



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
17.12.2014 Bulletin 2014/51

(51) Int Cl.:
G04B 43/00 (2006.01) **C22C 38/58** (2006.01)
G04B 13/02 (2006.01) **G04B 15/14** (2006.01)
G04B 18/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **13171680.5**

(22) Date de dépôt: **12.06.2013**

(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

(72) Inventeur: **Charbon, Christian**
2054 Chézard-St-Martin (CH)

(74) Mandataire: **Couillard, Yann Luc Raymond et al**
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

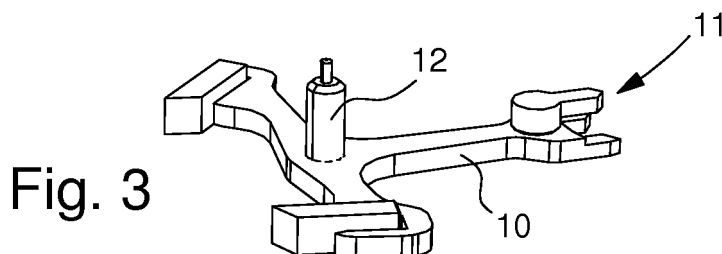
(71) Demandeur: **Nivarox-FAR S.A.**
2400 Le Locle (CH)

(54) **Pièce pour mouvement d'horlogerie**

(57) L'invention se rapporte à une pièce de micro-mécanique (2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28) pour un mouvement d'horlogerie (1) comportant un corps métallique formé avec un unique matériau. Selon l'invention, ledit unique ma-

tériau est du type acier austénitique à haute teneur interstitielle.

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



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte à une pièce pour mouvement d'horlogerie et notamment à une telle pièce qui n'est pas ou peu sensible aux champs magnétiques comme tout ou partie d'un rouage, tout ou partie d'un système de raquetterie ou tout ou partie d'un système d'échappement.

Arrière-plan de l'invention

[0002] Il est connu de former des pièces de mouvement d'horlogerie à partir d'aciers de décolletage qui sont généralement des aciers martensitiques. Des aciers connus de ce type sont par exemple les aciers 15P ou les aciers 20AP.

[0003] 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 de pièces en pivotement d'un mouvement d'horlogerie. Ces aciers présentent, après traitement thermique, une résistance à l'usure et une dureté qui sont particulièrement élevées.

[0004] Bien que fournissant des propriétés mécaniques satisfaisantes pour les applications horlogères décrites ci-dessus, ce type de matériau présente l'inconvénient d'être sensibles aux champs magnétiques et à la corrosion.

Résumé de l'invention

[0005] Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie les inconvénients cités précédemment en proposant un matériau alternatif bénéficiant des mêmes avantages des aciers 15P et 20AP sans être sensible ni aux champs magnétiques, ni à la corrosion.

[0006] A cet effet, l'invention se rapporte à une pièce de micromécanique pour un mouvement d'horlogerie comportant un corps métallique formé avec un unique matériau **caractérisée en ce que** ledit unique matériau est du type acier austénitique à haute teneur.

[0007] Par conséquent, on comprend qu'à l'aide dudit acier austénitique à haute teneur interstitielle, la pièce de micromécanique est, de manière surprenante, stable chimiquement et physiquement avec l'utilisation d'un unique matériau totalement homogène même en cas d'exposition à des champs magnétiques externes ou à des atmosphères oxydantes.

[0008] Conformément à d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention :

- ledit unique matériau du type acier austénitique à haute teneur interstitielle comporte au moins un non-métal comme atome interstitiel ;
- ledit au moins un non-métal est de l'azote et/ou du

carbone ;

- ledit au moins un non-métal comporte une proportion comprise entre 0,15% et 1,2% de la masse totale dudit corps métallique ;
- ledit au moins un non-métal comporte de l'azote et du carbone et en ce que la somme des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est comprise entre 0,75% et 0,95% ;
- ledit au moins un non-métal comporte de l'azote et du carbone et en ce que le rapport des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est compris entre 0,35 et 0,55 ;
- la somme des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est sensiblement égale à 0,85% et en ce que le rapport des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est sensiblement égale à 0,44 ;
- l'acier austénitique à haute teneur interstitielle est du type acier austénitique inoxydable comprenant au moins 10 % de Cr et au moins 5% de Ni et/ou de Mn ;
- l'acier austénitique à haute teneur interstitielle comporte du Bi, du Pb, du Te, du Se, du S ou du Mn et du S ;
- la pièce de micromécanique forme tout ou partie d'un rouage comme une planche de roue, une planche de pignon ou un axe de pivotement ;
- la pièce de micromécanique forme tout ou partie d'un système de raquetterie comme une planche de raquette ;
- la pièce de micromécanique forme tout ou partie d'un système d'échappement comme une planche de roue d'échappement, un axe de pivotement, une baguette d'ancre ou une tige d'ancre.

[0009] De plus, l'invention se rapporte à une pièce d'horlogerie **caractérisée en ce qu'elle** comporte au moins une pièce de micromécanique selon l'une des variantes précédentes.

[0010] Par conséquent, de manière surprenante, on comprend qu'à l'aide dudit acier austénitique à haute teneur interstitielle, aucun traitement de durcissement du matériau, aucun traitement de protection chimique du matériau ni aucun traitement de blindage magnétique n'est, avantageusement selon l'invention, nécessaire pour utiliser ladite pièce de micromécanique dans un mouvement d'horlogerie même en cas d'exposition à des champs magnétiques externes ou à des atmosphères oxydantes.

[0011] Enfin, l'invention se rapporte à un procédé de fabrication d'une pièce de micromécanique comportant les étapes suivantes :

- a) se munir d'un matériau du type acier austénitique à haute teneur interstitielle;
- b) former, uniquement à l'aide dudit matériau, une pièce de micromécanique.

[0012] Conformément à d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention :

- ledit unique matériau du type acier austénitique à haute teneur interstitielle comporte au moins un non-métal comme atome interstitiel ;
- ledit au moins un non-métal est de l'azote et/ou du carbone ;
- ledit au moins un non-métal comporte une proportion comprise entre 0,15% et 1,2% de la masse totale dudit corps métallique ;
- ledit au moins un non-métal comporte de l'azote et du carbone et en ce que la somme des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est comprise entre 0,75% et 0,95% ;
- ledit au moins un non-métal comporte de l'azote et du carbone et en ce que le rapport des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est compris entre 0,35 et 0,55 ;
- la somme des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est sensiblement égale à 0,85% et en ce que le rapport des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est sensiblement égale à 0,44 ;
- l'acier austénitique à haute teneur interstitielle est du type acier austénitique inoxydable comprenant au moins 10 % de Cr et au moins 5% de Ni et/ou de Mn ;
- l'acier austénitique à haute teneur interstitielle comporte du Bi, du Pb, du Te, du Se, du S ou du Mn et du S ;
- selon un premier mode de réalisation, l'étape b) comporte une phase de déformation dudit matériau sous forme de bande ;
- la phase de déformation est suivie d'une phase de découpage pour former ladite pièce de micromécanique dans une partie de la bande ;
- selon un deuxième mode de réalisation, l'étape b) comporte une phase de déformation dudit matériau sous forme de barre ou de fil ;
- la phase de déformation est suivie d'une phase de découpage pour former ladite pièce de micromécanique dans une partie de la barre ou du fil ;
- selon le deuxième mode de réalisation, l'étape b) comporte une phase finale de roulage ;
- le procédé comporte, après l'étape b), une étape finale de polissage et/ou de traitement thermique.

Description sommaire des dessins

[0013] 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 vue éclatée d'un mouvement horloger selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue partielle d'un rouage selon

l'invention ;

- la figure 3 est une vue d'une ancre selon l'invention ;
- la figure 4 est une vue d'une tige de remontoir selon l'invention ;
- la figure 5 est une vue d'une masse oscillante selon l'invention.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0014] A la figure 1, on peut voir une représentation partielle d'un mouvement horloger 1 selon l'invention destiné à être monté dans une pièce d'horlogerie. Le mouvement 1 comporte préférentiellement un résonateur 3 comprenant un balancier 5 et un spiral 7 destinés à réguler le mouvement 1. Le résonateur 3 est, de manière préférée, monté pivotant, notamment à l'aide d'une virole 26 du spiral 7 montée sur un axe, entre un pont 2 et une platine 4 et comporte un système de raquetterie 21 monté sur le pont 2 comprenant principalement une raquette 17. On peut voir, à la figure 1, que le pont 2 est fixé sur la platine 4 notamment à l'aide d'une vis 28.

[0015] A la figure 1, on peut également voir que le mouvement 1 comporte également un système d'échappement 9 comprenant une ancre 11 du type suisse et une roue d'échappement 13 destinées à distribuer au rouage 15 les déplacements du résonateur 3 mais également à l'entretenir. Le système d'échappement 9 est, de manière préférée, monté entre deux ponts 6, 8 et une platine 4.

[0016] Enfin, le rouage 19 est destiné à transmettre l'énergie du barillet (non représenté) au résonateur mais également à recharger le barillet à l'aide par exemple d'une tige de remontoir 19 ou d'une masse oscillante 23.

[0017] Tout ou partie de ces pièces de micromécanique sont actuellement formé à partir d'aciers 15P et 20AP et sont donc sensibles aux champs magnétiques et à la corrosion. Si leur sensibilité peut être gênante directement dans le cas d'une pièce en mouvement, elle peut également l'être indirectement en influençant une autre pièce adjacente.

[0018] Par conséquent, l'invention se rapporte à une pièce de micromécanique pour un mouvement d'horlogerie comportant un corps métallique formé avec un unique matériau du type acier austénitique à haute teneur interstitielle. Dans la présente description, par acier austénitique, il faut comprendre un alliage comportant majoritairement du fer sous forme sensiblement austénitique. En effet, dans n'importe quelle production, il est difficile de garantir que toute la structure soit austénitique.

[0019] Ainsi, avantageusement selon l'invention, après des études de développement, il a été possible, de manière surprenante, de fabriquer des pièces en acier austénitique inoxydables qui sont peu ou pas sensibles à des champs magnétiques externes et à des atmosphères oxydantes à l'aide d'un unique matériau.

[0020] Un tel acier austénitique à haute teneur interstitielle comporte au moins un non-métal comme atome interstitiel tel que de l'azote et/ou du carbone selon une proportion homogène, c'est-à-dire dans tout le corps mé-

tallique, comprise entre 0,15% et 1,2% de la masse totale dudit corps métallique. On comprend donc que l'acier austénitique selon l'invention peut comporter uniquement des atomes interstitiels en carbone, uniquement des atomes interstitiels en azote ou aussi bien des atomes de carbone que des atomes d'azote.

[0021] Il a également été montré que, dans le cas où les atomes interstitiels sont formés par du carbone et de l'azote, les propriétés sont optimales pour la fabrication de pièces d'horlogerie pour une somme des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique comprise entre 0,75% et 0,95% et/ou pour un rapport des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique compris entre 0,35 et 0,55. De plus, préférentiellement, l'acier austénitique à haute teneur interstitielle est du type acier austénitique inoxydable comprenant au moins 10 % de chrome et au moins 5% de nickel et/ou de manganèse, le reste étant en fer. On comprend donc que l'acier austénitique selon l'invention peut comporter uniquement au moins 5% de la masse totale dudit corps métallique en nickel, uniquement au moins 5% de la masse totale dudit corps métallique en manganèse, ou au moins 5% de la masse totale dudit corps métallique en nickel et au moins 5% de la masse totale dudit corps métallique en manganèse.

[0022] A titre d'exemple nullement limitatif, il a été développé un acier austénitique du type chrome manganèse donnant entière satisfaction dont la somme, c'est-à-dire C+N, est sensiblement égale à 0,85% en masse totale du corps métallique et le rapport des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique, c'est-à-dire C/N, est sensiblement égale à 0,44.

[0023] Plus généralement, tout élément gammagène, c'est-à-dire favorisant la phase γ d'un acier, peut remplacer tout ou partie du manganèse afin de favoriser la phase austénitique comme, par exemple, du cobalt ou du cuivre.

[0024] Selon une alternative particulière, l'acier austénitique à haute teneur interstitielle selon l'invention peut également comporter du bismuth, du plomb, du tellure, du sélénium, du soufre et/ou du soufre et du manganèse (lorsque l'acier ne comporte pas de manganèse) comme adjuvant afin d'améliorer l'usinabilité de ladite pièce de micromécanique. En effet, il a été montré que ces composés utilisés seuls ou en combinaison comme adjuvants permettaient de former des discontinuités de matière dans le matériau aptes à limiter la longueur des copeaux et, par conséquent, faciliter l'usinage dudit matériau.

[0025] Par conséquent, au vu des avantages cités ci-dessus, il a été montré, de manière préférée, que la pièce de micromécanique selon l'invention est particulièrement avantageuse dans une pièce d'horlogerie lorsqu'elle forme tout ou partie d'un rouage 15 comme une planche 14 de roue, une planche 18 de pignon ou un axe 16 de pivotement, tout ou partie d'un système de raquetterie 21 comme une planche 20 de raquette 17 ou tout ou partie d'un système d'échappement 9 comme une planche 22 de roue d'échappement 13, un axe 24 de pivotement,

une baguette 10 d'ancre 11 ou une tige 12 d'ancre 11.

[0026] Bien entendu, même si elles ne sont pas privilégiées, d'autres pièces de micromécanique peuvent être envisagées et ce même si elles ne sont pas faites habituellement en acier 15P ou en acier 20AP. Ainsi, de manière non limitative, il peut notamment être envisagé avantageusement de former la platine 4 et/ou les ponts 2, 6, 8 et/ou la tige 19 de remontoir et/ou la masse oscillante 23 et/ou la virole 26 et/ou la vis 28 à l'aide d'un acier austénitique à haute teneur interstitielle selon l'invention.

[0027] L'invention se rapporte également à un procédé de fabrication d'une pièce de micromécanique comportant les étapes suivantes :

- a) se munir d'un matériau du type acier austénitique à haute teneur interstitielle;
- b) former à l'aide dudit matériau uniquement une pièce de micromécanique.

[0028] On comprend immédiatement un des avantages de l'invention. En effet, un acier austénitique à haute teneur interstitielle ne nécessite pas de lourdes étapes de mise en oeuvre et notamment aucun traitement de durcissement du matériau selon une certaine épaisseur, aucun traitement de protection chimique du matériau ni aucun traitement de blindage magnétique.

[0029] En effet, de manière surprenante, les aciers austénitiques à haute teneur interstitielle s'accordent aux exigences élevées de l'horlogerie sans traitement particulier dédié à la protection aux champs magnétiques et à la corrosion.

[0030] Comme expliqué ci-dessus, l'étape a) consiste principalement à couler un acier austénitique à haute teneur interstitielle comportant au moins un non-métal comme atome interstitiel tel que de l'azote et/ou du carbone selon une proportion homogène, c'est-à-dire dans tout le corps métallique, comprise entre 0,15% et 1,2% de la masse totale dudit corps métallique.

[0031] Selon une alternative préférée, la somme des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est comprise entre 0,75% et 0,95% et/ou le rapport des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est compris entre 0,35 et 0,55.

[0032] De plus, préférentiellement, l'acier austénitique à haute teneur interstitielle selon l'invention est du type acier austénitique inoxydable comprenant au moins 10 % de chrome et au moins 5% de nickel et/ou au moins 5% de manganèse, le reste étant en fer.

[0033] A titre d'exemple nullement limitatif, un acier austénitique du type chrome manganèse dont la somme, c'est-à-dire C+N, est sensiblement égale à 0,85% en masse totale du corps métallique et le rapport des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique, c'est-à-dire C/N, est sensiblement égale à 0,44, donne entière satisfaction.

[0034] Selon une alternative particulière, l'acier austé-

nitique à haute teneur interstitielle selon l'invention peut également comporter du bismuth, du plomb, du tellure, du sélénium, du soufre et/ou du soufre et du manganèse (lorsque l'acier ne comporte pas de manganèse) comme adjuvant afin d'améliorer l'usinabilité de ladite pièce de micromécanique.

[0035] Ainsi, selon un premier mode de réalisation, l'étape b) comporte une phase de déformation dudit matériau sous forme de bande. Puis la phase de déformation est suivie d'une étape de découpage pour former ladite pièce de micromécanique dans une partie de la bande. La phase de découpage, dans le premier mode de réalisation, comporte préférentiellement un emboutissage d'une ébauche de la pièce puis un usinage des surfaces fonctionnelles, éventuellement suivie d'un rectifiage.

[0036] Le premier mode de réalisation permet, à titre d'exemple, de former des planches 14 de roue, des planches 18 de pignon, une planche 20 de raquette 17, des planches 22 de roue d'échappement 13, des viroles 26 ou une baguette 10 d'ancre 11.

[0037] Selon un deuxième mode de réalisation, l'étape b) comporte une phase de déformation dudit matériau sous forme de barre ou de fil. Puis la phase de déformation est suivie d'une étape de découpage pour former ladite pièce de micromécanique dans une partie de la barre ou du fil. La phase de découpage, pouvant être assimilée à un tournage, dans le deuxième mode de réalisation, comporte préférentiellement un décolletage des surfaces fonctionnelles, éventuellement suivie d'un rectifiage. Enfin, le procédé selon le deuxième mode de réalisation, l'étape b) comporte, préférentiellement, une phase finale de roulage. Le deuxième mode de réalisation permet, à titre d'exemple, de former des axes 16, 24 de pivotement, des viroles 26, des vis 28 ou des tiges 12 d'ancre 11.

[0038] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à l'exemple illustré mais est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, le procédé peut comporter, après l'étape b), une étape finale de polissage et/ou de traitement thermique destinée à finir la pièce de micromécanique.

[0039] De plus, dans le but d'améliorer la tenue à la corrosion, l'acier austénitique à haute teneur interstitiel peut également comporter du molybdène selon une proportion comprise entre 0,5% et 5% en masse totale du corps métallique et/ou du cuivre selon une proportion comprise entre 0,5% et 5% en masse totale du corps métallique.

Revendications

1. Pièce de micromécanique (2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28) pour un mouvement d'horlogerie (1) comportant un corps métallique formé avec un unique matériau **caractérisée en ce que** ledit unique matériau est du

type acier austénitique à haute teneur interstitielle.

2. Pièce de micromécanique (2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** ledit unique matériau du type acier austénitique à haute teneur interstitielle comporte au moins un non-métal comme atome interstitiel.

3. Pièce de micromécanique (2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** ledit au moins un non-métal est de l'azote et/ou du carbone.

4. Pièce de micromécanique (2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28) selon la revendication 2 ou 3, **caractérisée en ce que** ledit au moins un non-métal comporte une proportion comprise entre 0,15% et 1,2% de la masse totale dudit corps métallique.

5. Pièce de micromécanique (2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28) selon la revendication 3 et 4, **caractérisée en ce que** ledit au moins un non-métal comporte de l'azote et du carbone et **en ce que** la somme des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est comprise entre 0,75% et 0,95%.

6. Pièce de micromécanique (2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28) selon la revendication 3 et 4, **caractérisée en ce que** ledit au moins un non-métal comporte de l'azote et du carbone et **en ce que** le rapport des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est compris entre 0,35 et 0,55.

7. Pièce de micromécanique (2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28) selon la revendication 5 et 6, **caractérisée en ce que** la somme des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est sensiblement égale à 0,85% et **en ce que** le rapport des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est sensiblement égale à 0,44.

8. Pièce de micromécanique (2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** ledit acier austénitique à haute teneur interstitielle est du type acier austénitique inoxydable comprenant au moins 10 % de Cr et au moins 5% de Ni et/ou de Mn.

9. Pièce de micromécanique (2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28) selon l'une des revendications précédentes, **carac-**

- térisée en ce que** ledit acier austénitique à haute teneur interstitielle comporte du Bi, du Pb, du Te, du Se, du S ou du Mn et du S.
10. Pièce de micromécanique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** forme tout ou partie d'un rouage (15). 5
11. Pièce de micromécanique selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** la pièce forme une planche (14) de roue, une planche (18) de pignon ou un axe (16) de pivotement. 10
12. Pièce de micromécanique selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce qu'elle** forme tout ou partie d'un système de raquetterie (21). 15
13. Pièce de micromécanique selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** la pièce forme une planche (20) de raquette (17). 20
14. Pièce de micromécanique selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce qu'elle** forme tout ou partie d'un système d'échappement (9). 25
15. Pièce de micromécanique selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** la pièce forme une planche (22) de roue d'échappement (23), un axe (24) de pivotement, une baguette (10) d'ancre (11) ou une tige (12) d'ancre (11). 30
16. Pièce d'horlogerie **caractérisée en ce qu'elle** comporte au moins une pièce de micromécanique (2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28) selon l'une des revendications précédentes. 35
17. Procédé de fabrication d'une pièce de micromécanique (2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28) comportant les étapes suivantes : 40
- a) se munir d'un matériau du type acier austénitique à haute teneur interstitielle;
- b) former, uniquement à l'aide dudit matériau, une pièce de micromécanique (2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28). 45
18. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ledit unique matériau du type acier austénitique à haute teneur interstitielle comporte au moins un non-métal comme atome interstitiel. 50
19. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ledit au moins un non-métal est de l'azote et/ou du carbone. 55
20. Procédé selon la revendication 18 ou 19, **caractérisé en ce que** ledit au moins un non-métal comporte une proportion comprise entre 0,15% et 1,2% de la masse totale dudit matériau du type acier austénitique à haute teneur interstitielle.
21. Procédé selon la revendication 19 et 20, **caractérisée en ce que** ledit au moins un non-métal comporte de l'azote et du carbone et **en ce que** la somme des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est comprise entre 0,75% et 0,95%.
22. Procédé selon la revendication 19 et 20, **caractérisée en ce que** ledit au moins un non-métal comporte de l'azote et du carbone et **en ce que** le rapport des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est compris entre 0,35 et 0,55.
23. Procédé selon la revendication 21 et 22, **caractérisée en ce que** la somme des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est sensiblement égale à 0,85% et **en ce que** le rapport des pourcentages de carbone et d'azote en masse totale du corps métallique est sensiblement égale à 0,44.
24. Procédé selon l'une des revendications 17 à 23, **caractérisé en ce que** ledit acier austénitique à haute teneur interstitielle est du type acier austénitique inoxydable comprenant au moins 10 % de Cr et au moins 5% de Ni et/ou de Mn.
25. Procédé selon l'une des revendications 17 à 24, **caractérisé en ce que** ledit acier austénitique à haute teneur interstitielle comporte du Bi, du Pb, du Te, du Se, du S ou du Mn et du S comme adjuvant afin d'améliorer l'usinabilité de ladite pièce de micromécanique.
26. Procédé selon l'une des revendications 17 à 25, **caractérisé en ce que** l'étape b) comporte une phase de déformation dudit matériau sous forme de bande.
27. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la phase de déformation est suivie d'une phase de découpage pour former ladite pièce de micromécanique dans une partie de la bande.
28. Procédé selon l'une des revendications 17 à 25, **caractérisé en ce que** l'étape b) comporte une phase de déformation dudit matériau sous forme de barre ou de fil.
29. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la phase de déformation est suivie d'une phase de découpage pour former ladite pièce de micromécanique dans une partie de la barre ou

du fil.

30. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'étape b) comporte une phase finale de roulage.

5

31. Procédé selon l'une des revendications 17 à 30, **caractérisé en ce qu'il** comporte, après l'étape b), une étape finale de polissage et/ou de traitement thermique.

10

15

20

25

30

35

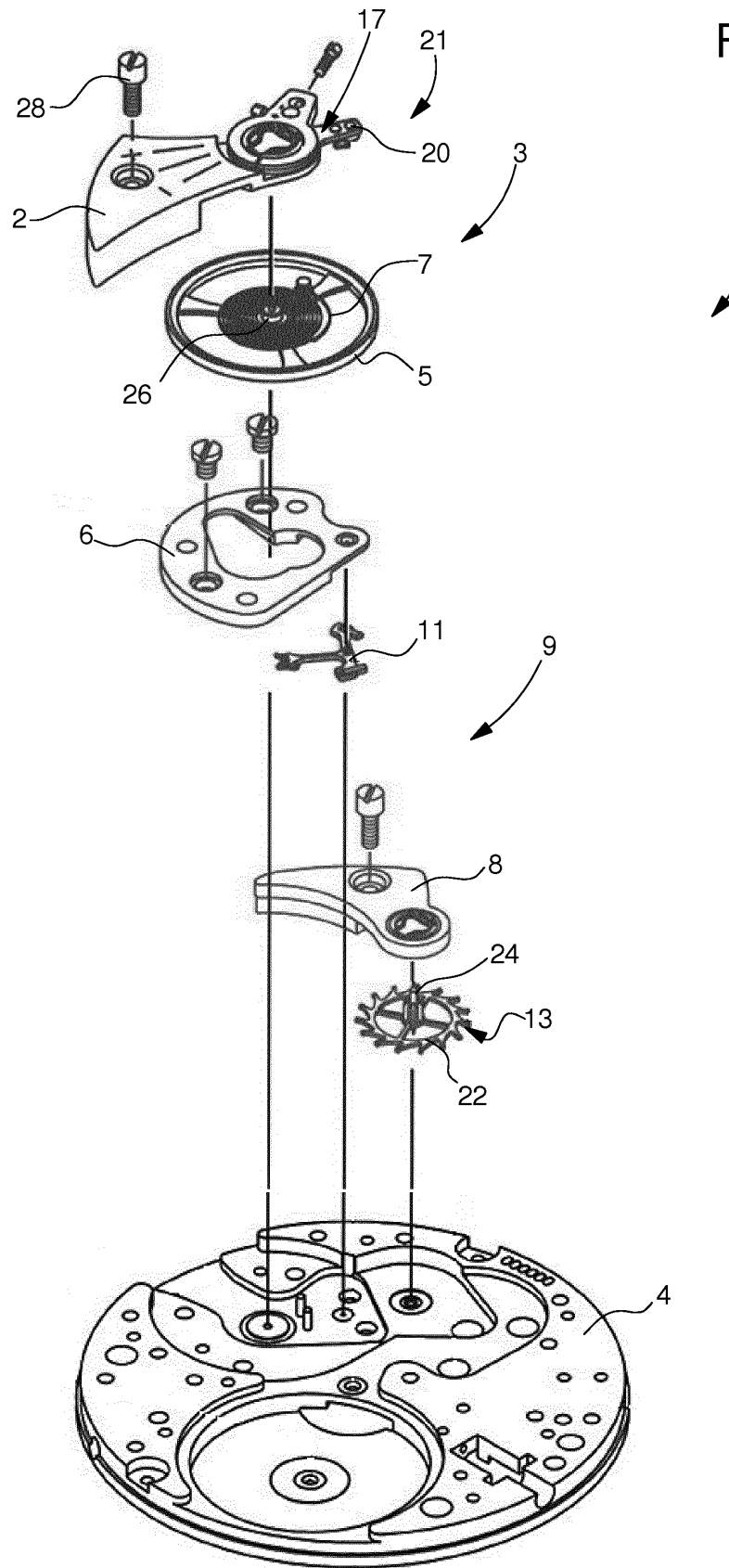
40

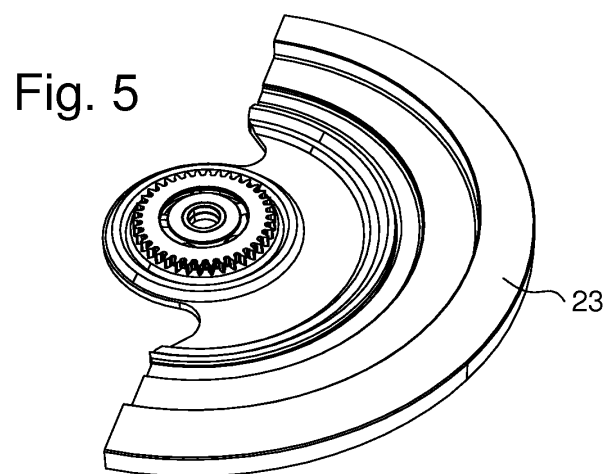
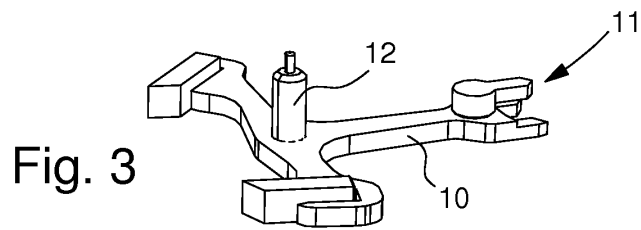
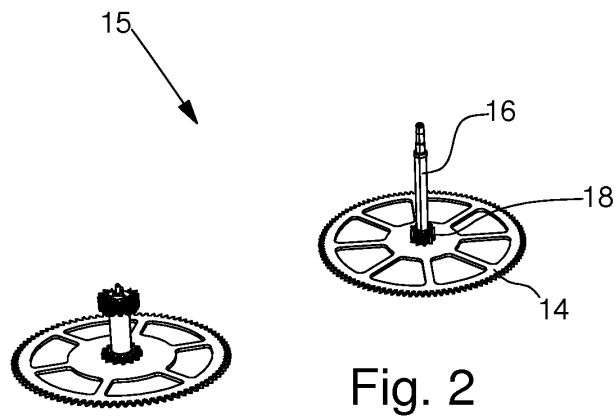
45

50

55

Fig. 1







RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 13 17 1680

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 1 281 785 A2 (USINOR [FR] UGITECH [FR]; APERAM STAINLESS FRANCE [FR]) 5 février 2003 (2003-02-05) * alinéa [0030] - alinéa [0031] * * revendications *	1-4,6,8, 9,16-22, 24-30 5,7,23	INV. G04B43/00 C22C38/58 G04B13/02 G04B15/14 G04B18/02
A	-----		
X	EP 1 837 414 A1 (SEIKO EPSON CORP [JP]) 26 septembre 2007 (2007-09-26) * revendications * * alinéa [0044] - alinéa [0045] *	1,10,11, 17,31	
X	JP 2007 248398 A (SEIKO EPSON CORP) 27 septembre 2007 (2007-09-27) * alinéa [0027] * * revendications *	1,10,11	
X	US 2006/187763 A1 (JUJO KOICHIRO [JP]) 24 août 2006 (2006-08-24) * alinéa [0014] - alinéa [0015] * * alinéa [0019] *	1,12,13	
X	US 3 683 616 A (STEINEMANN SAMUEL ET AL) 15 août 1972 (1972-08-15) * colonne 3, ligne 36 - ligne 44 * * colonne 3, ligne 58 *	1,14,15, 17,30	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) G04B C22C
X	CH 702 202 A2 (NIVAROX SA [CH]) 13 mai 2011 (2011-05-13) * pages 17,30; revendications 1,5 *	1,14,15, 17,30	
X	DE 12 63 319 B (STAHLWERK KABEL; POUPLIER JUN C) 14 mars 1968 (1968-03-14) * colonne 1, ligne 1 - ligne 21 * * revendication 1 *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		26 mars 2014	Lupo, Angelo
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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 intermédiaire			

3

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



Numéro de la demande

EP 13 17 1680

REVENDEICATIONS DONNANT LIEU AU PAIEMENT DE TAXES

La présente demande de brevet européen comportait lors de son dépôt les revendications dont le paiement était dû.

☐ Une partie seulement des taxes de revendication ayant été acquittée dans les délais prescrits, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les revendications pour lesquelles aucun paiement n'était dû ainsi que pour celles dont les taxes de revendication ont été acquittées, à savoir les revendication(s):

☐ Aucune taxe de revendication n'ayant été acquittée dans les délais prescrits, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les revendications pour lesquelles aucun paiement n'était dû.

ABSENCE D'UNITE D'INVENTION

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet européen ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir:

voir feuille supplémentaire B

☒ Toutes les nouvelles taxes de recherche ayant été acquittées dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour toutes les revendications.

☐ Comme toutes les recherches portant sur les revendications qui s'y prêtaient ont pu être effectuées sans effort particulier justifiant une taxe additionnelle, la division de la recherche n'a sollicité le paiement d'aucune taxe de cette nature.

☐ Une partie seulement des nouvelles taxes de recherche ayant été acquittée dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les parties qui se rapportent aux inventions pour lesquelles les taxes de recherche ont été acquittées, à savoir les revendications:

☐ Aucune nouvelle taxe de recherche n'ayant été acquittée dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les parties de la demande de brevet européen qui se rapportent à l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications, à savoir les revendications:

☐ Le présent rapport supplémentaire de recherche européenne a été établi pour les parties de la demande de brevet européen qui se rapportent à l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications (Règle 164 (1) CBE)

**ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION**
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

EP 13 17 1680

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet européen ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-9, 16-29

Pièce de micromécanique pour l'horlogerie en acier austénitique avec de l'azote et du carbone comme atomes interstitiels.

Procédé de fabrication associé.

2. revendications: 10, 11, 30, 31

Fabrication d'un rouage de pièce d'horlogerie

3. revendications: 12-15

Fabrication d'éléments d'un organe régulateur d'horlogerie

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 13 17 1680

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 membres 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.

26-03-2014

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1281785 A2	05-02-2003	CA 2395628 A1	27-01-2003
		EP 1281785 A2	05-02-2003
		ES 2402763 T3	08-05-2013
		FR 2827876 A1	31-01-2003
		KR 20030011628 A	11-02-2003
		MX PA02007294 A	04-09-2003
		TW 554053 B	21-09-2003
		US 2003021716 A1	30-01-2003
EP 1837414 A1	26-09-2007	CN 101037773 A	19-09-2007
		EP 1837414 A1	26-09-2007
		JP 2007248397 A	27-09-2007
		US 2007217293 A1	20-09-2007
JP 2007248398 A	27-09-2007	AUCUN	
US 2006187763 A1	24-08-2006	CH 700194 B1	15-07-2010
		JP 2006234528 A	07-09-2006
		US 2006187763 A1	24-08-2006
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 702202 A2	13-05-2011	AUCUN	
DE 1263319 B	14-03-1968	AUCUN	

EPO FORM P0480

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