



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
18.01.2012 Bulletin 2012/03

(51) Int Cl.:
G04B 17/06 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11405279.8**

(22) Date de dépôt: **11.07.2011**

(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) Inventeurs:
• **Bossart, Richard**
1004 Lausanne (CH)
• **Daout, Jérôme**
1180 Rolle (CH)

(30) Priorité: **12.07.2010 EP 10405134**

(74) Mandataire: **Stona, Daniel et al**
Moinas & Savoye S.A.
42, rue Plantamour
1201 Genève (CH)

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

(54) **Spiral pour oscillateur balancier de pièce d'horlogerie et son procédé de fabrication**

(57) La invention se rapporte à un spiral pour oscillateur balancier-spiral de pièce d'horlogerie qui peut être réalisé, notamment, dans un matériau à faible densité comme le silicium, le diamant ou le quartz.

Ce spiral comprend au moins une lame (2) dont la section transversale présente une épaisseur et une hauteur, cette lame (2) formant des spires dont l'une au

moins est munie d'une pluralité d'ajours (3) qui s'étendent dans le sens de la hauteur de la lame (2) et alternent avec des ponts (5), et il se distingue en ce que ces ajours (3) sont répartis au moins sur toute la longueur de la spire ou des spires ajourée(s).

L'invention concerne également un procédé pour la fabrication d'un tel spiral.

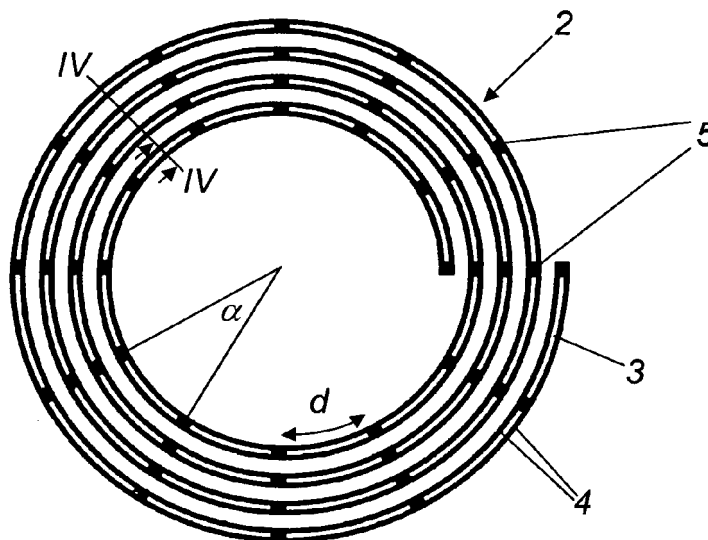


Fig. 2

Description

[0001] La présente invention se rapporte à un spiral pour oscillateur balancier-spiral de pièce d'horlogerie qui peut être réalisé, notamment, dans un matériau à faible densité comme le silicium, le diamant ou le quartz, ainsi qu'un procédé pour la fabrication d'un tel spiral.

[0002] Les matériaux à faible densité précités permettent de donner au spiral une géométrie complexe par des techniques de micro-fabrication, par exemple par masquage et gravure d'une plaque en silicium.

[0003] Les performances chronométriques du spiral dépendent directement de sa masse, car la masse du spiral contribue, pendant l'expansion et la contraction de ce dernier, aux forces qui s'exercent sur les pivots du balancier.

[0004] La demande de brevet européen publiée sous le numéro EP 1 921 518 décrit un élément d'assemblage pouvant équiper une pièce d'horlogerie. Cet élément comprend des lames rectilignes élastiques et des ajours (lumières de débatement) séparés par des ponts de matière. Il vise à permettre d'améliorer la force de son serrage contre un arbre.

[0005] La demande de brevet européen n° EP 2 233 989, déposée avant mais publiée après le dépôt de la présente demande, a trait à un ressort spiral qui peut comporter sur une partie de sa dernière spire, des ajours formés par un premier brin situé sur la courbe normale de cette spire et un second brin positionné de manière sensiblement parallèle, ces brins étant reliés de manière rigide par des ponts. Cet agencement vise à ramener le centre d'action du spiral en correspondance avec le centre du balancier associé au spiral, afin de corriger le spiral de son développement non concentrique (cf. paragraphe [0014] et figures).

[0006] Le but de la présente invention est de diminuer la masse d'un spiral pour pièce d'horlogerie, tout en gardant une rigidité équivalente à celle d'un spiral massif.

[0007] A cette fin, la présente invention a pour objet un spiral pour oscillateur balancier-spiral comprenant au moins une lame dont la section transversale présente une épaisseur et une hauteur, cette lame formant des spires dont l'une au moins est munie d'une pluralité d'ajours qui s'étendent dans le sens de la hauteur de la lame et alternent avec des ponts, ce spiral se distinguant en ce que ces ajours sont répartis au moins sur toute la longueur de la spire ou des spires ajourée(s).

[0008] Ainsi, grâce à l'invention, la masse de la lame est diminuée et il s'ensuit une amélioration de l'isochronisme de l'organe réglant balancier-spiral.

[0009] Selon un mode de réalisation de l'invention, les ajours sont répartis sur toute la longueur de la lame.

[0010] Les ajours peuvent être répartis régulièrement, soit avec une distance entre ponts constante, soit avec un pas angulaire entre ponts constants, ou irrégulièrement, avec un pas angulaire ou une distance entre ponts variable, sur toute la longueur de la ou les spires ou de toute la lame.

[0011] Avantageusement, les ajours et l'épaisseur de la lame sont dimensionnés de façon à ce que la rigidité de la lame soit la même que celle d'une lame de référence de section déterminée et sans ajours, ce qui est avantageux pour le comportement du spiral lors de chocs, compte tenu de la diminution de sa masse.

[0012] De préférence, les ajours ont une forme allongée et la lame comporte deux portions équidistantes solidaires l'une de l'autre et séparées par les ajours. En variante de réalisation, les ajours sont de forme circulaire ou elliptique.

[0013] Dans une forme d'exécution, les deux portions équidistantes ont chacune une épaisseur de dimension inférieure à la moitié de l'épaisseur de la lame de référence et sont séparées au niveau des ajours d'une distance supérieure à la moitié de l'épaisseur de la lame de référence sans ajours.

[0014] Par exemple, les épaisseurs des deux portions équidistantes de la lame sont chacune égale au quart de l'épaisseur de la lame de référence et l'épaisseur totale de la lame est égale à 1,05 fois l'épaisseur de la lame de référence sans ajours.

[0015] Dans une forme d'exécution, les ponts sont régulièrement situés le long de la lame avec un écart angulaire constant.

[0016] De préférence, l'écart angulaire entre les ponts alternant avec les ajours est choisi entre 1° et 360°.

[0017] Dans une forme d'exécution, l'écart angulaire entre les ponts est de 30° sur les spires intérieures et de 15° sur les spires extérieures.

[0018] Dans une autre forme d'exécution, les ponts sont régulièrement situés le long de la lame avec une distance entre ponts constante.

[0019] Avantageusement, la lame est réalisée en silicium, diamant ou quartz. Alternativement, la lame est réalisée dans un alliage métallique, par exemple un alliage à base de Ni.

[0020] Dans une forme d'exécution, la lame présente une épaisseur constante le long des spires.

[0021] Dans une autre forme d'exécution, la lame présente une épaisseur variable le long des spires.

[0022] Avantageusement, la lame comprend un noyau et une couche de matériau externe enveloppant le noyau, configurés de telle sorte que le rapport entre les dimensions du noyau et de la couche de matériau externe reste constant le long de la lame.

[0023] Par exemple, le noyau de la lame est en silicium et la couche de matériau externe est en dioxyde de silicium SiO₂.

[0024] L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un tel spiral.

[0025] Les dessins annexés illustrent, schématiquement et à titre d'exemple, un mode de réalisation d'un spiral, objet de cette invention, ainsi que des variantes de ce mode de réalisation.

La figure 1 est une vue en plan d'une portion de lame d'un spiral de l'état de la technique pour oscillateur

balancier-spiral de pièce d'horlogerie;
 la figure 2 est une vue en plan d'une forme d'exécution d'une portion de lame d'un spiral selon l'invention pour oscillateur balancier-spiral de pièce d'horlogerie;
 la figure 3 illustre une section transversale de la lame du spiral de la figure 1;
 la figure 4 illustre une section transversale de la lame du spiral selon la ligne IV-IV de la figure 2;
 la figure 5 représente un diagramme d'isochronisme obtenu avec un spiral dont la forme de lame correspond à la celle de la figure 1;
 la figure 6 représente un diagramme d'isochronisme obtenu avec un spiral dont la forme de lame correspond à celle de la figure 2;
 la figure 7 représente un diagramme d'écart de marche maximal ΔM entre positions obtenu avec un spiral dont la forme de la lame correspond à celle de la figure 1 et avec un spiral dont la forme de lame correspond à celle de la figure 2;
 la figure 8 représente une partie de la lame d'un spiral de l'état de la technique présentant une épaisseur variable;
 la figure 9 représente une partie de la lame d'un spiral selon l'invention présentant une épaisseur variable;
 la figure 10 représente une vue en plan d'une forme d'exécution de la lame du spiral selon l'invention, réalisée par photographie au microscope optique;
 la figure 11 représente une vue agrandie de la lame du ressort à spiral selon l'invention, réalisée par micrographie au microscope électronique ; et
 les figures 12a à 12g représentent des variantes de réalisation.

[0026] La lame de spiral est destinée à être reliée à un balancier de pièce d'horlogerie (non représenté) et elle se déforme élastiquement de façon concentrique durant sa contraction et son expansion, consécutives aux oscillations du balancier-spiral.

[0027] Comme représenté sur les figures 1 et 3, une lame 1 ou ruban d'un spiral de l'état de la technique comporte une section transversale de forme rectangulaire, de hauteur h et d'épaisseur e , et présente une extrémité interne reliée à une virole (non représentée) de fixation à l'arbre d'un balancier et une extrémité externe reliée à un point d'attache fixe (non représenté). La lame 1 monobloc est dite lame de référence 1 sans ajours.

[0028] De préférence, le spiral est réalisé dans un matériau à faible densité comme le silicium, le diamant ou le quartz par des techniques de micro-fabrication permettant de réaliser des géométries complexes de lame, par exemple par masquage, gravage et découpage d'une plaque de silicium.

[0029] Les directions respectivement axiale, radiale et angulaire sont utilisées par convention pour simplifier la description et correspondent sensiblement aux directions s'étendant suivant respectivement la hauteur de la section transversale, l'épaisseur de la section transver-

sale et chaque spire de lame.

[0030] Le spiral selon l'invention représenté sur les figures 2 et 11 comporte une lame 2 formant des spires qui présentent des ajours 3 espacés régulièrement sur toutes leurs longueurs, dans l'épaisseur de la lame, de façon à en diminuer le rapport masse/rigidité, et au final à en diminuer sa masse.

[0031] En d'autres termes, les ajours 3 traversent la lame 2 axialement, dans le sens de la hauteur de sa section transversale entre deux portions équidistantes 4, ce qui est mieux illustré sur la figure 4.

[0032] Les ajours 3 ont de préférence une forme allongée. Ils sont situés chacun entre des portions 4 équidistantes de la lame 2 alternant avec des ponts 5 solidarisant les deux portions 4 équidistantes.

[0033] Dans la forme d'exécution selon l'invention représentée par la figure 2, les ponts 5 sont régulièrement répartis le long de la lame 2 suivant un écart angulaire α de 30° , la longueur d'arc des ajours 3 augmentant vers l'extérieur de la lame 2 à chaque tour de spire du spiral.

[0034] L'écart angulaire α entre les ponts 5 peut être choisi entre 1° et 360° .

[0035] Cet écart angulaire α peut être choisi différent pour les spires intérieures et pour les spires extérieures, comme illustrés sur la figure 10, où il est égal à 30° pour les spires intérieures et à 15° pour les spires extérieures. Il peut aussi varier de façon continue, par exemple pour maintenir une distance entre deux ponts le long des spires d sensiblement constante.

[0036] La disposition des ponts 5, le dimensionnement des ajours 3 et l'épaisseur des portions 4 sont configurés de façon à assurer à la lame 2 de la figure 2 la même rigidité que celle de la lame de référence 1 sans ajours.

[0037] Comme illustré sur la figure 3, cette lame de référence 1 sans ajours, de section transversale 6 rectangulaire déterminée, est assimilable à une poutre de hauteur h et d'épaisseur e . Il est connu que la rigidité d'une telle poutre est proportionnelle à son moment d'inertie I égal à $I = h \cdot e^3 / 12$.

[0038] Comme illustré sur la figure 4, si l'influence des ponts 5 est négligée en première approximation, la lame 2 du spiral selon l'invention est assimilable à une poutre de hauteur h' et d'épaisseur totale e' formée de deux portions 4 équidistantes et symétriques, d'épaisseur e'' et séparées par un ajour 3 traversant deux faces planes opposées 7 des portions 4. Les deux portions 4 sont distantes de $e' - 2 \cdot e''$. Il est connu que la rigidité d'une telle poutre est proportionnelle à son moment d'inertie I' égal à $I' = (h \cdot e'^3 - h \cdot (e' - 2 \cdot e'')^3) / 12$.

[0039] Si l'épaisseur e'' de chacune des portions 4 de la lame 2 est égale à $e'' = 0,25 \cdot e$, en d'autres termes si la masse de la lame 1 est diminuée de 50% (la masse des ponts 5 étant négligée en première approximation), pour conserver la même rigidité, et donc le même moment d'inertie, c'est-à-dire pour obtenir $I' = I$, l'épaisseur totale e' de la lame 2 doit être égale à $e' = 1,05 \cdot e$.

[0040] De manière générale, à rigidité constante, c'est-à-dire pour obtenir $I' = I$, plus on diminue l'épaisseur

e" de chacune des deux portions équidistantes 4 de la lame 2, plus on augmente son épaisseur totale e'.

[0041] A titre d'exemple, pour réaliser le tracé du diagramme d'isochronisme de la figure 5, il a été utilisé une lame 1 de spiral de 17,25 tours et 3,3 mm de rayon, avec une épaisseur de spire constante e égale à $e=45\text{ }\mu\text{m}$, un pas entre deux spires de $100\text{ }\mu\text{m}$, et une courbe terminale de spire extérieure ayant une surépaisseur e' égale à $e'=1,5.e$.

[0042] A titre d'exemple, pour réaliser le tracé du diagramme d'isochronisme de la figure 6, il a été utilisé une lame 2 de spiral selon l'invention ayant la même rigidité que la lame 1 précédente. De plus la lame 2 comporte des ajours 3 réalisés de façon à ce que des ponts 5 soient situés tous les 30° sur les spires intérieures et tous les 15° sur les spires extérieures et à ce que l'épaisseur e" des deux portions équidistantes 4 soit égale à $e''=0,25.e$ et l'épaisseur totale e' de la lame 2 soit égale à $e'=1,05.e$.

[0043] En se référant maintenant plus précisément aux figures 5 et 6, sur les deux diagrammes d'isochronisme des lames 1 et 2 des spiraux ayant les caractéristiques susmentionnées, on a porté en abscisses l'amplitude A d'oscillation du balancier-spiral, exprimée en degrés, par rapport à sa position d'équilibre et en ordonnées, l'écart de marche M obtenu avec le spiral utilisé, exprimé en seconde par jour.

[0044] Ces deux diagrammes d'isochronisme représentent, chacun, six courbes illustrant l'écart de marche obtenu avec la lame 1 pour le premier et avec la lame 2 pour le deuxième, pour six positions différentes usuelles de mesure du balancier-spiral.

[0045] L'écart de marche entre positions, sur la figure 5, est typiquement de 3-4 s/j entre 200° et 300° d'amplitude avec une valeur de 3,62 s/j à 250° pour la lame 1 alors qu'il est, sur la figure 6, de 1-2 s/j entre 200° et 300° d'amplitude avec une valeur de 1,82 s/j à 250° pour la lame 2.

[0046] La lame 2 du spiral selon l'invention permet donc de diminuer de façon importante les écarts de marche de l'organe réglant, en les divisant par deux dans cet exemple.

[0047] La figure 7 illustre l'écart maximal de marche ΔM obtenu d'une part avec une lame 1 (courbe notée « 1 ») d'un spiral thermocompensé de 14 tours (14 spires), 5 mm de diamètre, une épaisseur constante de $44\text{ }\mu\text{m}$ et un pas de $136\text{ }\mu\text{m}$, d'autre part avec une lame 2 selon l'invention d'un spiral thermocompensé avec un nombre de tours, un diamètre et une rigidité équivalents, mais avec une masse de 0,5, respectivement 0,75, fois la masse du spiral avec la lame 1.

[0048] Elles montrent que la diminution de masse de la lame entraîne une diminution quasi-linéaire de l'écart maximal de marche. En effet, les trois courbes présentent sensiblement la même allure. Pour chaque diminution de 25% de la masse de la lame, l'écart maximal de marche du spiral est sensiblement diminué de 0,5 s/j à 200° d'amplitude, et montre une diminution d'allure com-

parable quelle que soit l'amplitude de l'oscillateur balancier-spiral.

[0049] La conformation des ajours 3 de la lame 2 du spiral selon l'invention est aussi avantageuse pour la thermo compensation d'une lame à épaisseur variable.

[0050] On sait que pour réaliser une thermo compensation, c'est-à-dire de minimiser une dérive thermique de la marche d'un oscillateur balancier-spiral muni d'un spiral, on peut, dans le cas du silicium Si, utiliser une lame 1 de référence sans ajours comportant un noyau 10 de silicium enveloppé par une couche 11 de matériau externe, par exemple en dioxyde de silicium SiO_2 amorphe, comme décrit dans le brevet EP 1422436. Les moyens de thermocompenser des matériaux autres que le Si sont connus de l'homme du métier.

[0051] Or, quand la section de la lame 1 du spiral change, comme par exemple pour un spiral de pas et d'épaisseur des spires variables, le rapport entre les dimensions du noyau 10 et de la couche 11 de matériau externe change aussi, comme illustré sur la figure 8, ce qui entraîne une thermo compensation qui n'est pas optimisée.

[0052] Pour une lame 2 d'épaisseur totale e' variable formée de deux portions équidistantes 4 d'épaisseur constante e" solidarisées par des ponts 5, le rapport entre les dimensions du noyau 12 et de la couche 13 de matériau externe reste avantageusement constant tout le long du spiral, même dans les parties de la lame 2 montrant une forte variation d'épaisseur totale e', comme illustré sur la figure 9.

[0053] Ceci permet de réaliser, pour la lame 2, une thermo compensation optimisée.

[0054] De plus, du fait que la surface oxydée est plus importante dans le cas de la lame 2 ajourée, l'épaisseur de SiO_2 nécessaire pour réaliser la thermo compensation est diminuée par rapport à l'épaisseur nécessaire pour la lame 1 de référence sans ajours.

[0055] Comme la lame 2 selon l'invention a une masse plus faible tout en gardant la même rigidité que celle de la lame de référence 1 sans ajours, elle sera moins sensible aux chocs.

[0056] La présente invention pourrait également s'appliquer à un spiral à spires de pas et d'épaisseur variables, comme ceux décrits dans la demande EP 2 299 336. Il est également envisageable de faire varier l'épaisseur des portions et leur écartement le long de la lame. Il est aussi possible que les deux portions montrent des épaisseurs différentes, ou d'utiliser plus que deux portions reliées par des ponts. On peut aussi faire varier l'espacement entre les ponts. De plus, les épaisseurs de chacune des deux portions de la lame peuvent également varier le long de la lame, tout comme leur espacement. En outre, les deux lames peuvent avoir des épaisseurs différentes et le rapport de ces épaisseurs peut évoluer le long de la lame.

[0057] Ces variantes permettent de faire varier la rigidité le long de la lame, et/ou d'obtenir une rigidité qui varie avec le couple développé.

[0058] D'autres paramètres peuvent être modifiés

pour optimiser encore les propriétés chronométriques du spiral comme le montrent les figures 12a à 12e.

[0059] La figure 12a représente un spiral dont les portions de lame ont une épaisseur qui varie entre les ponts, ce qui vise à maintenir les contraintes maximales constantes dans la section des portions et à minimiser les risques de rupture des lames.

[0060] La figure 12b représente une forme polygonale et la figure 12c une forme ondulée, ces formes visant à ajuster la compressibilité de la portion interne, soit le côté qui travaille en compression lors de la flexion, et d'influencer ainsi la linéarité du comportement élastique. Cela a pour objectif d'éviter des effets fortement non-linéaires dus au flambage de la partie intérieure. Ces formes et variations peuvent, bien entendu, évoluer le long de la lame, chaque portion de lame entre deux ponts pouvant avoir sa propre structure.

[0061] Il est également possible de modifier la forme et l'orientation des ponts et d'utiliser des ponts qui ne sont pas orientés perpendiculairement à la lame, comme les ponts inclinés visibles sur la figure 12d et/ou de prévoir des ponts qui ont une épaisseur et/ou une orientation variable entre les deux portions de lames, comme les ponts ondulés visibles sur la figure 12e.

[0062] Enfin, il est aussi envisageable d'utiliser des ponts qui ne sont pas orientés perpendiculairement à la lame et qui ont pour effet de augmenter la rigidité de la lame, comme sur la figure 12f ou sur la figure 12g.

[0063] La forme, la dimension et l'orientation des ponts peut ainsi avoir une influence plus ou moins importante sur la rigidité de lame. Ces paramètres sont aussi à prendre en compte de cas en cas pour l'optimisation de la forme de la lame afin d'obtenir un développement concentrique du spiral et de bonnes performances chronométriques du balancier-spiral.

[0064] Les spiraux selon l'invention sont avantageusement réalisés par des techniques de microfabrication, comme le procédé DRIE (« Deep Reactive Ion Etching ») pour le Si, le quartz ou le diamant, ou le procédé UV-LiGA (« Lithographie, Galvanoformung, Abformung ») pour des alliages de type Ni ou NiP. On peut aussi utiliser des procédés plus classiques comme l'usinage par laser, jet d'eau ou l'électroérosion si les dimensions des éléments et les tolérances requises le permettent.

[0065] Dans d'autres variantes de réalisation non représentées dans la présente demande, le spiral selon l'invention pourrait présenter plusieurs lames 2 décalées angulairement qui pourraient être éventuellement reliées entre elles par un anneau intermédiaire, telles que décrites et illustrées dans la demande de brevet EP 2 151 722.

[0066] La présente invention pourrait également s'appliquer, dans le domaine de l'horlogerie, à d'autres éléments flexibles tels que des ressorts, les bras d'un mobile, les parties flexibles d'un engrenage à rattrapage de jeu ou d'une virole.

Revendications

1. Spiral pour oscillateur balancier-spiral, comprenant au moins une lame (2) dont la section transversale présente une épaisseur et une hauteur, cette lame (2) formant des spires dont l'une au moins est munie d'une pluralité d'ajours (3) qui s'étendent dans le sens de la hauteur de la lame (2) et alternent avec des ponts (5), **caractérisé en ce que** ces ajours (3) sont répartis au moins sur toute la longueur de la spire ou des spires ajourée(s).
2. Spiral selon la revendication 1, dans lequel la lame (2) comporte des ajours (3) répartis sur toute sa longueur.
3. Spiral selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel les ajours (3) ont une forme allongée et en ce que la lame (2) comporte deux portions équidistantes (4) solidaires l'une de l'autre et séparées par les ajours (3).
4. Spiral selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel les ponts (5) sont régulièrement situés le long de la lame (2).
5. Spiral selon la revendication 4, dans lequel l'écart angulaire (α) entre les ponts (5) est choisi entre 5° et 360° .
6. Spiral selon l'une des revendications 4 et 5, dans lequel l'écart angulaire (α) entre les ponts (5) est de 30° sur les spires intérieures et de 15° sur les spires extérieures.
7. Spiral selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la distance linéaire séparant les ponts (5) le long de la lame (2) est constante.
8. Spiral selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel la lame (2) présente une épaisseur totale (e') constante le long des spires.
9. Spiral selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel la lame (2) présente une épaisseur totale (e') variable le long des spires.
10. Spiral selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel la lame (2) est réalisée en silicium, en diamant ou en quartz.
11. Spiral selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel la lame (2) comprend un noyau (12) et une couche (13) de matériau externe enveloppe ce noyau (12), le rapport entre les dimensions du noyau (12) et de la couche (13) de matériau externe restant constant le long de la lame (2).

12. Spiral selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le noyau (12) de la lame (2) est en silicium et la couche (13) de matériau externe est en dioxyde de silicium SiO₂ 5
13. Spiral selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** les ajours (3) sont de forme circulaire ou elliptique.
14. Procédé de fabrication d'un spiral pour oscillateur balancier-spiral, dans lequel on réalise une lame (2) dont la section transversale présente une épaisseur et une hauteur, cette lame (2) formant des spires dont l'une au moins est munie d'une pluralité d'ajours (3) qui s'étendent dans le sens de la hauteur de la lame (2) et alternent avec des ponts (5), **caractérisé en ce que** ces ajours (3) sont réalisés au moins sur toute la longueur de la spire ou des spires ajourée(s). 10 15
15. Procédé selon la revendication 16, dans lequel la lame (2) est réalisée avec des ajours (3) répartis sur toute sa longueur. 20
16. Procédé selon l'une des revendications 15 et 16, dans lequel on dimensionne les ajours (3) et l'épaisseur de la lame (2) de façon à ce que la lame (2) ait la même rigidité que celle d'une lame de référence (1) de section déterminée et sans ajours. 25
17. Procédé selon l'une des revendications 14 à 16, dans lequel on réalise les ajours (3) avec une forme allongée et la lame (2) avec deux portions équidistantes (4) solidaires l'une de l'autre et séparées par les ajours (3). 30 35
18. Procédé selon la revendication 17, dans lequel on réalise les deux portions équidistantes (4) avec chacune une épaisseur (e'') de dimension inférieure à la moitié de l'épaisseur de la lame de référence (1) sans ajours et en les séparant au niveau des ajours (3) d'une distance supérieure à la moitié de l'épaisseur de la lame de référence (1). 40
19. Procédé selon la revendication 18, dans lequel on choisit des épaisseurs (e'') des deux portions équidistantes (4) de la lame (2) qui sont chacune égales au quart de l'épaisseur de la lame de référence (1), et une épaisseur totale (e') de la lame (2) égale à 1,05 fois l'épaisseur de la lame de référence (1). 45 50

55

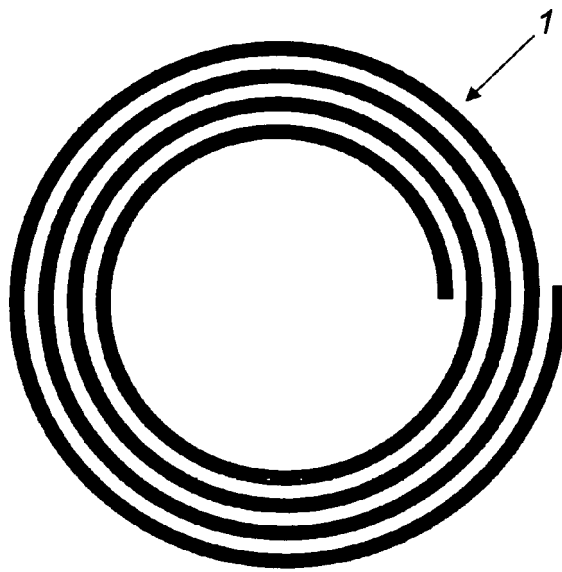


Fig. 1

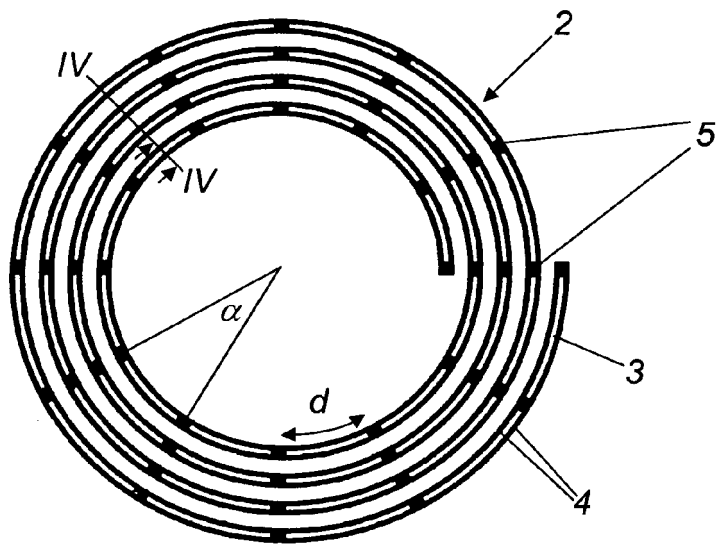


Fig. 2

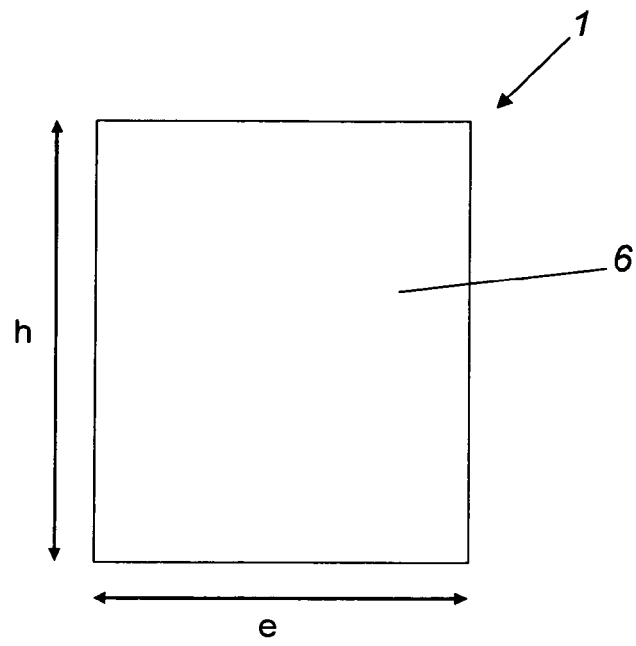


Fig. 3

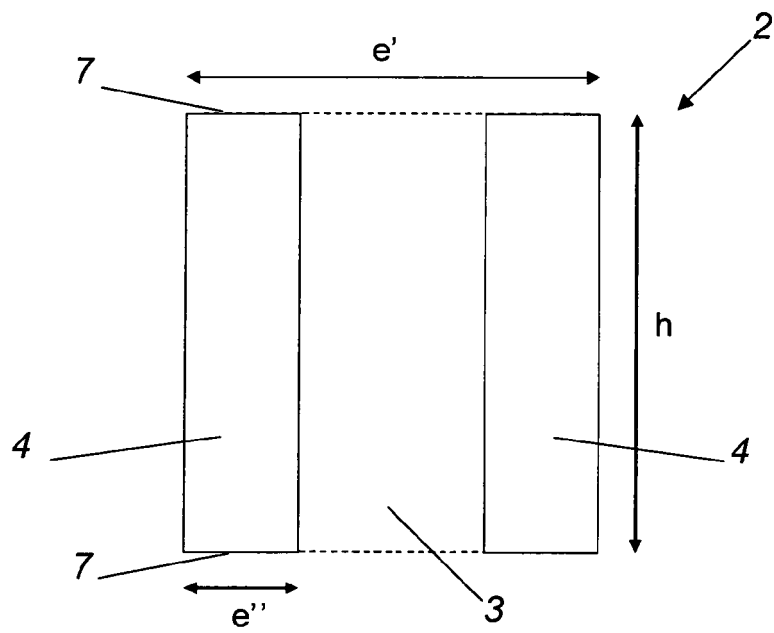


Fig. 4

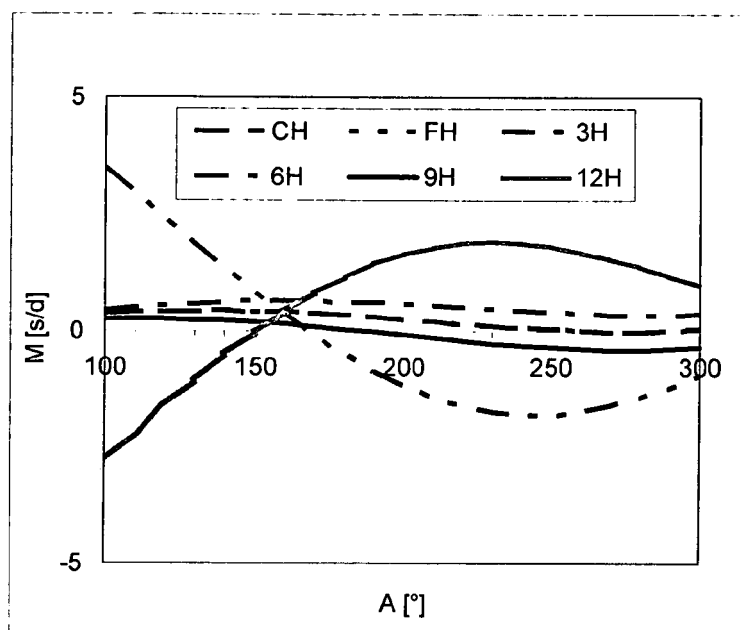


Fig. 5

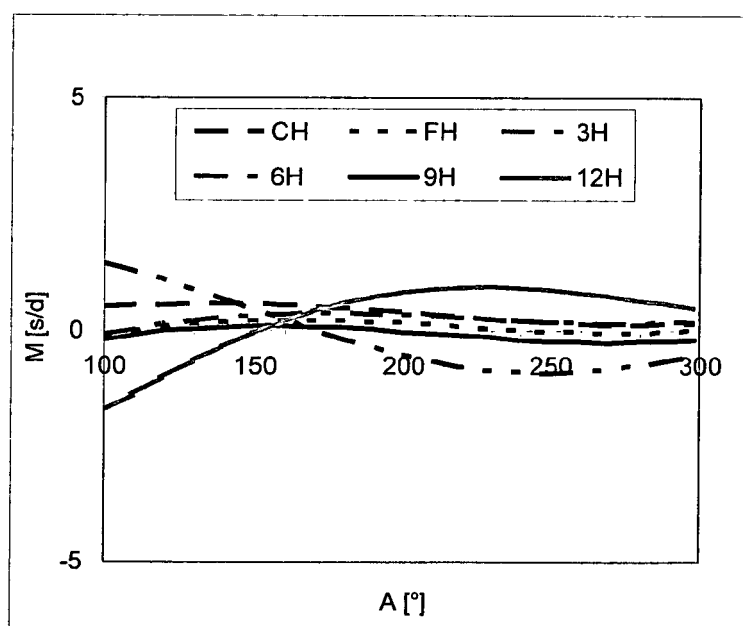
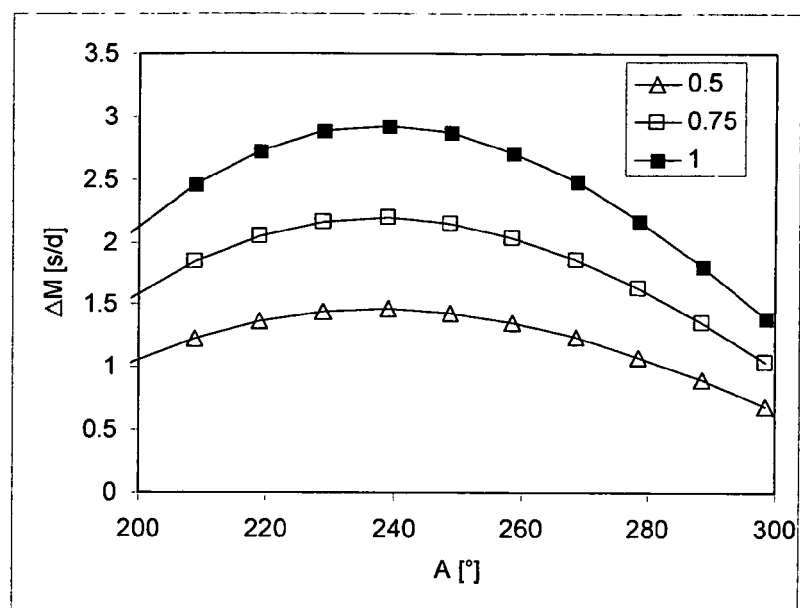


Fig. 6

*Fig. 7*

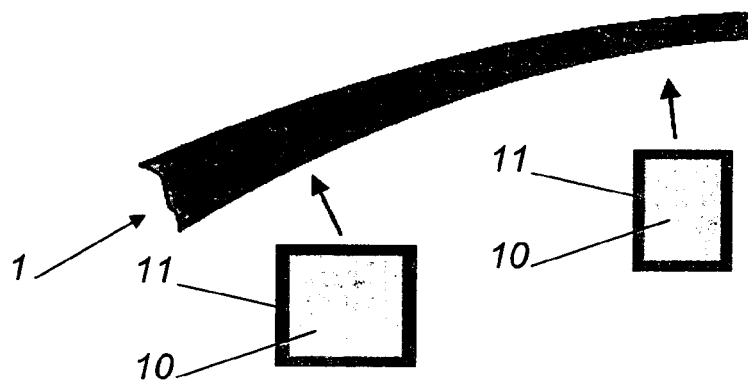


Fig. 8

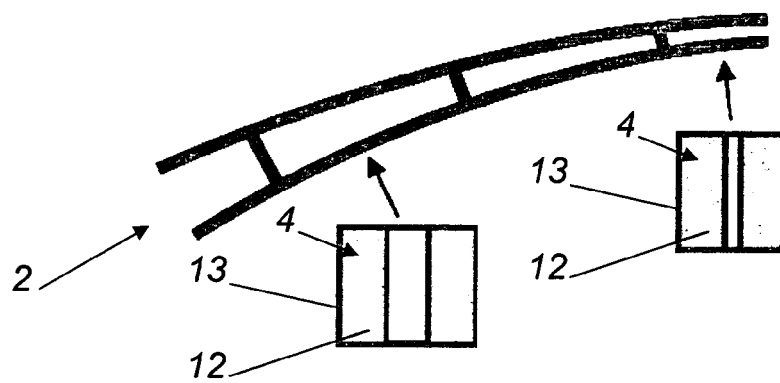


Fig. 9

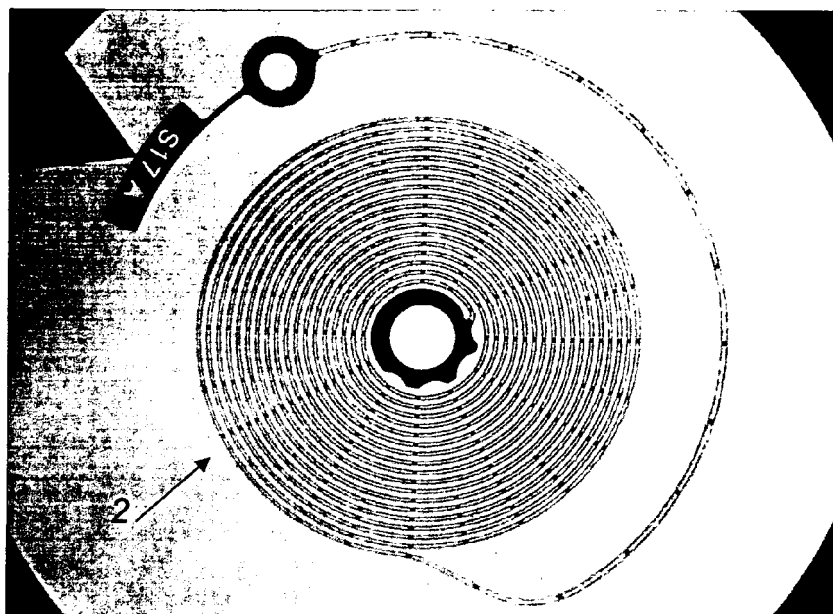


Fig. 10

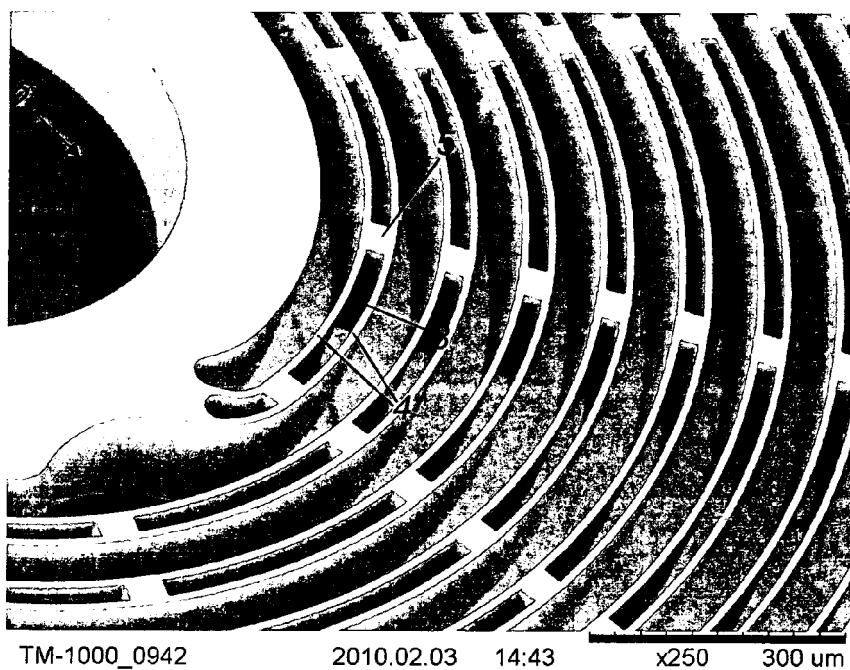


Fig. 11

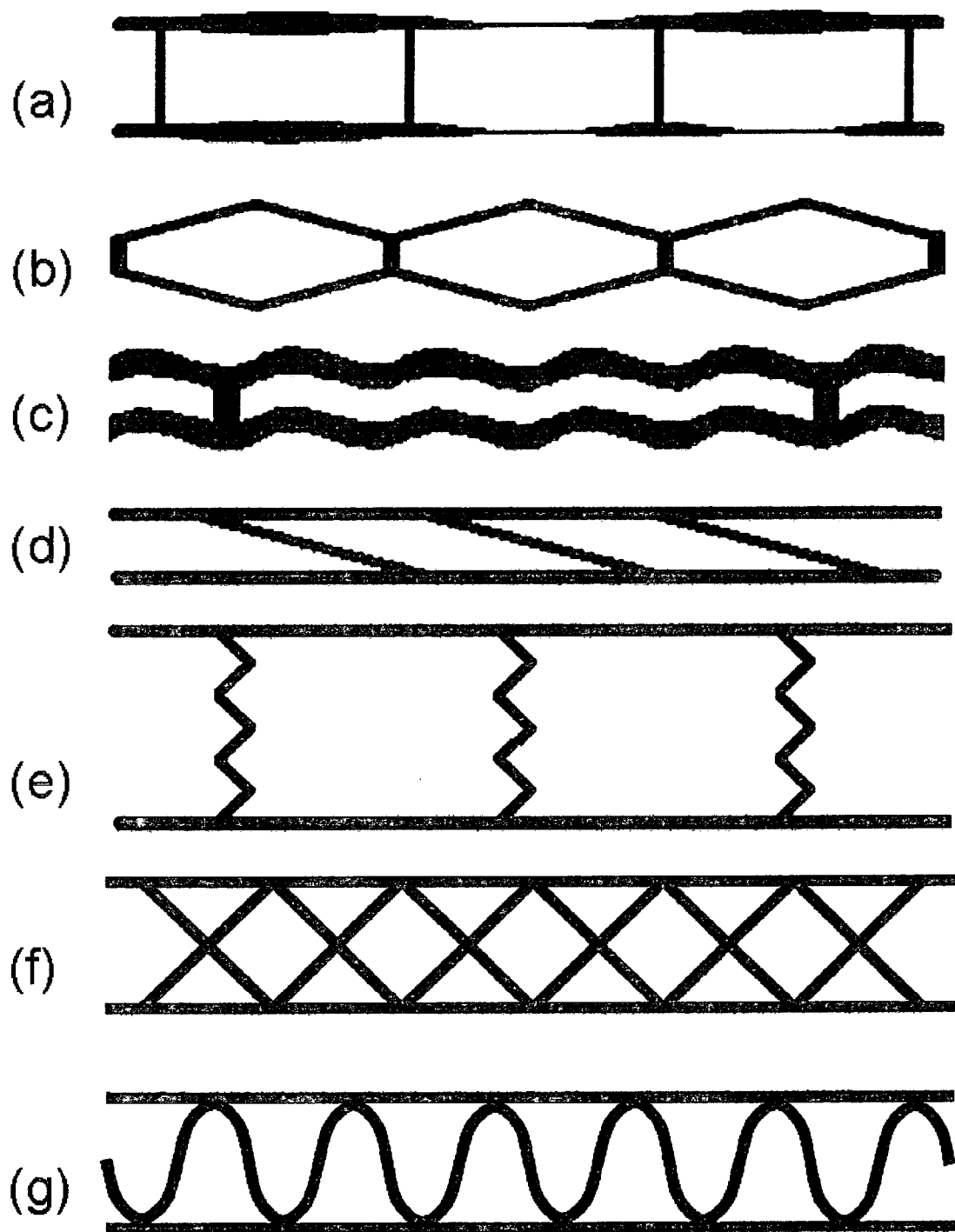


Fig. 12a à 12g



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 11 40 5279

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,D,P	EP 2 233 989 A1 (MANUF ET FABRIQUE DE MONTRES E [CH]) 29 septembre 2010 (2010-09-29) * alinéas [0006], [0014], [0023]; revendications 1-9; figure 1 *	1,3,8, 10-12, 14,16,17	INV. G04B17/06
A,D	EP 2 151 722 A1 (ROLEX SA [CH]) 10 février 2010 (2010-02-10) * alinéa [0019]; figures 7, 8 *	1-19	
A	US 570 394 A (W.W.GRISCOM) 27 octobre 1896 (1896-10-27) * revendication 2; figure 1 *	1-19	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B F16F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 28 octobre 2011	Examineur Guidet, Johanna
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 11 40 5279

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.

28-10-2011

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2233989	A1	29-09-2010	AUCUN	

EP 2151722	A1	10-02-2010	CH 699178 A2	29-01-2010
			CN 101639661 A	03-02-2010
			EP 2154583 A1	17-02-2010
			JP 2010032522 A	12-02-2010
			US 2010027382 A1	04-02-2010
			US 2011249537 A1	13-10-2011

US 570394	A		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 1921518 A [0004]
- EP 2233989 A [0005]
- EP 1422436 A [0050]
- EP 2299336 A [0056]
- EP 2151722 A [0065]