



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
31.01.2024 Bulletin 2024/05

(21) Numéro de dépôt: **22187582.6**

(22) Date de dépôt: **28.07.2022**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

G04B 17/06 (2006.01) **G04B 19/18** (2006.01)
G04B 19/28 (2006.01) **G04B 45/00** (2006.01)
G04D 3/00 (2006.01) **B23K 26/00** (2014.01)
C04B 41/52 (2006.01) **C23C 28/00** (2006.01)
G04B 13/02 (2006.01) **G04B 15/14** (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

G04B 17/066; C23C 28/02; C23C 28/021;
C23C 28/023; C23C 28/30; C23C 28/32;
C23C 28/321; C23C 28/322; C23C 28/34;
C23C 28/345; G04B 19/18; G04B 19/283;
G04B 45/0076; G04D 3/0069; G04D 3/0074;

(Cont.)

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

(71) Demandeur: **ROLEX SA**
1211 Genève 26 (CH)

(72) Inventeurs:
• **CALAME, Florian**
1066 Epalinges (CH)
• **GÄUMANN, Valentin**
1162 Saint-Prex (CH)

(74) Mandataire: **Moinas & Savoye SARL**
27, rue de la Croix-d'Or
1204 Genève (CH)

(54) **PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN COMPOSANT HORLOGER**

(57) Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) comprenant au moins une portion comprenant une surface (11), en particulier une surface supérieure, caractérisé en ce qu'il comprend au moins les étapes suivantes:

- Graver (E3) ladite surface (11) du composant horloger (1) ou d'une ébauche (1a) du composant horloger (1) pour former au moins une cavité (7);
- Déposer (E7) une couche métallique ou en alliage métallique (22) sur ladite surface (11), à la fois dans la au

moins une cavité (7) et hors de la au moins une cavité (7);

- Déposer une matière (E4) sur ladite couche métallique ou en alliage métallique (22), au moins au sein de la au moins une cavité (7), pour former une couche de matière (8), cette matière étant différente du métal ou de l'alliage métallique de ladite couche métallique ou en alliage métallique (22), cette couche métallique ou en alliage métallique (22) formant une couche d'accroché de ladite couche de matière (8).

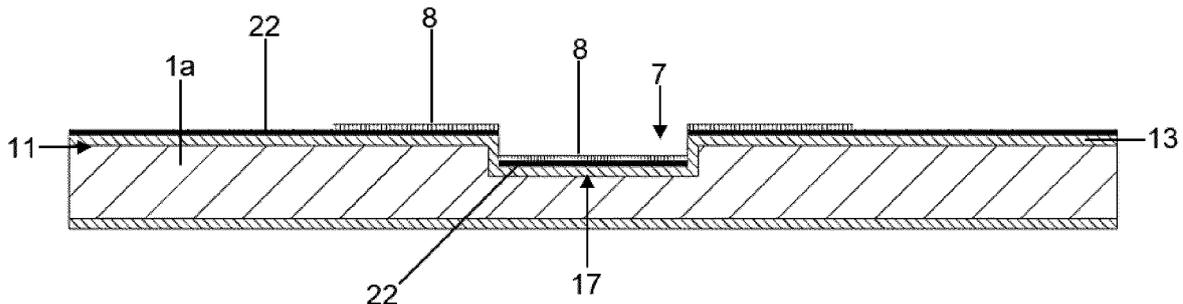


Figure 1f

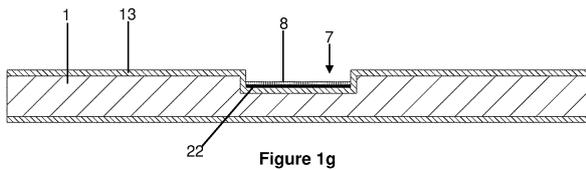


Figure 1g

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
(Cont.)
G04D 3/0089; G04B 13/02; G04B 15/14;
G04D 3/0079; G04D 3/0087

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un composant horloger. Elle concerne aussi un composant horloger en tant que tel obtenu par un tel procédé de fabrication.

[0002] Différents procédés de décoration et/ou de marquages sont mis en œuvre sur des composants d'habillage d'une pièce d'horlogerie. En regard de ces composants d'habillage, un composant de mouvement horloger est souvent de plus petite dimension, et comprend des parties fonctionnelles de géométrie très précise, qu'il ne faut surtout pas altérer. Ainsi, il est très délicat de réaliser un marquage sur un tel composant de mouvement horloger, par exemple dans un but d'identification ou de décoration.

[0003] Ainsi, la présente invention a notamment pour objet de trouver une solution de marquage et/ou de décoration d'un composant horloger, en particulier un composant de mouvement horloger, qui permet d'atteindre un effet visuel particulièrement attrayant sans détériorer la fonctionnalité du composant.

[0004] A cet effet, l'invention repose sur un procédé de fabrication d'un composant horloger comprenant au moins une portion comprenant une surface, en particulier une surface supérieure, caractérisé en ce qu'il comprend au moins les étapes suivantes:

- Graver ladite surface du composant horloger ou d'une ébauche du composant horloger pour former au moins une cavité ;
- Déposer une couche métallique ou en alliage métallique sur ladite surface, à la fois dans la au moins une cavité et hors de la au moins une cavité ;
- Déposer une matière sur ladite couche métallique ou en alliage métallique, au moins au sein de la au moins une cavité, pour former une couche de matière, cette matière étant différente du métal ou de l'alliage métallique de ladite couche métallique ou en alliage métallique, cette couche métallique ou en alliage métallique formant une couche d'accroche de ladite couche de matière.

[0005] L'invention est plus particulièrement définie par les revendications.

[0006] Ces objets, caractéristiques et avantages de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faits à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

Les figures 1a à 1g illustrent les étapes successives d'un procédé de fabrication d'un ressort spiral de mouvement horloger selon un mode de réalisation de l'invention.

La figure 2 illustre un logigramme représentant schématiquement les étapes et sous-étapes d'un procé-

dé de fabrication d'un composant horloger selon un mode de réalisation de l'invention.

La figure 3 représente une vue de dessus d'un ressort spiral réalisé par un procédé de fabrication selon un mode de réalisation de l'invention.

[0007] L'invention met en œuvre un procédé de fabrication d'un composant horloger qui combine avantageusement au moins une étape de gravage et une étape de coloration de ladite gravure obtenue, de sorte à obtenir une gravure visible et n'impactant pas la performance fonctionnelle d'un composant de mouvement.

[0008] Pour faciliter la lecture de la demande de brevet, les mêmes références seront utilisées sur les différents modes de réalisation et leurs variantes afin de désigner les mêmes caractéristiques. Le procédé de fabrication selon un mode de réalisation de l'invention va être illustré dans le cadre de la fabrication d'un composant de mouvement horloger, qui peut par exemple être un ressort spiral. Les figures 1a à 1g illustrent plus particulièrement des vues en coupe d'un composant horloger 1, notamment un composant de mouvement horloger, ou d'une ébauche 1a du composant horloger 1, durant les différentes étapes de sa fabrication selon un mode de réalisation d'un procédé de fabrication du composant horloger. Le procédé de fabrication de l'invention s'intéresse plus particulièrement à une phase spécifique de la fabrication, portant sur un procédé de gravage d'une surface. Avantageusement, il s'agit d'un procédé de gravage d'une surface visible ou d'une surface supérieure du composant horloger 1, notamment à des fins décoratives. Alternativement, il pourrait également s'agir d'un procédé de gravage d'une surface non visible ou d'une surface inférieure, notamment à des fins d'identification ou de marquage.

[0009] Selon ce mode de réalisation illustré par les figures 1a à 1g, le procédé comprend une première étape consistant à mettre à disposition E1 au moins une portion d'un composant horloger 1 ou d'une ébauche 1a du composant horloger 1, spécifiquement représentée en coupe sur la figure 1a. En remarque, selon ce mode de réalisation avantageux, plusieurs ébauches 1a peuvent être liées à un même support ou substrat 10a, et faire simultanément l'objet du procédé qui va être décrit ci-après et dont les étapes sont résumées par le logigramme de la figure 2.

[0010] Les ébauches 1a de composant horloger peuvent donc être fabriquées par des opérations de micro-fabrication à partir d'un substrat 10a, qui se présente de préférence en matériau micro-usinable ou à base de matériau micro-usinable. En remarque, nous utiliserons le terme d'ébauche au sens large, pour désigner tout élément intermédiaire dans le procédé de fabrication du composant horloger. Ainsi, l'ébauche peut être un simple substrat mis à disposition et pas encore gravé, ou un substrat déjà partiellement gravé, par exemple pour définir tout ou partie du contour du futur composant horlo-

ger. Pour simplifier la description, les termes d'ébauche 1a ou de composant horloger 1 seront alternativement utilisés pour désigner le même composant, même si le composant horloger 1 est encore en cours de fabrication.

[0011] La portion de l'ébauche 1a sur laquelle l'invention est mise en œuvre comprend une surface 11 qui va être spécifiquement traitée par le procédé selon l'invention, dans le but de créer des motifs ou indications visibles sur cette surface 11, comme cela sera détaillé par la suite.

[0012] Le substrat 10a peut être en un matériau micro-usinable ou à base d'un matériau micro-usinable. Le substrat peut comprendre tout ou partie du silicium, sous toute forme. Il peut ainsi comprendre du silicium monocristallin quelle que soit son orientation, du silicium polycristallin, du silicium amorphe, du dioxyde de silicium amorphe, du silicium dopé quels que soient le type et le niveau de dopage. Il peut notamment se présenter sous la forme d'un substrat SOI (silicium sur isolant). En alternative, il peut comprendre du quartz, du diamant, du verre, de la céramique, du rubis, du saphir, ou du carbure de silicium. En alternative, il peut être en métal ou en un alliage métallique, notamment un alliage métallique au moins partiellement amorphe. Par exemple, il peut comprendre du nickel ou du nickel-phosphore, ou encore de l'acier, du titane, un alliage d'or, ou un alliage platinoïde.

[0013] La figure 1b illustre une deuxième étape du procédé consistant à graver E3 ladite surface 11 du composant horloger 1 ou d'une ébauche 1a du composant horloger 1 pour former au moins une cavité 7. Selon un mode de réalisation privilégié, le gravage est réalisé par la technologie de gravure réactive ionique profonde (sigle DRIE en anglais). Cette technique permet de former des cavités 7 à flancs 18 verticaux ou sensiblement verticaux au droit des ouvertures d'une couche de résine formant un masque, sans impacter les zones de la surface 11 recouvertes de la couche de résine. Plus précisément, l'étape de gravage grave le silicium, de sorte à former au moins une cavité 7. Chaque cavité 7 présente une section de forme sensiblement rectangulaire, délimitée par une surface formant un fond 17, sensiblement parallèle à la surface 11 du composant. La profondeur d'une cavité est mesurée perpendiculairement à la surface 11, et correspond à la distance respectivement entre les plans de la surface 11 et du fond 17 de la cavité. Plus généralement, la au moins une cavité 7 présente des flancs 18 formant avantageusement une discontinuité relativement au reste de la surface 11 de l'ébauche 1a.

[0014] Avantageusement, la profondeur d'au moins une ou de toutes les cavités 7 est inférieure à 10 μm . Avantageusement encore, cette profondeur est préférentiellement égale ou supérieure à l'épaisseur d'une couche de dioxyde de silicium 13, qui est optionnelle.

[0015] Selon ce mode de réalisation privilégié, une telle étape consistant à graver E3 par gravure réactive ionique profonde permet par ailleurs d'obtenir un fond 17 dont l'état de surface est notamment caractérisé par une rugosité particulièrement faible, avec notamment un fond

17 présentant une rugosité Ra inférieure à 50 nm, préférentiellement de l'ordre de 20 nm, ou inférieure à 20 nm, et/ou une rugosité Sa inférieure à 100 nm, préférentiellement de l'ordre de 80 nm, ou inférieure à 80 nm, ce qui permet de révéler l'éclat de la couche de matière déposée ultérieurement sur un tel fond 17, comme cela va être expliqué.

[0016] D'autre part, cette étape consistant à graver E3 la surface 11 du composant horloger 1 est avantageusement réalisée dans une même opération qu'une étape consistant à graver un contour dudit composant horloger 1. En variante, cette étape consistant à graver E3 ladite surface de la portion dudit composant horloger 1 peut être réalisée avant une étape consistant à graver un contour dudit composant horloger 1. Dans ces cas, le procédé peut comprendre une étape de positionnement d'un premier masque, non représenté, sur le substrat 10a, notamment sur ladite surface 11 dudit substrat 10a, de sorte à réaliser l'étape consistant à graver E3 au moins une cavité 7 à partir de ce premier masque, notamment un gravage borgne, par la technologie de gravure réactive ionique profonde (DRIE), et une étape de positionnement d'un deuxième masque, non représenté, sur ledit substrat 10a, notamment sur une autre surface dudit substrat 10a, de sorte à graver un contour de l'ébauche 1a de composant horloger 1 à partir de ce deuxième masque. Autrement dit, la gravure servant à découper le composant du substrat et la gravure formant au moins une cavité selon l'invention peuvent être réalisées dans une même opération, ou partiellement dans une même opération. Ces deux gravures sont réalisées à partir de masques différents.

[0017] Il peut être ainsi avantageux d'utiliser une gravure ionique réactive profonde (DRIE) pour un composant comprenant notamment du silicium, du quartz, du verre, ou du diamant.

[0018] En variante, le gravage peut comprendre la mise en œuvre d'un gravage par laser, notamment par un laser femtoseconde.

[0019] Le procédé comprend ensuite, dans un mode de réalisation d'utilisation d'un substrat 10a comprenant tout ou partie du silicium, une étape optionnelle consistant à oxyder E8 la surface de l'ébauche 1a. Comme illustré par la figure 1c, la surface 11 de l'ébauche 1a comprend alors une couche de dioxyde de silicium (SiO_2) 13. Cette couche de dioxyde de silicium 13 est notamment formée sur la surface supérieure 11, incluant au moins un fond 17 d'une cavité 7. Autrement dit, cette couche de dioxyde de silicium 13 est notamment formée sur la surface supérieure 11 et sur au moins un fond 17 d'une cavité.

[0020] Le procédé comprend ensuite une étape consistant à déposer E7 une couche métallique ou en alliage métallique 22 sur ladite surface 11 de l'ébauche 1a, à la fois dans la au moins une cavité 7, plus précisément sur le fond 17 de la au moins une cavité 7, et hors de la au moins une cavité 7.

[0021] Selon ce mode de réalisation illustré par les fi-

gures 1a à 1g, cette couche métallique ou en alliage métallique 22 est une couche de chrome. En variante, le métal ou l'alliage métallique peut être de l'aluminium, ou du titane, ou un alliage d'aluminium, de chrome, ou de titane.

[0022] Cette étape consistant à déposer E7 la couche métallique ou en alliage métallique 22 peut être réalisée par un dépôt directionnel, notamment un dépôt physique en phase vapeur (PVD), notamment par un dépôt par évaporation thermique par faisceau à électron (EBE). Ainsi, avantageusement, la couche métallique ou en alliage métallique 22 est déposée de sorte à éviter tout dépôt de matière sur les flancs 18 des cavités 7, qui sont ici perpendiculaires ou sensiblement perpendiculaires au fond 17. Le résultat de cette étape est illustré par la figure 1d. En variante, la couche métallique ou en alliage métallique 22 pourrait ne s'étendre que sur une partie négligeable des flancs 18, notamment une partie inférieure s'étendant depuis le fond 17, par exemple une partie inférieure s'étendant depuis le fond 17 sur une distance inférieure à 1 μm , et n'allant pas jusqu'à la frontière avec la surface 11 hors de la cavité 7.

[0023] D'autre part, il est constaté que la fonction de couche sacrificielle de cette couche métallique ou en alliage métallique 22, qui sera détaillée par la suite, est optimale pour des faibles épaisseurs de cette couche, notamment une épaisseur inférieure ou égale à 100 nm.

[0024] Le procédé met ensuite en œuvre une quatrième étape consistant à déposer une matière E4 sur la surface du composant, plus précisément sur la couche métallique ou en alliage métallique 22, au moins au niveau de la au moins une cavité 7 et éventuellement sur la surface 11 hors de la cavité 7. Selon le mode de réalisation illustré par les figures 1a à 1g, la matière est un métal ou un alliage métallique, et cette étape de dépôt forme au moins une couche de matière 8 métallique ou en alliage métallique, comme représenté par la figure 1e. Il s'agit plus particulièrement d'une seule et même couche d'or 8 sur la figure 1e.

[0025] Préférentiellement, la matière est un métal faisant partie du groupe Au, Ag, Cr, CrN, Ni, Pt, TiN, ZrN, Pd ou leurs alliages, sauf incompatibilité avec la couche métallique ou en alliage métallique 22. En variante encore, cette matière pourrait ne pas être métallique, comme cela sera précisé par la suite.

[0026] L'épaisseur de cette au moins une couche de matière 8 peut être de l'ordre de quelques nanomètres. Elle est de préférence d'au moins 5 nm, voire d'au moins 10 nm, voire d'au moins 50 nm, voire d'au moins 100 nm. Plus particulièrement, elle est de préférence comprise entre 5 nm et 1000 nm, voire entre 100 nm et 1000 nm. Une épaisseur comprise entre 100 nm et 200 nm forme une bonne solution, comme cela sera décrit ci-après.

[0027] L'étape de dépôt d'une matière E4 peut comprendre le dépôt d'une seule et unique couche. Alternativement, cette étape de dépôt peut comprendre le dépôt successif de deux ou plusieurs couches distinctes.

[0028] Selon un mode de réalisation, l'étape de dépôt

de matière E4 est réalisée par un dépôt directionnel, notamment un dépôt physique en phase vapeur (sigle PVD en anglais), notamment par évaporation thermique par faisceau à électron (Electron Beam Evaporation ou EBE). Plus généralement, ce dépôt peut être un dépôt en phase vapeur, comme le dépôt physique (PVD) susmentionné ou un dépôt chimique (CVD) ou un dépôt atomique (ALD).

[0029] Optionnellement, l'étape de dépôt de matière E4 peut comprendre une première sous-étape préalable d'apposition d'un masque 24, par exemple un masque rigide ou un chablon, comme un masque 24 en silicium, pour réduire l'étendue de la surface 11 concernée par le dépôt de la couche de matière 8 sur la couche métallique ou en alliage métallique 22 autour de la ou des cavités 7, afin de favoriser l'étape ultérieure de retrait E5 de la couche métallique ou en alliage métallique 22, qui va être décrite ci-après. Selon une première variante, le motif du masque 24 peut correspondre exactement aux motifs des cavités 7 pour ne déposer la matière que dans les cavités 7. Toutefois, selon une deuxième variante plus simple, le motif du masque 24 n'a pas besoin de correspondre exactement au motif formé par les cavités 7 sur la surface 11, et peut laisser apparaître une surface étroite de la surface du composant autour des cavités, comme représenté par la figure 1e. Dans ce dernier cas, une couche de matière 8 est aussi déposée hors des cavités 7, sur la surface du composant. Autrement dit, dans tous les cas, le masque 24 comprend au moins une ouverture superposée à la au moins une cavité 7, de surface supérieure ou égale à la surface de la cavité, de sorte à ne pas recouvrir la au moins une cavité. Dans cette réalisation, le masque 24 délimite donc une surface réduite relativement à la surface 11 totale de la portion de composant considérée, sur laquelle le dépôt de matière est réalisé. L'étape de dépôt de matière E4 comprend aussi une deuxième sous-étape finale de retrait du masque 24, après la fin du dépôt de la matière, pour atteindre le résultat représenté par la figure 1f.

[0030] On note sur cette figure 1f que la couche métallique ou en alliage métallique 22 déposée sur la surface du composant sépare cette surface de la couche de matière 8. Cette couche métallique ou en alliage métallique 22 remplit ainsi une première fonction de séparation vis-à-vis du dépôt de matière.

[0031] Le procédé comprend ensuite une étape consistant à retirer E5 la couche métallique ou en alliage métallique 22 déposée en dehors de ladite au moins une cavité, notamment par attaque chimique sélective. En effet, cette étape peut mettre en œuvre un soulèvement (connu par sa dénomination anglaise de « lift-off ») de la couche de chrome par le biais d'une attaque chimique sélective, en particulier par le biais d'un bain d'acide. Cette attaque est telle qu'elle supprime la couche métallique ou en alliage métallique 22 sans endommager la surface 11 du composant horloger, notamment sans endommager la couche de dioxyde de silicium selon ce mode de réalisation. La dissolution de la couche métal-

lique ou en alliage métallique 22 induit dans le même temps le retrait de la couche de matière 8 située en dehors de la ou des cavités 7. Dans cette étape, le fait notamment que la couche de matière 8 ne recouvre pas totalement la couche métallique ou en alliage métallique 22 sur l'entier de la surface 11 du composant permet de minimiser le temps nécessaire à la réalisation de cette étape. Le résultat final est illustré par la figure 1g. La couche métallique ou en alliage métallique 22 remplit ainsi la fonction de couche sacrificielle, qui permet le retrait facile de la couche de matière déposée en dehors des cavités, le souhait final étant de ne conserver cette matière que dans les cavités.

[0032] Avantagusement, le recouvrement parfait de la couche de matière 8 sur la couche métallique ou en alliage métallique 22 présente dans les cavités 7 permet à ces couches de ne pas être impactées par l'étape de retrait E5. Ainsi, ces deux couches 22, 8 restent présentes dans les cavités 7. En remarque, la couche métallique ou en alliage métallique 22 remplit avantagusement une deuxième fonction de couche d'accroche de la couche de matière 8 au sein des cavités, en améliorant l'adhérence de la couche de matière 8 sur le composant 1.

[0033] Par ailleurs, pour optimiser l'étape de retrait décrite ci-dessus, il est très avantageux qu'il y ait une discontinuité de la couche métallique ou en alliage métallique 22 au niveau de la au moins une cavité 7. Ainsi, il est avantageux qu'il n'y ait pas de couche métallique ou en alliage métallique 22 déposée sur tout ou partie des flancs 18 de la au moins une cavité, notamment pas en partie haute de ces flancs 18. Autrement dit, la couche métallique ou en alliage métallique 22 ne s'étend que sur le fond 17 de la cavité 7 ou ne s'étend pas sur les flancs 18, ou s'étend sur une hauteur négligeable des flancs 18, notamment pas en partie haute des flancs. Pour faciliter ce résultat, il est aussi avantageux que la au moins une cavité 7 présente elle-même une discontinuité au niveau de la frontière entre la surface 11 et les flancs 18 de la cavité 7. C'est notamment le cas lorsque les flancs 18 sont verticaux ou sensiblement verticaux. En complément, l'épaisseur de la couche de matière 8 est suffisamment épaisse pour qu'elle puisse complètement recouvrir la couche métallique ou en alliage métallique 22 dans les cavités 7, notamment au moins sur le fond 17 des cavités 7, et ne pas présenter de trous susceptibles de laisser passer l'acide à travers lors d'une attaque chimique réalisée dans cette étape de retrait. Ainsi, selon un mode de réalisation privilégié, l'épaisseur de la couche de matière 8 est d'au moins 100 nm, notamment est comprise entre 100 nm à 200 nm. En remarque, l'épaisseur de la couche de matière 8 est préférentiellement supérieure à celle de la couche métallique ou en alliage métallique 22. Plus généralement, toute configuration, regroupant tout ou partie des caractéristiques proposées ci-dessus, permettant de rendre la couche métallique ou en alliage métallique 22 non accessible à l'intérieur de la au moins une cavité 7, est très avantageuse pour garantir le non retrait des deux couches superposées 22,

8 au niveau de la au moins une cavité.

[0034] Enfin, le procédé peut comprendre une étape, optionnelle, consistant à détacher E6 les ébauches 1a du substrat 10a. Pour faciliter la mise en œuvre cette étape, l'ébauche 1a de composant peut comporter une zone de rupture partiellement gravée, notamment telle que décrite dans le document EP3632839A1.

[0035] Naturellement, la composition de la couche métallique ou en alliage métallique 22 sera adaptée au cas par cas à celle de la couche de matière 8 choisie, par exemple en fonction de la matière choisie et/ou de son épaisseur. La couche métallique ou en alliage métallique 22 présentera une composition différente de celle de la couche de matière 8 dans le cas où cette dernière est métallique.

[0036] Selon des variantes de réalisation, l'étape consistant à déposer E4 une matière consiste en une étape d'application sur le fond 17 de la ou des cavités 7 d'une couche de matière 8 qui est une couche d'une peinture, appliquée par toute technique connue de l'homme de métier, comme une technique de pulvérisation ou par le biais d'un pinceau. En alternative, une couche d'une laque, d'un vernis ou d'un composite, en particulier d'un composite luminescent, peut être appliquée.

[0037] L'épaisseur de ladite couche de matière 8 peut correspondre sensiblement à la profondeur de la cavité 7 dans laquelle elle est déposée. Dans ce cas de figure, l'épaisseur de ladite couche de matière 8 peut être préférentiellement très légèrement inférieure à la profondeur de la cavité 7.

[0038] En remarque, dans tous les modes de réalisation et leurs variantes, il est possible de réaliser l'étape de dépôt de matière E4 après la mise en œuvre de l'étape consistant à détacher E6 l'ébauche 1a du substrat 10a, notamment dans le cadre d'une application manuelle de la couche de matière 8 selon la réalisation décrite ci-dessus.

[0039] De plus, dans tous les modes de réalisation, toutes les étapes pourraient être mises en œuvre sur une ébauche 1a de composant seule, non liée à un substrat. Elles peuvent de plus être mises en œuvre à différentes étapes de la fabrication d'un composant horloger, c'est-à-dire sur une ébauche d'un tel composant horloger, en cours de fabrication, voire directement sur un composant horloger finalisé ou quasi-finalisé.

[0040] Un tel procédé est tout particulièrement adapté à la fabrication d'un ressort-spiral, en utilisant la variante consistant à réaliser la ou les cavités de l'invention avant de graver les spires, sinon il serait en pratique délicat de positionner une résine liquide sur des spires pour graver les cavités de l'invention puisque de la résine coulerait entre ces spires, dans le cas de figure où l'étape E3 est une étape de gravure ionique réactive profonde.

[0041] Finalement, il apparaît que l'invention atteint les objets recherchés par la combinaison des deux étapes essentielles suivantes appliquées sur au moins une portion comprenant une surface, en particulier une surface supérieure, d'une ébauche de composant horloger ou

d'un composant horloger :

- graver E3 ladite surface de l'ébauche ou du composant horloger pour former au moins une cavité ;
- déposer une matière E4 dans ladite au moins une cavité pour former une couche de matière 8,

[0042] Une couche métallique ou en alliage métallique 22 intermédiaire, servant de couche sacrificielle et/ou d'accroche, étant intercalée entre la surface 11 du composant et la couche de matière 8.

[0043] Dans tous les modes de réalisation et leurs variantes, la profondeur d'au moins une cavité, et de préférence de toutes les cavités, est avantageusement inférieure à 10 μm , voire inférieure à 6 μm . Cette profondeur est de plus optionnellement supérieure à 3 μm . Ainsi, cette profondeur peut être comprise entre 3 μm et 10 μm , voire entre 3 μm et 6 μm . De manière surprenante, il apparaît à l'œil nu que le contraste entre au moins une cavité 7 et la surface 11 est d'autant plus marqué que la profondeur de ladite au moins une cavité 7 est faible pour un composant horloger de petit format tel qu'un composant de mouvement horloger comme un ressort spiral. Cela est d'autant plus notable lorsque la couche de matière 8 est métallique ou en un alliage métallique et que le composant comprend notamment tout ou partie du silicium.

[0044] De plus, la profondeur d'au moins une cavité, et de préférence de toutes les cavités, peut de plus être supérieure ou égale à l'épaisseur d'un éventuel revêtement de dioxyde de silicium 13 présent sur ladite surface lorsque le composant comprend tout ou partie du silicium. Un tel revêtement de dioxyde de silicium peut comprendre une épaisseur comprise entre 0.1 μm et 5 μm .

[0045] En variante, particulièrement adaptée si le composant 1 est un composant d'habillage comme par exemple un disque de lunette, en particulier en céramique, la profondeur d'au moins une cavité, et de préférence de toutes les cavités, est comprise entre 10 μm et 100 μm , voire comprise entre 15 μm et 80 μm , voire comprise entre 20 μm et 50 μm .

[0046] Dans le cas notamment d'un composant de mouvement horloger, au moins une cavité, de préférence toutes les cavités, peut de plus présenter une longueur d'au moins 100 μm , voire d'au moins 150 μm , voire d'au moins 200 μm , voire d'au moins 250 μm , dans au moins une direction. Cette longueur peut être inférieure ou égale à 800 μm , voire inférieure ou égale à 600 μm , voire inférieure ou égale à 500 μm , voire inférieure ou égale à 400 μm .

[0047] La matière déposée dans la au moins une cavité peut être un métal ou un alliage métallique. En variante, elle peut être une peinture, une laque, un vernis, un composite, notamment en particulier un composite luminescent, avec optionnellement une couche métallique d'accroche intermédiaire.

[0048] Dans les modes de réalisation et leurs variantes, la matière déposée dans la au moins une cavité pré-

sente avantageusement une épaisseur strictement inférieure à la profondeur de la cavité. L'épaisseur de dépôt peut être supérieure ou égale à 100 nm. Elle peut être comprise entre 100 nm et 1000 nm, avantageusement entre 100 nm et 200 nm. En variante, elle peut présenter une épaisseur égale ou sensiblement égale à la profondeur de la cavité. De plus, la somme de l'épaisseur de la couche de matière 8 et de l'épaisseur de la couche métallique ou en alliage métallique 22 peut être strictement inférieure à la profondeur de la cavité, ou sensiblement égale à la profondeur de la cavité.

[0049] L'invention s'applique particulièrement bien à tout composant de mouvement horloger en matériau micro-usinable, c'est-à-dire obtenu à partir de techniques de micro-fabrication, en particulier celles faisant intervenir la photolithographie ou celles faisant intervenir l'usage d'un laser. Ainsi, un tel composant de mouvement horloger, en particulier sa forme générale, peut par exemple être obtenu, au moins partiellement, par une étape de gravure ionique réactive profonde (sigle DRIE en anglais). En alternative, un tel composant de mouvement horloger, en particulier sa forme générale, peut par exemple être obtenu, au moins partiellement, par technologie UV-Liga (Lithographie Galvanik Abformung).

[0050] Le composant horloger selon l'invention peut comprendre tout ou partie du silicium, sous toute forme. Il peut ainsi comprendre du silicium monocristallin quelle que soit son orientation, du silicium polycristallin, du silicium amorphe, du dioxyde de silicium amorphe, du silicium dopé quels que soient le type et le niveau de dopage. Il peut notamment être fabriqué à partir d'un substrat SOI (silicium sur isolant).

[0051] Le composant horloger selon l'invention peut également comprendre du carbure de silicium, du verre, de la céramique, du quartz, du rubis ou encore du saphir. En alternative, il peut être en métal ou en un alliage métallique, notamment un alliage métallique au moins partiellement amorphe. Par exemple, un tel composant peut comprendre du nickel ou du nickel-phosphore, ou encore de l'acier, du titane, un alliage d'or, ou un alliage platinoïde.

[0052] Naturellement, l'invention ne se limite pas aux modes de réalisation décrits, et il est possible d'imaginer d'autres réalisations, par exemple par combinaison des modes de réalisation et/ou de leurs variantes. En particulier, l'étape de gravage E3 peut combiner la mise en œuvre d'une gravure ionique réactive profonde en utilisant un masque obtenu par photolithographie et un gravage par laser, notamment par un laser femtoseconde.

[0053] Il apparaît donc que l'invention atteint les objets recherchés en combinant avantageusement une gravure sur une surface d'un composant et son remplissage partiel, voire total, d'une matière, par l'intermédiaire d'une couche métallique ou en alliage métallique sacrificielle. Cette combinaison permet de former un marquage lisible, en particulier un marquage visible et attractif, même sur une petite surface, sans impacter la fonctionnalité d'un composant de mouvement horloger. Avantageuse-

ment, cette surface est une surface supérieure ou une surface visible, notamment une surface visible lorsque le composant est assemblé au sein d'une pièce d'horlogerie, en particulier au sein d'un mouvement horloger. Alternativement, cette surface est une surface inférieure ou une surface non visible.

[0054] Le marquage peut être prévu à des fins décoratives. Alternativement ou complémentaiement, il peut être prévu à des fins d'identification. Les variantes du procédé selon l'invention, qui font intervenir un laser, en particulier un laser femtoseconde, sont particulièrement avantageuses afin d'individualiser le marquage sur un composant horloger, en particulier un composant de mouvement horloger, notamment sur un ressort-spiral particulier. Le marquage peut par exemple former un numéro de série ou un résultat de mesure.

[0055] L'invention porte aussi sur un composant horloger obtenu par le procédé de fabrication décrit précédemment. Le composant peut être un composant de mouvement horloger comme une bascule, une roue, par exemple une roue d'un dispositif d'échappement, une ancre, un balancier ou un ressort-spiral, notamment un ressort-spiral d'oscillateur. En variante, le composant horloger peut être un composant d'habillage comme une lunette ou un disque de lunette, ou un rehaut. Notamment, selon un mode de réalisation particulier, le composant peut être un composant de mouvement horloger comme un ressort-spiral en matériau micro-usinable comprenant une première portion formant un organe de liaison comprenant une surface, en particulier une surface supérieure ou une surface visible, et une deuxième portion moins rigide que la première portion comprenant au moins une lame enroulée en forme de spiral formant un ressort, la surface de la première portion comprenant au moins une cavité dans laquelle est déposée une matière selon l'invention. Plus généralement, le composant horloger, ou au moins la portion comprenant la surface considérée par l'invention, se présente avantageusement à base d'un matériau micro-usinable, notamment à base de silicium, c'est-à-dire comprenant en poids au moins 50% de matériau micro-usinable.

[0056] La figure 3 illustre ainsi un ressort-spiral obtenu par un procédé de fabrication selon l'un des modes de réalisation décrits précédemment. Il comprend au moins une lame 2 dont la surface supérieure 12 est située dans un plan P1, et dont l'extrémité externe est venue de fabrication avec un organe de liaison 3 dont la rigidité est sensiblement supérieure à celle de l'au moins une lame 2. Le ressort spiral 1 comprend en outre une virole 4 d'axe A1, qui est venue de fabrication avec l'extrémité interne de l'au moins une lame 2.

[0057] L'organe de liaison 3 comprend une première portion centrale 31 en forme de portion d'anneau agencée autour de la lame 2, dont l'étendue angulaire est de l'ordre de 100 degrés en regard de l'axe A1. Cet organe de liaison 3 comprend également deux portions coudées 32 disposées de part et d'autre de la première portion centrale 31, qui comprennent chacune un élément de

positionnement 5 et/ou de fixation dudit ressort-spiral, qui se présente ici sous la forme d'une ouverture.

[0058] L'organe de liaison 3 présente la particularité de comprendre des motifs (ou indications) 6 apposés sur sa surface 11 supérieure, positionnée dans le plan P1, notamment au niveau de sa portion centrale 31. La surface 11 supérieure est ici formée dans la continuité de la surface supérieure 12 de l'au moins une lame 2 du ressort-spiral.

[0059] Les motifs 6 résultent du procédé décrit précédemment, et comprennent des cavités 7 formées depuis la surface 11 supérieure, dans laquelle une couche de matière 8 est déposée.

[0060] L'étendue e des motifs, c'est-à-dire aussi l'étendue des cavités, mesurée radialement relativement à l'axe A1, peut être supérieure à 100 μm , voire supérieure à 150 μm , voire supérieure à 200 μm , voire supérieure à 250 μm . De tels motifs ou indications 6 peuvent ainsi être visibles ou lisibles une fois le ressort-spiral 1 monté au sein d'un balancier assemblé, lui-même assemblé au sein d'un mouvement horloger.

[0061] Ce ressort-spiral peut être un ressort-spiral pour balancier-spiral. Il peut être monobloc. Il peut se présenter en silicium, et il peut être fabriqué à partir d'un substrat en silicium ou à partir d'un substrat SOI (silicium sur isolant). La surface considérée par l'invention peut être recouverte d'un revêtement de dioxyde de silicium.

[0062] L'invention porte aussi sur une pièce d'horlogerie comprenant un tel composant horloger. Elle porte en particulier sur un mouvement horloger comprenant un tel composant de mouvement horloger.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) comprenant au moins une portion comprenant une surface (11), en particulier une surface supérieure, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins les étapes suivantes:

- Graver (E3) ladite surface (11) du composant horloger (1) ou d'une ébauche (1a) du composant horloger (1) pour former au moins une cavité (7) ;
- Déposer (E7) une couche métallique ou en alliage métallique (22) sur ladite surface (11), à la fois dans la au moins une cavité (7) et hors de la au moins une cavité (7) ;
- Déposer une matière (E4) sur ladite couche métallique ou en alliage métallique (22), au moins au sein de la au moins une cavité (7), pour former une couche de matière (8), cette matière étant différente du métal ou de l'alliage métallique de ladite couche métallique ou en alliage métallique (22), cette couche métallique ou en alliage métallique (22) formant une couche d'accroche de ladite couche de matière (8).

2. Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la profondeur de ladite au moins une cavité (7) est inférieure à 10 μm , voire inférieure à 6 μm et optionnellement supérieure à 3 μm . 5
3. Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la profondeur de ladite au moins une cavité (7) est comprise entre 10 μm et 100 μm , voire comprise entre 15 μm et 80 μm , voire comprise entre 20 μm et 50 μm . 10
4. Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit métal ou alliage métallique de la couche métallique ou en alliage métallique (22) est de l'aluminium, du chrome, ou du titane, ou un alliage d'aluminium, de chrome, ou de titane. 15
5. Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape consistant à déposer une matière (E4) dans ladite au moins une cavité (7) comprend le dépôt d'un métal ou d'un alliage métallique, ou le dépôt d'une peinture, d'une laque, d'un vernis, d'un composite, en particulier d'un composite lumineux. 20
6. Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape consistant à graver (E3) ladite surface (11) forme au moins une cavité comprenant un fond (17) et des flancs (18) perpendiculaires audit fond (17), et/ou **en ce que** l'étape consistant à déposer (E7) une couche métallique ou en alliage métallique (22) est telle que la couche métallique ou en alliage métallique (22) ne s'étend pas sur toute la hauteur des flancs (18), notamment pas en partie haute des flancs, voire ne s'étend que sur le fond (17) de la au moins une cavité. 25
7. Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape consistant à déposer (E7) une couche métallique ou en alliage métallique (22) et/ou **en ce que** l'étape consistant à déposer une matière (E4) dans ladite au moins une cavité (7), en particulier sur le fond (17), est réalisée par un dépôt directionnel, notamment un dépôt physique en phase vapeur (PVD), notamment par un dépôt par évaporation thermique par faisceau à électron (EBE). 30
8. Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite portion comprenant ladite surface (11) comprend un matériau micro-usinable, notamment en tout ou partie du silicium, comme du silicium monocristallin, du silicium polycristallin, du silicium amorphe, du dioxyde de silicium amorphe, du silicium dopé, du carbure de silicium, ou du verre, de la céramique, du quartz, du rubis, du diamant, ou comprend un métal ou un alliage métallique, notamment un alliage métallique au moins partiellement amorphe, comme du nickel ou du nickel-phosphore, ou encore de l'acier, du titane, un alliage d'or, ou un alliage platinoïde. 35
9. Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** ladite portion comprenant ladite surface (11) se présente en silicium et **en ce qu'il** comprend une étape d'oxydation (E8) du silicium, formant une couche de dioxyde de silicium (13) sur ladite surface (11), à la fois dans la au moins une cavité (7) et hors de la au moins une cavité (7), réalisée après la mise en œuvre de l'étape consistant à graver (E3) ladite surface (11), et/ou **en ce qu'il** comprend une étape d'oxydation (E8) du silicium, formant une couche de dioxyde de silicium (13) sur ladite surface (11), à la fois dans la au moins une cavité (7) et hors de la au moins une cavité (7), réalisée avant la mise en œuvre de l'étape consistant à déposer (E7) une couche métallique ou en alliage métallique (22) sur ladite surface (11). 40
10. Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape consistant à graver (E3) ladite surface de la portion dudit composant horloger (1) ou d'une ébauche (1a) dudit composant horloger (1) comprend la mise en œuvre d'une gravure ionique réactive profonde au travers d'un masque obtenu par photolithographie et/ou comprend la mise en œuvre d'un gravage par laser, notamment par un laser femtoseconde. 45
11. Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'étape consistant à graver (E3) ladite surface de la portion est réalisée dans une même opération qu'une étape consistant à graver un contour dudit composant horloger (1), et/ou **en ce que** l'étape consistant à graver (E3) ladite surface de la portion est réalisée avant une étape consistant à graver un contour dudit composant horloger (1), et/ou **en ce que** l'étape consistant à graver (E3) ladite surface de la portion comprend une étape de positionnement d'un premier masque sur un substrat (10a), notamment sur ladite surface (11) dudit substrat (10a), de sorte à réaliser l'étape consistant à graver (E3) au moins une cavité (7) à partir de ce premier masque, et une étape de positionnement d'un deuxième masque distinct du premier masque sur ledit substrat (10a), notamment sur une autre surface dudit substrat (10a), de sorte à graver un 50

contour de l'ébauche (1a) de composant horloger (1) à partir de ce deuxième masque.

12. Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il comprend une étape intermédiaire entre les étapes consistant d'une part à déposer (E7) une couche métallique ou en alliage métallique (22) et d'autre part à déposer une matière (E4) sur ladite couche métallique ou en alliage métallique (22), cette étape intermédiaire comprenant le dépôt d'un masque (24) sur la couche métallique ou en alliage métallique (22), ce masque (24) comprenant au moins une ouverture superposée à la au moins une cavité (7), de surface supérieure ou égale à la surface de la cavité, de sorte à ne pas recouvrir la au moins une cavité. 5
13. Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il comprend une étape consistant à retirer (E5) la couche métallique ou en alliage métallique (22) déposée en dehors de ladite au moins une cavité (7), notamment par attaque chimique sélective, ultérieure à l'étape consistant à déposer une matière (E4) dans ladite au moins une cavité (7). 10 20 25
14. Procédé de fabrication d'un composant horloger (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le composant horloger est un composant de mouvement comme une bascule, une roue, en particulier une roue d'un dispositif d'échappement, un ressort, en particulier un ressort-spiral, une ancre, un balancier, ou un composant d'habillage comme une lunette, en particulier une lunette ou un disque de lunette ou un rehaut. 30 35
15. Composant horloger comprenant au moins une première portion comprenant une surface (11), en particulier une surface supérieure, **caractérisé en ce qu'**il comprend au moins une cavité (7) comprenant des flancs (18) et un fond (17), agencée dans ladite surface (11), et **en ce qu'**il comprend une couche métallique ou en alliage métallique (22) agencée sur le fond (17) de ladite cavité et ne s'étendant pas sur les flancs (18) ou ne s'étendant pas sur toute la hauteur des flancs (18), et une couche de matière (8) agencée sur la couche métallique ou en alliage métallique (22) au moins dans ladite au moins une cavité (7), la couche métallique ou en alliage métallique (22) remplissant la fonction d'accroche de ladite couche de matière (8), et **caractérisé en ce que** l'épaisseur de la couche de matière (8) est supérieure à l'épaisseur de la couche métallique ou en alliage métallique (22). 40 45 50 55
16. Composant horloger selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'épaisseur de la cou-

che métallique ou en alliage métallique (22) est inférieure ou égale à 100 nm, et/ou **en ce que** l'épaisseur de la couche de matière (8) est comprise entre 100 nm et 200 nm, et/ou **en ce que** la profondeur de ladite au moins une cavité (7) est inférieure à 10 μm , voire inférieure à 6 μm et optionnellement supérieure à 3 μm et/ou **en ce que** la somme de l'épaisseur de la couche de matière (8) et de l'épaisseur de la couche métallique ou en alliage métallique (22) est strictement inférieure à la profondeur de la cavité et/ou **en ce que** l'étendue de la au moins une cavité est supérieure à 100 μm , voire supérieure à 150 μm , voire supérieure à 200 μm , voire supérieure à 250 μm .

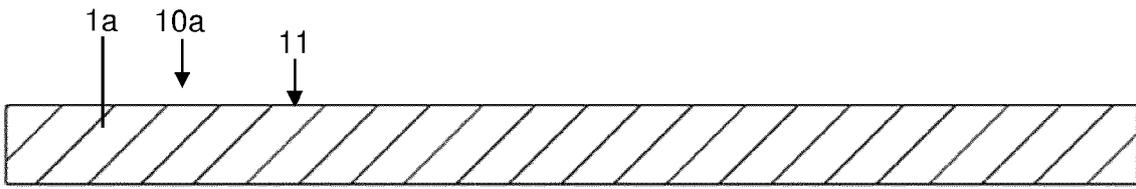


Figure 1a

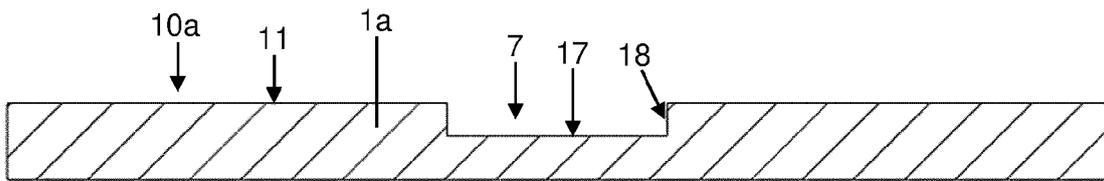


Figure 1b

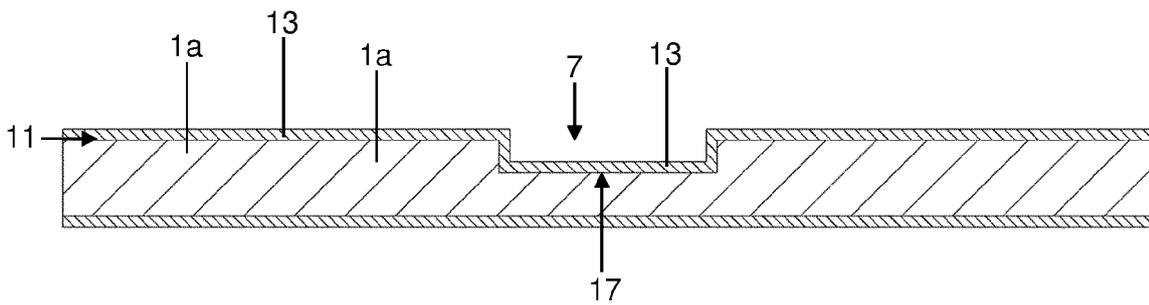


Figure 1c

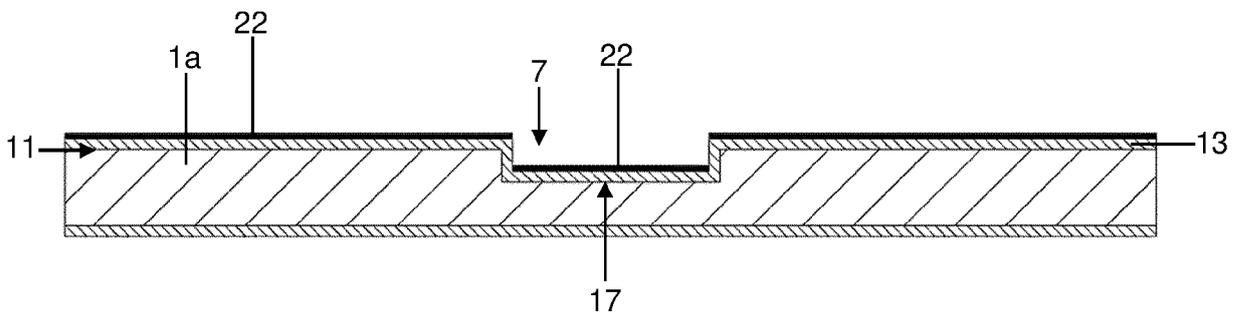


Figure 1d

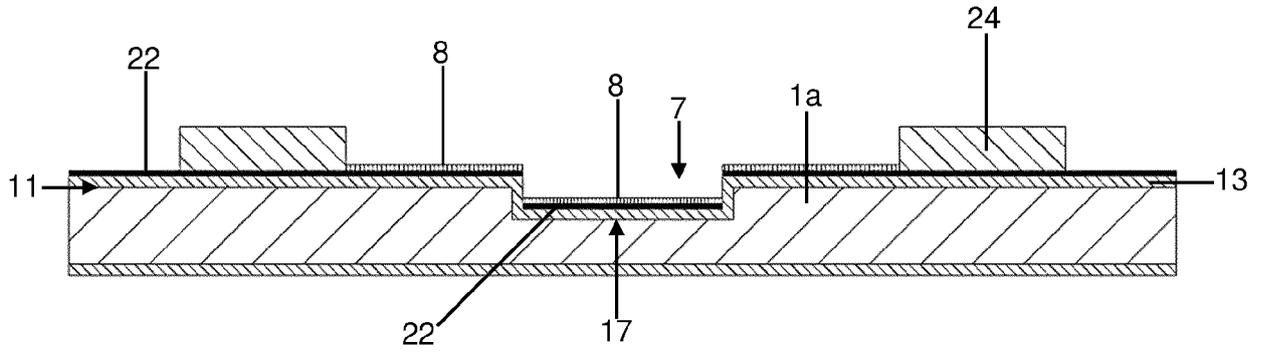


Figure 1e

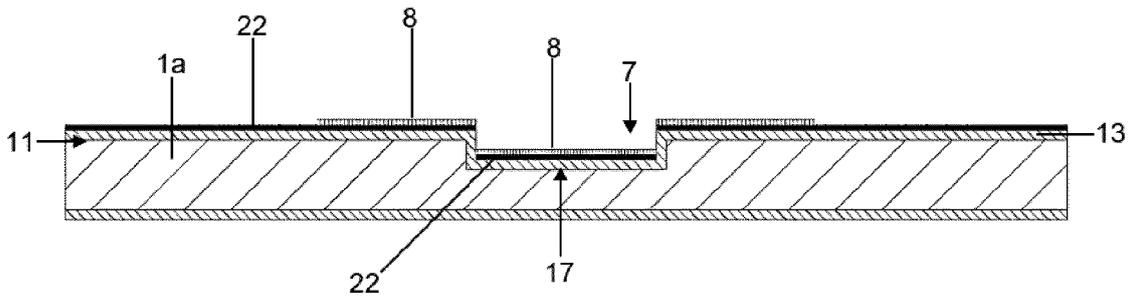


Figure 1f

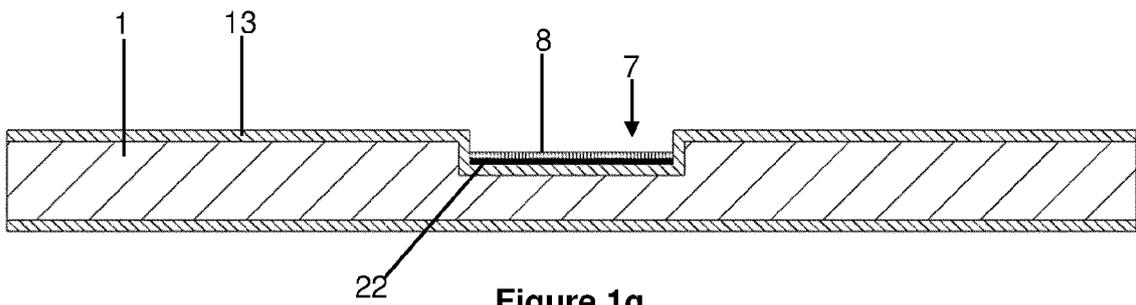


Figure 1g

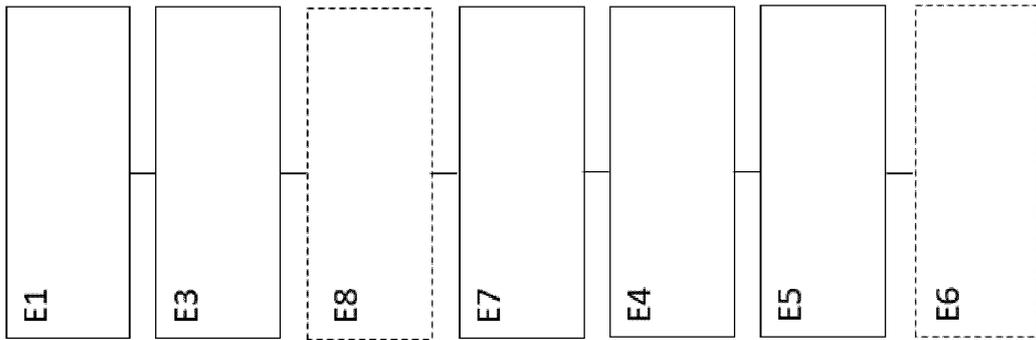


Figure 2

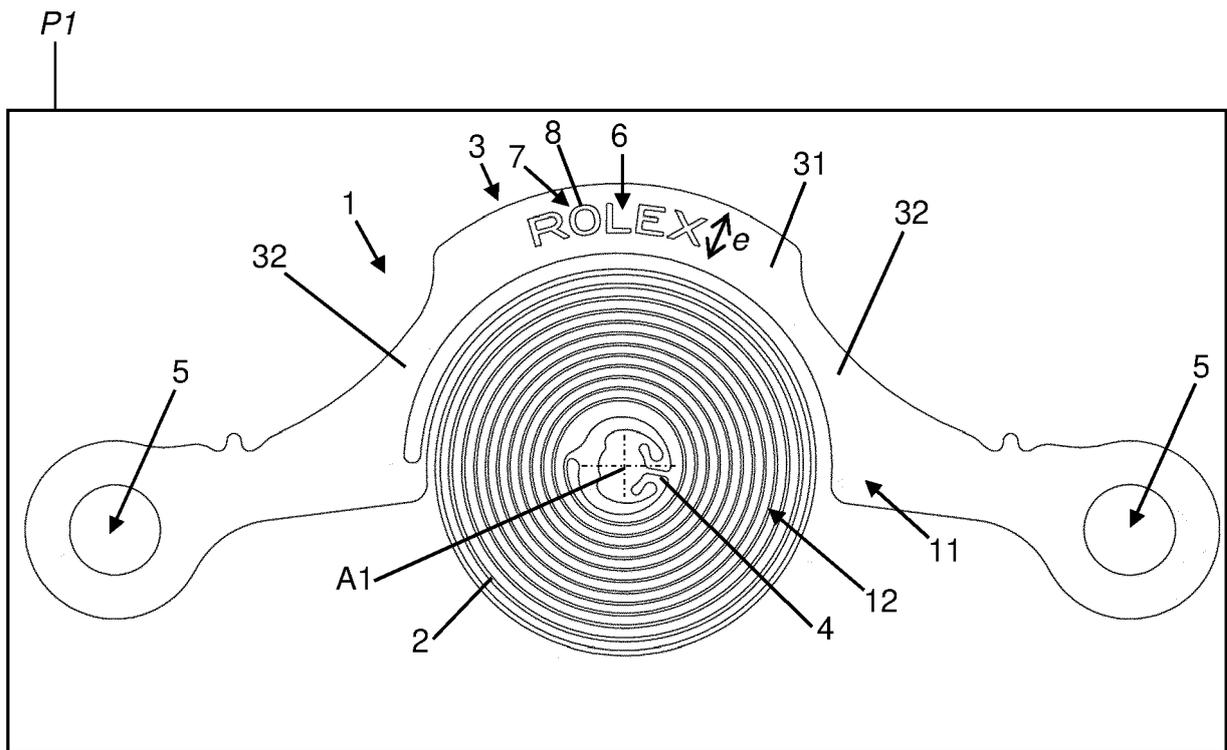


Figure 3



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 18 7582

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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 1 548 524 A1 (ROLEX SA [CH]) 29 juin 2005 (2005-06-29)	1, 4-8, 11, 13-16	INV. G04B17/06
A	* alinéas [0017], [0028]; figures 1-7 * * alinéas [0001], [0013], [0017], [0018], [0020], [0025] - [0028] * * alinéas [0026] - [0034] * -----	2, 3, 9, 10	G04B19/18 G04B19/28 G04B45/00 G04D3/00 B23K26/00
X	EP 2 237 698 B1 (COMMISSARIAT L ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES [FR]) 22 avril 2015 (2015-04-22)	1, 2	C04B41/52 C23C28/00
A	* alinéas [0001], [0060], [0061]; figures 1C, 1D, 1I * -----	9, 11	ADD. G04B13/02 G04B15/14
X	EP 2 855 400 B1 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 1 juin 2016 (2016-06-01)	1, 3, 10	
A	* alinéas [0018], [0019]; figure 5 * * alinéas [0026], [0031], [0032], [0035] - [0037] * -----	9, 11	
X	EP 3 339 980 A1 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 27 juin 2018 (2018-06-27)	1	
A	* alinéas [0039], [0040], [0044] * * alinéas [0022], [0023], [0032], [0033] * -----	2, 3, 9-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) G04B G04D C23C B23K C04B
X	JP 2016 113653 A (CITIZEN HOLDINGS CO LTD; CITIZEN WATCH CO LTD) 23 juin 2016 (2016-06-23)	1, 5, 8	
A	* alinéas [0014], [0016], [0017], [0020], [0021] * -----	9, 11	
X	CH 710 716 A2 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 15 août 2016 (2016-08-15)	1, 11, 12, 15	
	* alinéas [0068], [0020] * -----		
		-/--	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 20 mars 2023	Examineur Cavallin, Alberto
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 intercalaire			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 18 7582

5

10

15

20

25

30

35

40

45

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 2 902 177 B1 (MESTEL SA [CH]) 13 mars 2019 (2019-03-13) * alinéas [0030], [0031], [3642] - [0044]; figure 6 *	1,15,16	
X	CH 714 234 A1 (HORLASER S A [CH]) 15 avril 2019 (2019-04-15) * alinéas [0043] - [0046]; figure 10 * * alinéas [0049], [0055] *	1,11,15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 20 mars 2023	Examineur Cavallin, Alberto
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 intercalaire			

3 EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

50

55



5

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.

10

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):

15

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.

20

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:

25

voir feuille supplémentaire B

30

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.

35

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.

40

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:

45

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:

50

55

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 22 18 7582

5

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 :

10

1. revendications: 1-11, 13, 14

- la cavité est gravée ;
 - la couche métallique ou en alliage métallique est déposée également hors de la cavité ;
 - la matière (déposée sur ladite couche métallique ou en alliage métallique) est différente du métal ou de l'alliage métallique de ladite couche métallique ou en alliage métallique. (rev.1)
- profondeur de la cavité < 100 micron (rev.s 2, 3)

15

20

1.1. revendication: 9

substrat en Si/SiO_x

1.2. revendication: 10

gravure ionique réactive profonde au travers d'un masque obtenu par photolithographie et/ou gravage par laser

25

1.3. revendication: 11

gravage particulier du contour dudit composant horloger

30

2. revendication: 12

dépôt d'un masque avec ouverture superposée à la cavité, masque qui ne recouvre pas la cavité

35

3. revendications: 15, 16

- la cavité comprend des flancs et un fond ;
- la couche métallique ou en alliage métallique est agencée sur le fond de ladite cavité et ne s'étend pas sur les flancs ou ne s'étend pas sur toute la hauteur des flancs ;
- l'épaisseur de la couche de matière est supérieure à l'épaisseur de la couche métallique ou en alliage métallique.

40

45

Prière de noter que toutes les inventions mentionnées sous point 1, qui ne sont pas nécessairement liées par un concept inventif commun, ont pu être recherchées sans effort particulier justifiant une taxe additionnelle.

50

55

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

EP 22 18 7582

5 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.

20-03-2023

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1548524	A1	29-06-2005	CN 1637663 A	13-07-2005
			DE 60315852 T2	17-01-2008
			EP 1548524 A1	29-06-2005
			HK 1073507 A1	07-10-2005
			JP 4920885 B2	18-04-2012
			JP 2005181340 A	07-07-2005
			US 2005136284 A1	23-06-2005

EP 2237698	B1	22-04-2015	AU 2009207633 A1	30-07-2009
			EP 2237698 A2	13-10-2010
			FR 2926748 A1	31-07-2009
			IL 207072 A	24-03-2013
			JP 5283711 B2	04-09-2013
			JP 2011514264 A	06-05-2011
			US 2010310839 A1	09-12-2010
WO 2009092794 A2	30-07-2009			

EP 2855400	B1	01-06-2016	CN 104379539 A	25-02-2015
			EP 2855400 A1	08-04-2015
			HK 1207362 A1	29-01-2016
			JP 5959732 B2	02-08-2016
			JP 2015520372 A	16-07-2015
			KR 20150012314 A	03-02-2015
			RU 2014152353 A	20-07-2016
			US 2015122774 A1	07-05-2015
WO 2013178412 A1	05-12-2013			

EP 3339980	A1	27-06-2018	CH 712968 B1	29-03-2018
			CH 713311 A2	29-06-2018
			EP 3339980 A1	27-06-2018
			WO 2018114205 A1	28-06-2018

JP 2016113653	A	23-06-2016	JP 6358944 B2	18-07-2018
			JP 2016113653 A	23-06-2016

CH 710716	A2	15-08-2016	AUCUN	

EP 2902177	B1	13-03-2019	CH 709184 A2	31-07-2015
			EP 2902177 A2	05-08-2015

CH 714234	A1	15-04-2019	AUCUN	

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- EP 3632839 A1 [0034]