sont plus pauvres en phosphore que la couche intermédiaire, ou sont dépourvues de phosphore.

[0014] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, l'invention peut comporter en outre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles.

[0015] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, la couche intermédiaire est superposée à la première couche mince et la seconde couche mince est superposée à la couche intermédiaire, respectivement au niveau d'au moins une face d'interface contiguë à au moins une face de frottement du mobile d'horlogerie destinée à être au contact d'un autre composant d'horlogerie.

[0016] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, les étapes de dépôt de la première couche mince, de la couche intermédiaire et de la seconde couche mince sont mises en oeuvre par LIGA.

[0017] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, le second matériau est constitué uniquement de nickel et de phosphore.

[0018] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, le second matériau présente une proportion en masse de phosphore comprise entre 1% et 15%.

[0019] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre,

le second matériau est réalisé en NiP12.

[0020] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, le premier matériau comportant uniquement du nickel pur, ou bien uniquement du nickel et du phosphore.

[0021] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, le premier matériau comprend une proportion en masse de phosphore inférieure ou égale à 9%.

[0022] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, le premier matériau comprend une proportion en masse de phosphore comprise entre 6% et 9 %.

[0023] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, le premier matériau comprend une proportion en masse de phosphore comprise entre 1% et 6 %.

[0024] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, le premier matériau comprend une proportion en masse de phosphore comprise entre 0% et 1 %.

[0025] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, le premier matériau comprend du bore.

[0026] Le bore permet aux première et seconde couches de présenter de meilleures propriétés tribologique et de dureté.

[0027] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, le premier matériau est constitué uniquement de nickel et de bore.

[0028] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, le premier matériau présente une épaisseur comprise entre 0.2 micromètre et 10 micromètres.

[0029] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, un traitement thermique est appliqué à un ensemble formé par la première couche mince, la couche intermédiaire et la seconde couche mince, à une température comprise entre 100°C et 500°C, pendant 1 à 8 heures.

[0030] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, le procédé est appliqué à la fabrication d'un mobile d'échappement qui est une roue d'échappement ou une ancre.

[0031] Dans des modes particuliers de mise en oeuvre, la première couche mince, la couche intermédiaire et la seconde couche mince sont déposées de sorte que le mobile d'horlogerie formé comporte, dans le sens et dans la direction de croissance de dépôt desdites couches, un gradient de concentration de phosphore défini par une croissance progressive à travers la première couche mince, un état stable à travers la couche intermédiaire et une décroissance à travers la seconde couche mince.

[0032] Selon un autre objet, la présente invention concerne un mobile d'horlogerie fabriqué par la mise en oeuvre du procédé décrit précédemment, et comprenant une couche intermédiaire interposée entre une première couche mince et une seconde couche mince, lesdites couches mince étant réalisées dans un premier matériau comportant au moins du nickel, la couche intermédiaire étant réalisée dans second matériau comportant au moins du nickel et du phosphore, la première et la seconde couche mince étant plus pauvres en phosphore que la couche intermédiaire, ou étant dépourvues de phosphore.

[0033] Dans des modes particuliers de réalisation, le

mobile d'horlogerie constitue une roue d'échappement ou une ancre.

Brève description des figures

[0034] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée suivante donnée à titre d'exemple nullement limitatif, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement une vue de section d'un mobile d'horlogerie obtenu par la mise en oeuvre du procédé de fabrication d'un mobile d'horlogerie selon l'invention ;
- la figure 2 représente un logigramme illustrant les étapes du procédé de fabrication d'un mobile d'horlogerie selon l'invention.

[0035] On note que les figures ne sont pas à l'échelle.

Description détaillée de l'invention

[0036] La présente invention concerne notamment un procédé de fabrication d'un mobile d'horlogerie dont les étapes sont représentées par le logigramme de la figure 2.

[0037] Le procédé de fabrication comprend les étapes successives de :

- dépôt 101 d'une première couche mince 11, ou d'un substrat, avec un premier matériau comportant au moins du nickel, selon une forme géométrique dont la périphérie définit le contour de la géométrie du mobile d'horlogerie, l'épaisseur de ladite première couche mince 11 étant inférieure à 5 micromètres,
- dépôt 102 d'une couche intermédiaire 12, avec un second matériau comportant au moins du nickel et du phosphore, de sorte à recouvrir une face de la première couche mince 11, et de sorte à présenter une forme géométrique dont la périphérie correspond à celle de la forme géométrique de la première couche mince
- dépôt 103 d'une seconde couche mince 13 avec le premier matériau, de sorte à recouvrir une face de la couche intermédiaire 12 et de sorte à présenter une forme géométrique dont la périphérie correspond à celle de la forme géométrique de la première couche mince 11.

[0038] L'épaisseur de ladite seconde couche mince 13 est sensiblement égale à l'épaisseur de la première couche mince 11, comme le montre le mobile d'horlogerie représenté schématiquement sur la figure 1, la somme desdites épaisseurs étant plusieurs fois inférieure à celle de la couche intermédiaire 12.

[0039] Préférentiellement, la périphérie de la forme géométrique de la première couche 11 mince définit le contour de la géométrie d'une roue d'échappement ou d'une ancre, de sorte que le mobile d'horlogerie 10 obtenu par la mise en oeuvre du procédé selon la présente invention soit une roue d'échappement ou une ancre, ou encore les palettes d'une ancre.

[0040] Préférentiellement, la première et la seconde couche mince 11 et 13 et la couche intermédiaire 12 sont déposées selon un procédé LIGA, selon une direction de croissance de dépôt prédéfinie, perpendiculaire à un plan dans lequel s'étend la forme géométrique de la première couche mince 11.

[0041] Préférentiellement, la première et la seconde couche mince 11 et 13 et la couche intermédiaire 12 sont configurées pour présenter des propriétés amagnétiques.

[0042] Il y a lieu de noter que le premier matériau et le second matériau ne sont pas forcément amagnétiques, c'est dans ce cas, la faible épaisseur de chaque couche qui confère à la pièce son caractère amagnétique.

[0043] Dans un exemple de réalisation de l'invention, la première et la seconde couche mince 11 et 13 peuvent être réalisées en nickel par voie galvanique. Alternativement, elles peuvent être réalisées en un alliage de nickel par voie galvanique, par exemple, Ni-Fe, ou Ni-W, ou autre.

[0044] En alternative, le dépôt de la première et de la seconde couche mince 11 et 13 peut être réalisé par voie chimique, selon un procédé d'application de nickel chimique, par exemple un nickel pur, un nickel-phosphore pauvre en phosphore, par exemple NiP6-9, avec de 6% à 9% en masse de phosphore, avec une proportion en masse de phosphore comprise entre 0% et 1% ou entre 1% et 6%, ou bien encore un nickel-bore (NiB).

[0045] La première et la seconde couche mince 11 et 13 sont avantageusement plus pauvres en phosphore que la couche intermédiaire 12, ou sont dépourvues de phosphore.

[0046] Grâce à cette caractéristique, l'invention permet d'augmenter la stabilité de l'épilame en conditions climatiques usuelles, d'augmenter l'accroche de l'épilame, et donc la tenue de n'importe quel lubrifiant horloger usuel.

[0047] Ainsi, la présente invention permet d'améliorer grandement les performances des mouvements.

[0048] En effet, il a été démontré par différents tests que ces effets sur l'épilame sont obtenus quand la quantité de phosphore en surface est réduite.

[0049] Dans un exemple de réalisation de l'invention, la première couche mince 11 et la seconde couche mince 13 présentent chacune une épaisseur inférieure à 10 micromètres, et particulièrement comprise entre 0.2 micromètre et 5 micromètres, et, préférentiellement comprise entre 0.2 micromètre et 2 micromètres.

[0050] Dans un exemple de réalisation de l'invention, la couche intermédiaire 12 est d'au moins 100 micromètres.

[0051] Dans un exemple particulier de réalisation de l'invention, la couche intermédiaire 12 est réalisée en nickel-phosphore de formulation NiPx, avec x compris entre 1 % et 15% en masse, ou plus particulièrement avec x compris entre 10% et 15% en masse, cette dernière plage permettant de garantir le caractère amagnétique du revêtement.

[0052] Préférentiellement, la couche intermédiaire 12 est réalisée en NiP12.

[0053] La couche intermédiaire 12 peut être constituée uniquement de nickel et de phosphore. En outre, elle peut être réalisée par voie galvanique ou par voie chimique.

[0054] Il est possible d'appliquer un traitement thermique au mobile d'horlogerie 10 formé par l'ensemble des couches.

[0055] Plus particulièrement, le traitement thermique peut consister à soumettre un ensemble formé par la première couche mince 11, la couche intermédiaire 12, et la seconde couche mince 13, à une température comprise entre 100°C et 500°C, pendant 1 à 8 heures.

[0056] Alternativement ou additionnellement, il est envisageable d'appliquer un traitement chimique à la surface de la première couche mince 11 et à la surface de la couche intermédiaire 12 pour modifier ses caractéristiques d'état de surface de façon à faciliter l'accroche de la couche suivante, c'est-à-dire de la couche intermédiaire 12 ou de la seconde couche mince 13. Ce traitement chimique peut notamment être réalisé par voie galvanique.

[0057] Le procédé selon l'invention est mis en oeuvre par LIGA.

[0058] L'invention permet de garantir des conditions de vieillissement normal du mobile d'horlogerie 10, une constance de l'amplitude, et l'absence d'arrêt.

[0059] Comme le montre la figure 1, la couche intermédiaire 12 est superposée à la première couche mince 11 et la seconde couche mince 13 est superposée à la couche intermédiaire 12, respectivement au niveau d'au moins une face dite « face d'interface » 14, contiguë à au moins une face de contact dite « face de frottement » 15 du mobile d'horlogerie 10 destinée à être au contact d'un autre mobile ou composant d'horlogerie. La ou les faces de frottement 15 peuvent également constituer les surfaces de guidage du mobile d'horlogerie 10 pour son pivotement ou pour son guidage selon un degré de liberté unique.

[0060] Autrement dit, la ou les faces de frottement 15 correspond à la section droite des première et seconde couches minces 11 et 13 et de la couche intermédiaire 12. Préférentiellement, le mobile d'horlogerie 10 comporte plusieurs faces de frottement 15.

[0061] Ainsi, les faces de frottement 15 sont avantageusement constituées en majorité du second matériau dans la mesure où la somme des épaisseurs de la première et de la seconde couche mince 11 et 13 est relativement faible par rapport à l'épaisseur de la couche intermédiaire 12, par exemple d'un facteur d'au maxi-

mum un dixième.

[0062] Cette caractéristique est avantageuse dans la mesure où le frottement est réalisé sur une surface constituée principalement en nickel-phosphore, qui présente de bonnes propriétés tribologique.

[0063] La première et la seconde couche mince 11 et 13 présentent également des faces opposées l'une à l'autre constituant des faces d'extrémités 16 du mobile d'horlogerie 10.

[0064] Un autre avantage du procédé selon la présente invention réside dans le fait d'obtenir un mobile d'horlogerie monobloc, ce qui, comparativement à d'éventuels procédés de fabrication de l'art antérieur, permet de s'affranchir d'une étape de dépôt d'un revêtement.

[0065] Il a été décrit précédemment un exemple de réalisation de l'invention dans lequel la première couche mince 11, la couche intermédiaire 12 et la seconde couche mince 13 présentent chacune une concentration unique de phosphore.

[0066] Toutefois, il peut être envisagé dans un autre exemple de réalisation de l'invention, que la première couche mince 11, la couche intermédiaire 12 et la seconde couche mince 13 sont déposées de sorte que le mobile d'horlogerie 10 formé comporte, dans le sens et la direction de croissance de dépôt desdites couches, un gradient de concentration de phosphore défini par exemple par une croissance progressive à travers la première couche mince 11, un état stable à travers la couche intermédiaire 12 et une décroissance progressive à travers la seconde couche mince 13.

[0067] Le gradient de concentration comprend les valeurs de concentration de phosphore précitées dans la présente description.

[0068] À titre d'exemple, la concentration de phosphore peut évoluer d'une valeur nulle dans la face d'extrémité 16 de la première couche mince 11 jusqu'à un maximum de 12% en masse au sein de la couche intermédiaire 12, puis décroître de sorte à atteindre une valeur nulle dans la face d'extrémité 16 de la seconde couche mince 13.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un mobile d'horlogerie (10), comprenant les étapes successives de :

- dépôt 101 d'une première couche mince (11) avec un premier matériau comportant au moins du nickel, selon une forme géométrique dont la périphérie définit le contour de la géométrie du mobile d'horlogerie (10),

- dépôt 102 d'une couche intermédiaire (12), avec un second matériau comportant au moins du nickel et du phosphore, de sorte à recouvrir une face de la première couche mince (11) et de sorte à présenter une forme géométrique dont la périphérie correspond à celle de la forme géométrique de la première couche mince (11),

- dépôt 103 d'une seconde couche mince (13) avec le premier matériau, de sorte à recouvrir une face de la couche intermédiaire (12) et de sorte à présenter une forme géométrique dont la périphérie correspond à celle de la forme géométrique de la première couche mince (11),
- la première et la seconde couche mince (11, 13) étant plus pauvres en phosphore que la couche intermédiaire (12), ou étant dépourvues de phosphore.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la couche intermédiaire (12) est superposée à la première couche mince (11) et la seconde couche mince (13) est superposée à la couche intermédiaire (12), respectivement au niveau d'au moins une face d'interface (14) contiguë à au moins une face de frottement (15) du mobile d'horlogerie (10) destinée à être au contact d'un autre composant d'horlogerie.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel les étapes de dépôt 101, 102 et 103 de la première couche mince (11), de la couche intermédiaire (12) et de la seconde couche mince (13) sont mises en oeuvre par LIGA.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le second matériau est constitué uniquement de nickel et de phosphore.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel le second matériau présente une proportion en masse de phosphore comprise entre 1% et 15%.

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel le second matériau est réalisé en NiP12.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le premier matériau comportant uniquement du nickel pur, ou bien uniquement du nickel et du phosphore.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel le premier matériau comprend une proportion en masse de phosphore inférieure ou égale à 9%.

9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel le premier matériau comprend une proportion en masse de phosphore comprise entre 6% et 9%.

10. Procédé selon la revendication 8, dans lequel le premier matériau comprend une proportion en masse de phosphore comprise entre 1% et 6%.

11. Procédé selon la revendication 8, dans lequel le premier matériau comprend une proportion en masse de phosphore comprise entre 0% et 1%.

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel le premier matériau comprend du bore.
13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel le premier matériau est constitué uniquement de nickel et de bore. 5
14. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, dans lequel le premier matériau présente une épaisseur comprise entre 0.2 micromètre et 10 micromètres. 10
15. Procédé selon l'une des revendications 1 à 14, dans lequel un traitement thermique est appliqué à un ensemble formé par la première couche mince (11), par la couche intermédiaire (12) et la seconde couche mince (13), à une température comprise entre 100°C et 500°C, pendant 1 à 8 heures. 15
16. Procédé selon l'une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce qu'il** est appliqué à la fabrication d'un mobile d'échappement qui est une roue d'échappement ou une ancre. 20
17. Procédé selon l'une des revendications 1 à 16, dans lequel la première couche mince (11), la couche intermédiaire (12) et la seconde couche mince (13) sont déposées de sorte que le mobile d'horlogerie (10) formé comporte, dans le sens et dans la direction de croissance de dépôt desdites couches, un gradient de concentration de phosphore défini par une croissance progressive à travers la première couche mince (11), un état stable à travers la couche intermédiaire (12) et une décroissance à travers la seconde couche mince (13). 25 30
18. Mobile d'horlogerie (10) fabriqué par la mise en oeuvre d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 17, comprenant une couche intermédiaire (12) interposée entre une première couche mince (11) et une seconde couche mince (13), lesdites couches mince (11, 13) étant réalisées dans un premier matériau comportant au moins du nickel, la couche intermédiaire (12) étant réalisée dans second matériau comportant au moins du nickel et du phosphore, la première et la seconde couche mince (11, 13) étant plus pauvres en phosphore que la couche intermédiaire (12), ou étant dépourvues de phosphore. 35 40 45
19. Mobile d'horlogerie (10) selon la revendication 18, constituant une roue d'échappement ou une ancre. 50
- Patentansprüche**
1. Verfahren zur Herstellung eines Drehteils für Uhrmacherei (10), die aufeinanderfolgenden Schritte umfassend, zum:
- Abscheiden 101 einer ersten Dünnschicht (11) mit einem ersten Werkstoff, der mindestens Nickel beinhaltet, gemäß einer geometrischen Form, deren Umfang die Kontur der Geometrie des Drehteils für Uhrmacherei (10) definiert,
 - Abscheiden 102 einer Zwischenschicht (12), mit einem zweiten Werkstoff, der mindestens Nickel und Phosphor beinhaltet, um eine Seite der ersten Dünnschicht (11) zu bedecken und um eine geometrische Form aufzuweisen, deren Umfang jenem der geometrischen Form der ersten Dünnschicht (11) entspricht,
 - Abscheiden 103 einer zweiten Dünnschicht (13) mit dem ersten Werkstoff, um eine Seite der Zwischenschicht (12) zu bedecken und um eine geometrische Form aufzuweisen, deren Umfang jenem der geometrischen Form der ersten Dünnschicht (11) entspricht,
 - wobei die erste und die zweite Dünnschicht (11, 13) phosphorärmer als die Zwischenschicht (12) sind oder mit keinem Phosphor versehen sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Zwischenschicht (12) der ersten Dünnschicht (11) überlagert wird und die zweite Dünnschicht (13) der Zwischenschicht (12) überlagert wird, jeweils im Bereich von mindestens einer Schnittstellenseite (14), die an mindestens eine Reibseite (15) des Drehteils für Uhrmacherei (10) angrenzt, die dazu bestimmt ist, mit einer anderen Komponente für Uhrmacherei in Kontakt zu stehen.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Abscheideschritte 101, 102 und 103 der ersten Dünnschicht (11), der Zwischenschicht (12) und der zweiten Dünnschicht (13) durch LIGA durchgeführt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der zweite Werkstoff nur aus Nickel und Phosphor besteht.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der zweite Werkstoff einen Massenanteil an Phosphor aufweist, der zwischen 1 % und 15 % liegt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der zweite Werkstoff aus NiP12 hergestellt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der erste Werkstoff nur reines Nickel oder aber nur Nickel und Phosphor beinhaltet.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der erste Werkstoff einen Massenanteil an Phosphor kleiner oder gleich 9 % umfasst.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der erste Werk-

stoff einen Massenanteil an Phosphor umfasst, der zwischen 6 % und 9 % liegt.

10. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der erste Werkstoff einen Massenanteil an Phosphor umfasst, der zwischen 1 % und 6 % liegt.

11. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der erste Werkstoff einen Massenanteil an Phosphor umfasst, der zwischen 0 % und 1 % liegt.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der erste Werkstoff Bor umfasst.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei der erste Werkstoff nur aus Nickel und Bor besteht.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der erste Werkstoff eine Dicke aufweist, die zwischen 0,2 Mikrometern und 10 Mikrometern liegt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei eine Wärmebehandlung auf eine Einheit, die aus der ersten Dünnschicht (11), der Zwischenschicht (12) und der zweiten Dünnschicht (13) gebildet wird, bei einer Temperatur, die zwischen 100°C und 500°C liegt, 1 bis 8 Stunden lang angewendet wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** es auf die Herstellung eines Hemmungsdrehteils angewendet wird, der ein Hemmungsrad oder ein Anker ist.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei die erste Dünnschicht (11), die Zwischenschicht (12) und die zweite Dünnschicht (13) abgeschieden werden, sodass der gebildete Drehteil für Uhrmacherei (10) in der Richtung und in der Richtung der Zunahme der Abscheidung der Schichten einen Gradienten der Phosphorkonzentration, der durch eine allmähliche Zunahme durch die erste Dünnschicht (11) hindurch definiert wird, einen stabilen Zustand durch die Zwischenschicht (12) und eine Abnahme durch die zweite Dünnschicht (13) hindurch beinhaltet.

18. Drehteil für Uhrmacherei (10), der durch die Umsetzung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 17 hergestellt wird, umfassend eine Zwischenschicht (12), die zwischen einer ersten Dünnschicht (11) und einer zweiten Dünnschicht (13) eingesetzt ist, wobei die Dünnschichten (11, 13) aus einem ersten Werkstoff hergestellt sind, der mindestens Nickel beinhaltet, die Zwischenschicht (12) aus einem zweiten Werkstoff hergestellt ist, der mindestens Nickel und Phosphor beinhaltet, wobei die erste und die zweite Dünnschicht (11, 13) phosphorärmer als die Zwischenschicht (12) sind oder mit keinem Phosphor versehen sind.

19. Drehteil für Uhrmacherei (10) nach Anspruch 18, der ein Hemmungsrad oder einen Anker darstellt.

Claims

1. Method for manufacturing a horological wheel set (10), which method comprises the successive steps of:

- depositing 101 a first thin layer (11) using a first material comprising at least nickel, in a geometric shape whose periphery defines the contour of the geometry of the horological wheel set (10),
- depositing 102 an intermediate layer (12) using a second material comprising at least nickel and phosphorus, so as to cover one face of the first thin layer (11) and so as to have a geometric shape whose periphery corresponds to that of the geometric shape of the first thin layer (11),
- depositing 103 a second thin layer (13) using the first material, so as to cover one face of the intermediate layer (12) and so as to have a geometric shape whose periphery corresponds to that of the geometric shape of the first thin layer (11),
- the first and the second thin layer (11, 13) containing less phosphorus than the intermediate layer (12), or being phosphorus-free.

2. Method according to claim 1, wherein the intermediate layer (12) is superimposed on the first thin layer (11) and wherein the second thin layer (13) is superimposed on the intermediate layer (12), respectively at at least one interface face (14) contiguous with at least one friction face (15) of the horological wheel set (10), which friction face is intended to be in contact with another timepiece component.

3. Method according to claim 2, wherein the steps 101, 102 and 103 of depositing the first thin layer (11), the intermediate layer (12) and the second thin layer (13) are carried out by LIGA.

4. Method according to one of claims 1 to 3, wherein the second material consists solely of nickel and phosphorus.

5. Method according to one of claims 1 to 4, wherein the second material has a percentage by weight of phosphorus of between 1% and 15%.

6. Method according to claim 5, wherein the second material is made of NiP12.

7. Method according to one of claims 1 to 6, wherein the first material comprises only pure nickel, or only

nickel and phosphorus.

8. Method according to one of claims 1 to 7, wherein the first material comprises a percentage by weight of phosphorus of less than or equal to 9%. 5
9. Method according to claim 8, wherein the first material comprises a percentage by weight of phosphorus of between 6% and 9%. 10
10. Method according to claim 8, wherein the first material comprises a percentage by weight of phosphorus of between 1% and 6%. 15
11. Method according to claim 8, wherein the first material comprises a percentage by weight of phosphorus of between 0% and 1%. 20
12. Method according to one of claims 1 to 11, wherein the first material comprises boron. 25
13. Method according to claim 12, wherein the first material consists solely of nickel and boron. 30
14. Method according to one of claims 1 to 13, wherein the first material has a thickness of between 0.2 micrometres and 10 micrometres. 35
15. Method according to one of claims 1 to 14, wherein a heat treatment is applied to an assembly formed by the first thin layer (11), the intermediate layer (12) and the second thin layer (13), at a temperature of between 100°C and 500°C, for 1 to 8 hours. 40
16. Method according to one of claims 1 to 15, **characterised in that** it is applied to the manufacture of an escape wheel set which is an escape wheel or pallets. 45
17. Method according to one of claims 1 to 16, wherein the first thin layer (11), the intermediate layer (12) and the second thin layer (13) are deposited such that the horological wheel set (10) formed has, in the direction and orientation of deposition growth of said layers, a phosphorus concentration gradient defined by progressive increase through the first thin layer (11), a steady state through the intermediate layer (12) and a decrease through the second thin layer (13). 50
18. Horological wheel set (10) manufactured by carrying out a method according to one of claims 1 to 17, which wheel set comprises an intermediate layer (12) interposed between a first thin layer (11) and a second thin layer (13), said thin layers (11, 13) being made of a first material comprising at least nickel, the intermediate layer (12) being made of a second material comprising at least nickel and phosphorus, 55

the first and second thin layers (11, 13) containing less phosphorus than the intermediate layer (12), or being phosphorus-free.

19. Horological wheel set (10) according to claim 18, constituting an escape wheel or pallets.

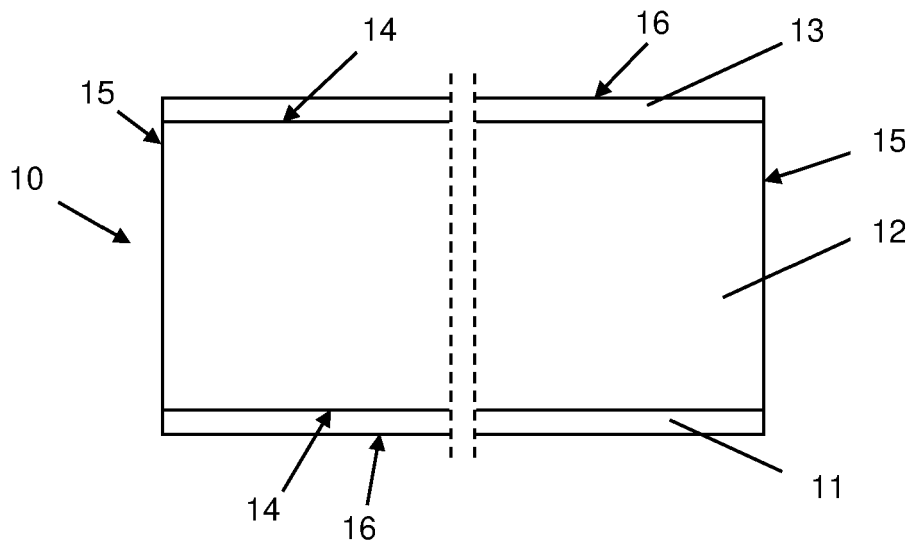


Fig.1

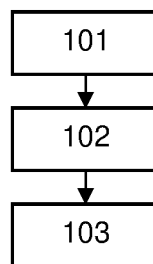


Fig.2

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

- CH 698230 [0010]