



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **700 640 A1**

(51) Int. Cl.: **G04B 15/14** (2006.01)
G04B 13/02 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00427/09

(71) Requérant:
MHVJ Manufacture horlogère Vallée de Joux,
Rue Geroges-Henri Piguet 11
1347 Le Sentier (CH)

(22) Date de dépôt: 19.03.2009

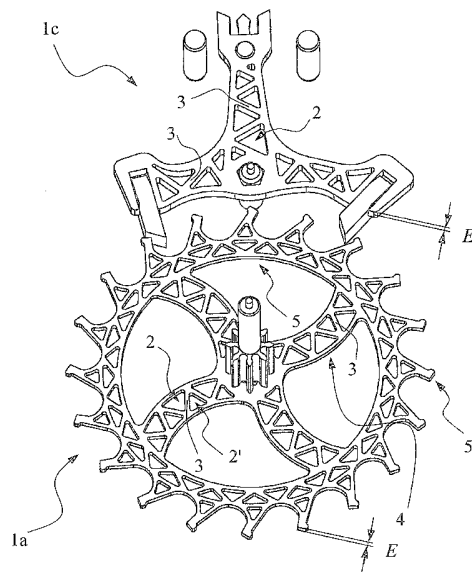
(72) Inventeur(s):
Kilian Eisenegger, 1468 Cheyres (CH)
Djevad Muminovic, 1346 Les Bioux (CH)

(43) Demande publiée: 30.09.2010

(74) Mandataire:
Griffes Consulting SA, 81 route de Florissant
1206 Genève (CH)

(54) **PIECE D'HORLOGERIE ALLEGEE ET RENFORCEE.**

(57) Pièce d'horlogerie choisie parmi une roue d'échappement, un balancier, une ancre, une roue d'un train de rouages, et une masse oscillante. Ladite pièce comporte une structure ajourée d'une épaisseur E. Cette structure, plus communément appelée structure squelettique, est pourvue de plusieurs évidements (2) repartis au travers de ladite structure de manière à ce que chaque évidement (2) soit séparé d'un évidement (2') adjacent par une paroi (3) dite rigidificateur. La largeur de chaque rigidificateur (3) de la structure squelettique est sensiblement identique et le rapport entre l'épaisseur E de ladite structure et la largeur (l) de chaque rigidificateur (3) est compris entre 1/4 et 1.



Description

[0001] La présente invention est relative au domaine de l'horlogerie, et concerne une pièce d'horlogerie comportant une structure allégée et renforcée. En particulier, cette pièce d'horlogerie remplace avantageusement les composants traditionnels de l'organe régulateur d'une montre, à savoir la roue d'échappement, l'ancre et le balancier.

[0002] La fabrication de pièces d'horlogerie allégées et renforcées ont déjà fait l'objet de recherches approfondies. La société GFD Gesellschaft für Diamantprodukte GmbH (GFD) par exemple est une entreprise spécialisée en matière de microstructuration du diamant offrant toute une gamme de microcomposant notamment dans l'industrie horlogère. Cette société fabrique en particulier des pièces horlogères entièrement en diamant et des pièces en silicium recouvertes d'une couche de diamant.

[0003] L'utilisation du diamant permet de fabriquer des pièces horlogères légères qui présentent, par rapport aux pièces traditionnelles, des propriétés mécaniques supérieures, un coefficient de frottement bien meilleur et une usure moins élevée. Ce choix de matériau permet ainsi d'améliorer de manière significative le rendement.

[0004] Les pièces réalisées par GFD sont obtenues par une méthode consistant à fabriquer en premier lieu une plaque de diamant plus communément appelée «wafer» dans l'épaisseur désirée au moyen de la technologie CVD (Chemical Vapour Déposition). Puis, les parties inutiles du wafer sont retirées à l'aide des méthodes plasma et des gabarits de précision. La pièce est donc façonnée dans la masse. Les pièces obtenues par cette technique permettent d'atteindre une épaisseur de l'ordre de 0,15 mm.

[0005] WO2004 029 733 divulgue explicitement divers pièces horlogères dont au moins une partie est en diamant naturel ou synthétique notamment pour les pièces en contact qui peuvent difficilement être lubrifiées.

[0006] Néanmoins, la structure géométrique de ces pièces n'est pas homogène, ces pièces étant par ailleurs essentiellement en silicium et diamant obtenus par un procédé CVD.

[0007] Le but de la présente invention est donc de proposer une pièce d'horlogerie présentant une structure mécanique allégée et renforcée, cette structure pouvant par ailleurs être dans un matériau autre que le silicium tel que l'acier ou des matériaux synthétiques tel que le rubis.

[0008] Conformément à l'invention, ce but est atteint grâce à une pièce d'horlogerie selon la revendication 1. Cette pièce d'horlogerie est choisie parmi une roue d'échappement, un balancier, une ancre, une roue d'un train de rouages, et une masse oscillante. Ladite pièce d'horlogerie comporte une structure ajourée d'une épaisseur E. Cette structure, plus communément appelée structure squelettique, est pourvue de plusieurs évidements repartis au travers de ladite structure de manière à ce que chaque évidement soit séparé d'un évidement adjacent par une paroi dite rigidificateur. La largeur de chaque rigidificateur de la structure squelettique est sensiblement identique et le rapport entre l'épaisseur E de ladite structure et la largeur (l) de chaque rigidificateur est compris entre % et 1.

[0009] L'invention a également pour objet un échappement comportant avantageusement une roue d'échappement, une ancre et/ ou un balancier comportant chacun une structure squelettique. Un échappement comportant chacune de ces trois pièces permet un gain de rendement supérieur à 10% par rapport à un échappement traditionnel.

[0010] L'invention a en outre pour objet une méthode de fixation d'une roue d'horlogerie sur un axe et plus particulièrement une roue d'échappement sur un pignon d'échappement.

[0011] Les caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture d'une description de plusieurs variantes d'exécution données uniquement à titre d'exemples, nullement limitatives en se référant aux figures schématiques, dans lesquelles:

La fig. 1 représente une vue en perspective de dessus d'une roue d'échappement et d'une ancre suisse selon l'invention,

La fig. 2 représente une vue en plan de la roue d'échappement de la fig. 1,

La fig. 3 représente une vue en perspective de dessous de la roue d'échappement de la fig. 1 montée sur un pignon d'échappement,

La fig. 4 représente une vue en plan d'une roue d'échappement avec un moyeu de forme triangulaire,

La fig. 5 représente une vue en plan d'une roue d'échappement avec un moyeu de forme hexagonale,

La fig. 6 représente une vue en perspective de dessous d'un système de fixation d'une roue d'échappement en silicium au pignon d'échappement,

La fig. 7 représente une méthode de fixation pour une roue d'échappement préférablement en acier,

La fig. 8 représente une vue en plan de l'ancre suisse de la fig. 1.

CH 700 640 A1

La fig. 9 représente une vue en plan d'un balancier selon l'invention,

La fig. 10 représente une vue en perspective de dessus d'un balancier selon une variante d'exécution de l'invention,

La fig. 11 représente une vue en perspective de dessus d'un balancier selon une deuxième variante d'exécution de l'invention.

La fig. 12 représente une vue en plan d'une masse oscillante selon une troisième variante de l'invention.

[0012] Selon le mode d'exécution préférentiel de l'invention, la roue d'échappement 1a selon la fig. 1 et 2, comporte quatre bras courbés 4 équidistants de 90° les uns par rapport aux autres, une serge 5 et une denture 5'. Les quatre bras 4, la serge 5 et la denture 5' de la roue d'échappement 1a sont constitués d'une structure ajourée dite squelettique. Cette structure squelettique comporte une multitude d'évidements 2 de forme triangulaire et repartis au travers de ladite structure de manière à ce que chaque évidement 2 soit séparé d'un évidement adjacent 2' par une paroi 3 dite rigidificateur. La largeur de chaque rigidificateur 3 de la structure squelettique est sensiblement identique.

[0013] La forme, la position et l'orientation de chaque évidement 2 les uns par rapport aux autres ont été déterminés afin d'obtenir une structure présentant un ratio optimal entre le poids de la pièce et sa résistance mécanique. A cet effet, l'armature telle que représentée par la fig. 1 et 2 permet obtenir une résistance mécanique optimale lorsque l'épaisseur de la roue d'échappement 1a est environ trois fois la largeur / de chaque rigidificateur 3. Précisons que la plupart des angles des évidements triangulaires 2 sont arrondis afin de réduire au maximum les contraintes mécaniques sur la roue d'échappement 1a. Par ailleurs, environ la moitié des évidements triangulaires 2 situés sur la serge 5 ont un de leurs côtés adjacent et sensiblement parallèle à une partie du pourtour interne de la serge 5 de manière à former un rigidificateur 3 de géométrie sensiblement identique aux autres rigidificateurs 3 de la roue 1a. En outre, chaque évidement triangulaire 2 situé sur les bras 4 de la roue d'échappement 1a a également un de ses cotés adjacent et sensiblement parallèle à une partie de l'un des deux flancs desdits bras 4 afin de former une rigidificateur 3 de géométrie sensiblement identique aux autres rigidificateurs 3. Enfin chaque dent 5' de la roue d'échappement 1a comporte un évidement triangulaire 2.

[0014] La fabrication de cette roue d'échappement fait appelle à différentes techniques qui dépendent du matériau utilisé. Cette roue d'échappement peut par exemple être en acier ou en un matériau synthétique obtenu par un procédé de microusinage d'une ébauche d'une roue d'échappement par découpage au laser.

[0015] La roue d'échappement peut aussi être en silicium comportant un revêtement en diamant. Dans cette configuration, la roue d'échappement en silicium est obtenue par un procédé de gravure du type DRIE (Deep reactive ion etching).

[0016] Une roue d'échappement 1a obtenue par ces procédés de fabrication offre plusieurs avantages.

[0017] Le tableau ci-après expose des données comparatives d'une roue d'échappement 1a selon l'invention par rapport à une roue d'échappement traditionnelle (non évidée) en fonction du matériau utilisé et de l'épaisseur de la roue 1a. Les données figurant dans la première ligne de ce tableau correspondent à une roue d'échappement traditionnelle non évidée (pièce étalon) tandis que les données figurant dans les lignes suivantes sont relatives à des roues d'échappement 1a évidées selon la forme d'exécution préférentielle de la présente invention telle qu'illustrée à la fig. 1 et 2, d'épaisseurs différentes.

Matériau	Epaisseur	Masse Volumique	Masse	Inertie	Gain en poids
Acier	0.12 mm	7,85 Kg/dm ³	5,41E-03 g	8.03E-03-g mm ²	0%
Acier	0.12 mm	7,85 Kg/dm ³	4.37E-03 g	6.30E-03-g mm ²	- 20%
Acier	0.10 mm	7,85 Kg/dm ³	3.64E-03 g	5.25E-03-g mm ²	- 33%
Acier	0.08 mm	7,85 Kg/dm ³	2,92E-03 g	4.20E-03-g mm ²	-47%
Acier	0.07 mm	7,85 Kg/dm ³	2.55E-03 g	3.68E-03-g mm ²	-53%
Silicium	0.15 mm	2,33 Kg/dm ³	1,67E-03 g	2.46E-03-g mm ²	-70%

[0018] La structure squelettique en acier de la roue d'échappement 1a permet d'obtenir des épaisseurs aussi infimes que 0.07 mm ce qui permet de réduire significativement le moment d'inertie de la roue 1a et son poids de plus de 50% par rapport à roue d'échappement traditionnelle. Cette diminution d'inertie permet de diminuer l'énergie nécessaire à la mise en mouvement de la roue d'échappement 1a. Cette faible épaisseur permet en outre de diminuer les frottements avec les palettes de l'ancre sans qu'il soit nécessaire d'effectuer un biseau habituellement réalisé sur les roues d'échappements plus épaisses afin de diminuer la hauteur de la surface de friction, en l'occurrence sur le plan d'impulsion.

CH 700 640 A1

[0019] L'utilisation du silicium est également intéressante au vu de sa faible masse volumique. Toutefois, la résistance mécanique du silicium n'est pas aussi élevée que celle de l'acier. Une roue d'échappement d'une épaisseur de 0,15 mm peut néanmoins être fabriquée en silicium. Un revêtement d'une fine couche de diamant de quelques microns est ensuite déposé sur la roue par un procédé CVD afin d'en améliorer sa résistance mécanique.

[0020] Une roue d'échappement en acier de 0,07 mm d'épaisseur ou une roue en silicium de 0,15 mm d'épaisseur ne peuvent pas être montées sur un pignon d'échappement 9 par les méthodes traditionnelles utilisées par l'homme du métier. En effet, le rivetage de la roue en acier de 0,07 mm d'épaisseur sur le pignon d'échappement 9 n'est plus possible étant donné que la déformation de la roue d'échappement 1a serait trop importante alors que le faible coefficient d'élasticité du silicium et du diamant ne se prête pas non plus à ce type de fixation.

[0021] Dès lors, différentes méthodes de fixation ont été étudiées pour la fixation de la roue d'échappement 1a sur le pignon d'échappement 9.

[0022] La fixation d'une roue d'échappement 1a en acier sur le pignon d'échappement 9 peut être effectuée par différentes méthodes. L'une d'elles consiste à réaliser en lieu et place du moyeu une ouverture 9a, 9 dont la forme est un triangle équidistant 9a ou un hexagone 9b destinée à recevoir par chassage l'axe du pignon d'échappement 9. (Fig. 4 et 5)

[0023] La roue d'échappement 1a en acier peut également être fixée au pignon d'échappement 9 par soudage laser en trois points préférentiellement équidistant de 120° autour du pignon 9 (fig. 7).

[0024] Une autre méthode consiste à fixer la roue d'échappement 1a sur l'axe du pignon d'échappement 9 par frettage.

[0025] Ces méthodes de fixation ne sont néanmoins pas applicables au silicium. Pour une roue d'échappement 1a en silicium, des moyens d'assemblage et de fixation tels qu'illustrés par la fig. 6 sont avantageusement utilisés. La roue en silicium 1a est ajustée dans un premier temps autour de l'axe du pignon d'échappement 9 contre la butée axiale de l'extrémité du pignon. Une rondelle 9c, préférentiellement en Délrin®, est ensuite chassée sur l'axe du pignon 9 et collée contre la partie centrale de la roue d'échappement 1a pour assurer une parfaite solidarité entre ladite roue 1a et ledit pignon 9.

[0026] Selon les formes d'exécution particulières de la présente invention telles que définies dans les sous-revendications, d'autres pièces d'horlogerie comporte une structure squelettique similaire à celle de la roue d'échappement 1a.

[0027] Pour exemple, la fig. 8 illustre une ancre 1c comportant une baguette 6, un bras d'entrée 7 et un bras de sortie 8 entièrement constitués de la structure squelettique, ladite structure comportant des évidements 2 de forme essentiellement triangulaire.

[0028] La fig. 9, 10 et 11 quant-à-elles, illustrent plusieurs variantes d'un balancier 1b à structure squelettique. La fig. 9 illustre un balancier 1b comportant deux bras 4 intégralement constitués de la structure squelettique pourvue des évidements 2 de forme triangulaire. Ces deux bras sont diamétralement opposés et s'étendent à partir de l'axe de pivotement du balancier 1b et dont les extrémités externes sont connectées au volant 5 du balancier 1b. Avantageusement, le rapport entre l'épaisseur des bras 4 et la largeur de chaque rigidificateur 3 correspond approximativement à trois. La fig. 10 illustre une variante d'un balancier 1b dont les bras 4, qui sont au nombre de quatre, sont similaires aux bras de la roue d'échappement 1a selon la fig. 1. La fig. 11 illustre une autre variante d'un balancier.

[0029] Cette structure allégée permet de concentrer l'inertie du balancier 1b sur le volant 5 tout en offrant moins de résistance à l'air (amélioration du coefficient de traînée plus communément appelé Cx) ce qui permet d'améliorer la précision de l'organe régulateur. L'épaisseur du volant 5 est préférentiellement d'au moins trois fois l'épaisseur des bras 4 à structure squelettique.

[0030] Un échappement comportant la roue d'échappement 1a, l'ancre 1c et le balancier 1b comportant la structure squelettique telle que définie par la présente invention permet un gain de rendement supérieur à 10% qu'un échappement traditionnel.

[0031] Cette structure squelettique peut en outre être transposée à une masse oscillante telle qu'illustrée par la fig. 12 afin de déplacer le centre de gravité de la masse vers sa périphérie tout en gardant une grande rigidité de la pièce. Cette structure squelettique et une partie de liaison permettant de relier le secteur de masse 10 à l'axe de pivotement.

[0032] Il va de soit que l'invention n'est pas limitée aux variantes d'exécution décrites ci-dessus à titre d'exemples. Par exemple, la structure de ces pièces horlogères peut être transposée à tout type de rouage horloger.

Revendications

1. Pièce d'horlogerie choisie parmi une roue d'échappement (1a), un balancier (1b), une ancre (1c), une roue d'un train de rouages, et une masse oscillante (1d), caractérisée en ce qu'elle possède une structure ajourée squelettique d'une épaisseur E, ladite structure étant pourvue de plusieurs évidements (2) repartis au travers de la structure de manière à ce que chaque évidement (2) soit séparé d'un évidement adjacent (2') par une paroi (3) dite rigidificateur, où la largeur (l) de chaque rigidificateur (3) de la structure squelettique est sensiblement identique, et le rapport entre l'épaisseur E de la structure squelettique et la largeur (l) de chaque rigidificateur (3) est compris entre 1/5 et 1.

CH 700 640 A1

2. Pièce d'horlogerie selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'elle comporte au moins deux bras (4) constitués de la structure squelettique.
3. Pièce d'horlogerie selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le rapport entre l'épaisseur E de la structure squelettique et la largeur (l) de chaque rigidificateur (3) est compris entre 1/5 et 1.
4. Pièce d'horlogerie selon la revendication 3, caractérisé en ce que le rapport entre l'épaisseur E de ladite structure et la largeur (l) de chaque rigidificateur (3) est compris entre % et Vi et notamment approximativement de 1/3.
5. Pièce d'horlogerie selon la revendication 1, 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que les évidements (2) ont une forme essentiellement triangulaire.
6. Pièce d'horlogerie selon la revendication 4, caractérisé en ce que la plupart des angles des évidements triangulaires sont arrondis.
7. Roue d'échappement (1a) selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, comportant au moins deux bras (4) qui s'étendent à partir d'un axe de pivotement et dont les extrémités externes sont connectés à une serge (5), caractérisée en ce que les bras (4) et la serge (5) sont constitués de ladite structure squelettique.
8. Balancier (1b) selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, comportant au moins deux bras (4) et un volant d'inertie (5'), lesdits bras (4) étant constitués de ladite structure squelettique, le balancier étant en outre caractérisé en ce que l'épaisseur E' du volant d'inertie (5') est d'au moins deux fois celle de ladite structure squelettique.
9. Ancre (1c) selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, comportant une baguette (6), un bras d'entrée (7) et un bras de sortie (8), caractérisé en ce que ladite baguette (6), le bras d'entrée (7) et le bras de sortie (8) sont constitués de la structure squelettique.
10. Pièce d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que ladite pièce est en acier ou en une matière synthétique tel que le rubis.
11. Pièce d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que ladite pièce est en silicium comportant un revêtement en une matière dure telle que le diamant.
12. Procédé de fabrication d'une pièce d'horlogerie selon la revendication 10, consistant à réaliser les évidements (2) par découpage au laser.
13. Procédé d'assemblage de la pièce d'horlogerie selon la revendication 10 autour d'un axe de rotation (9) par frettage.
14. Echappement d'une montre mécanique comportant une pièce d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, notamment une roue d'échappement (1a); et une ancre (1c); et/ ou un balancier (1b).
15. Montre-bracelet comportant une pièce d'horlogerie selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, ou un échappement selon la revendication 14.

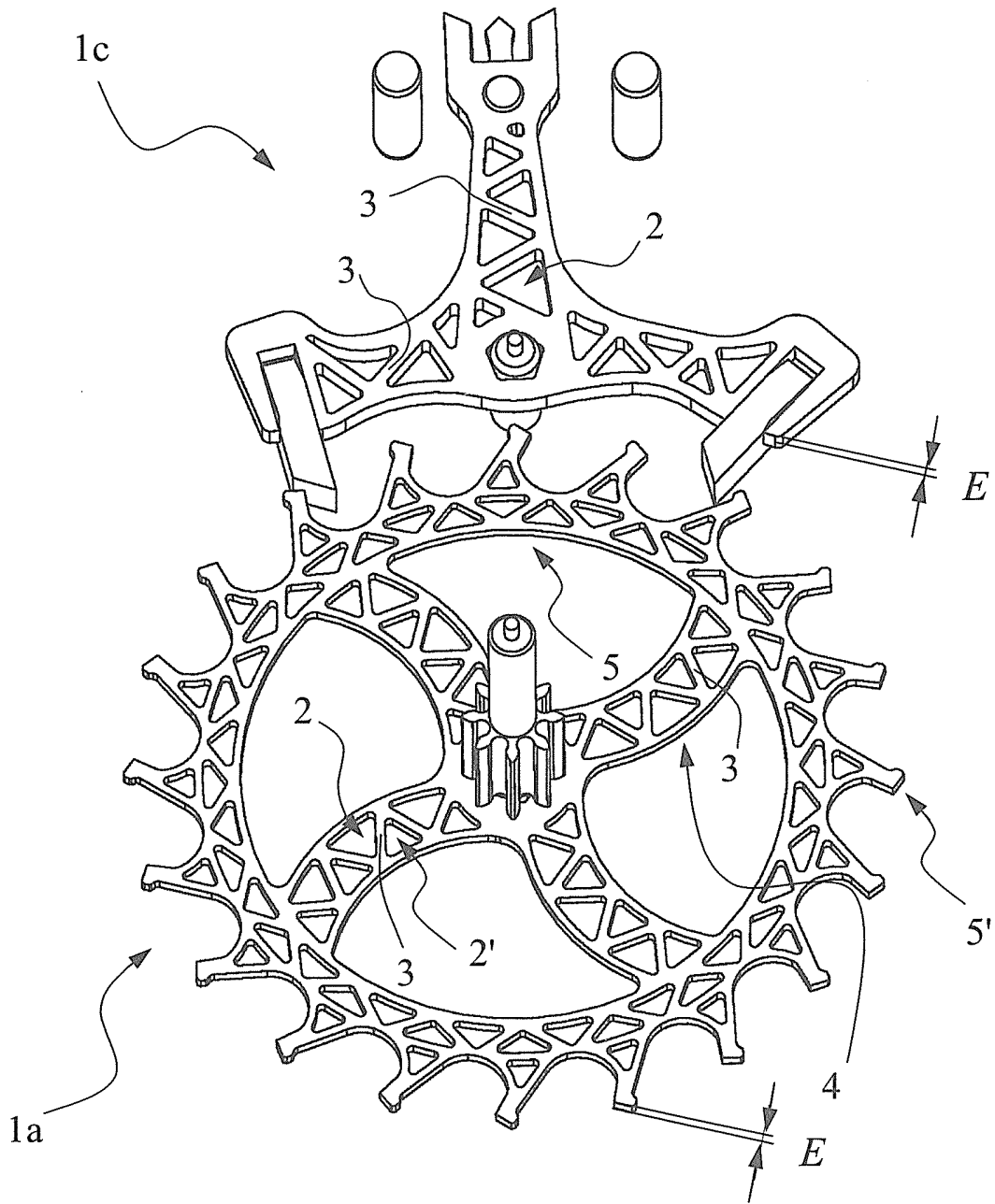


Fig. 1

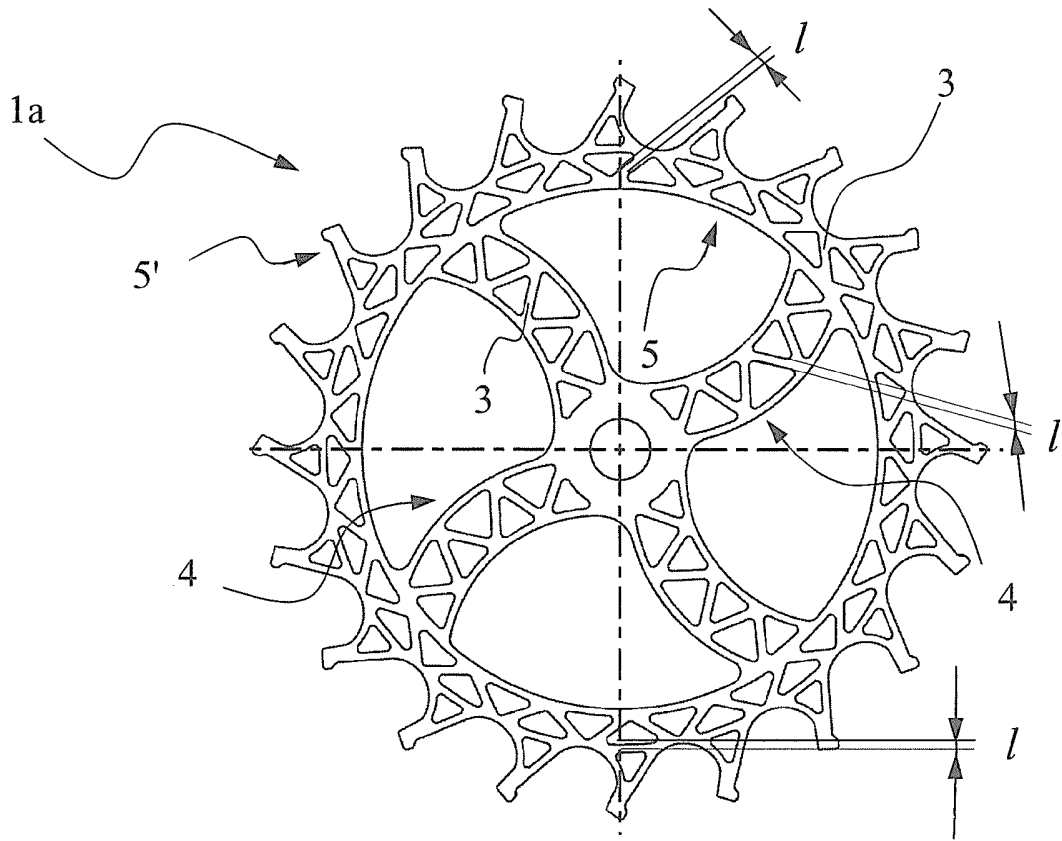


Fig. 2

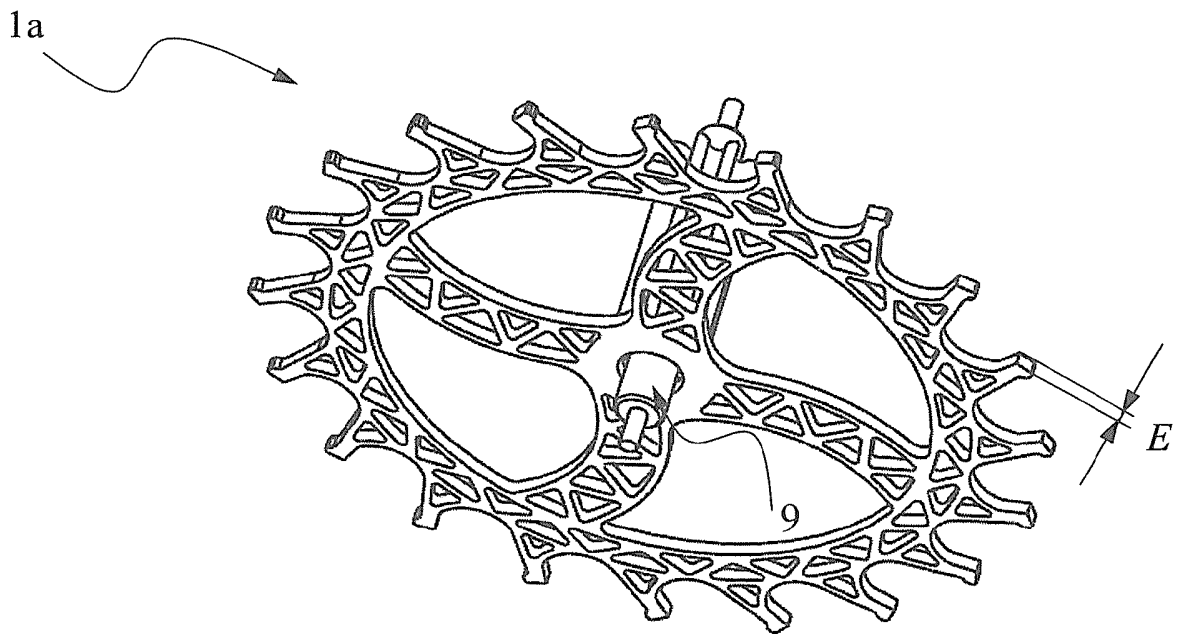


Fig. 3

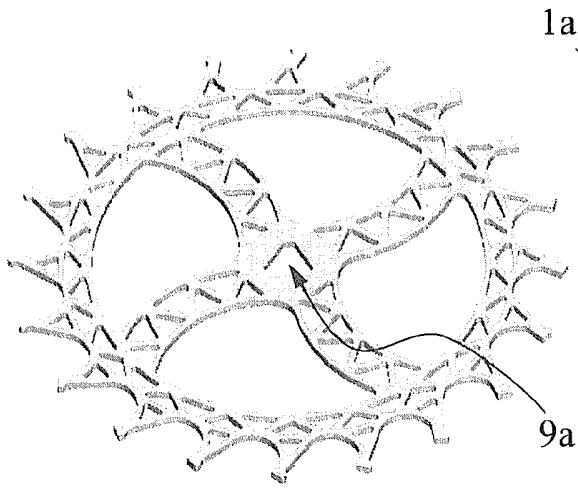


Fig. 4

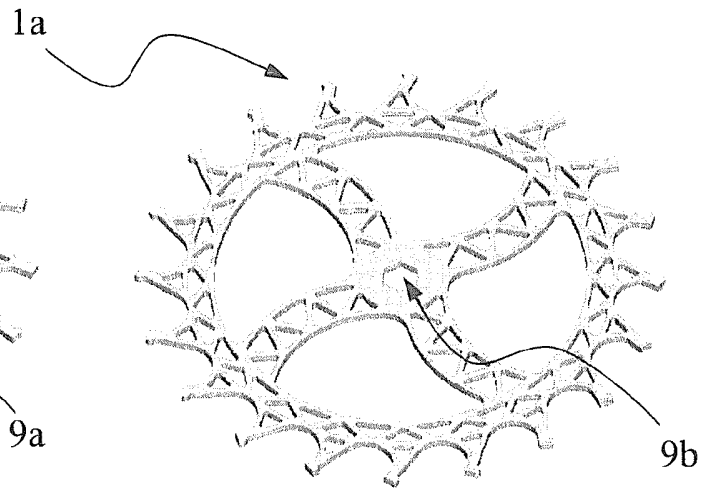


Fig. 5

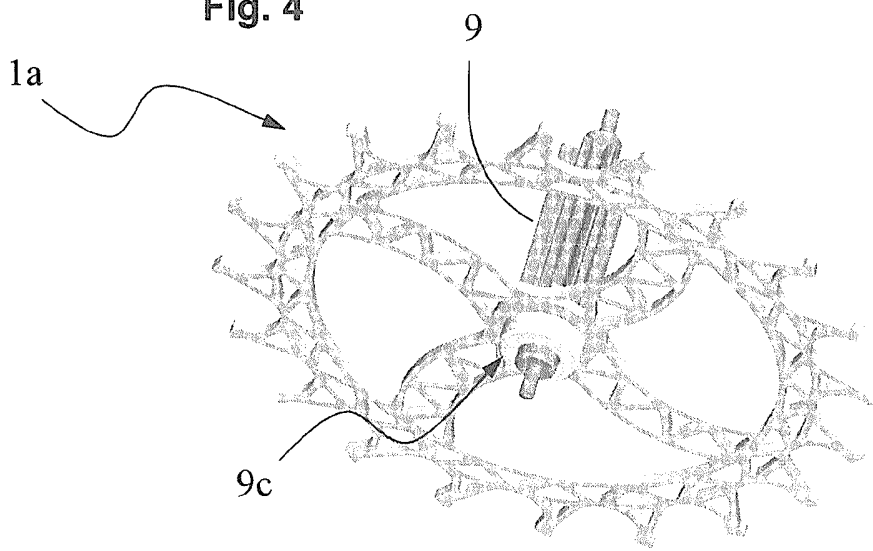


Fig. 6

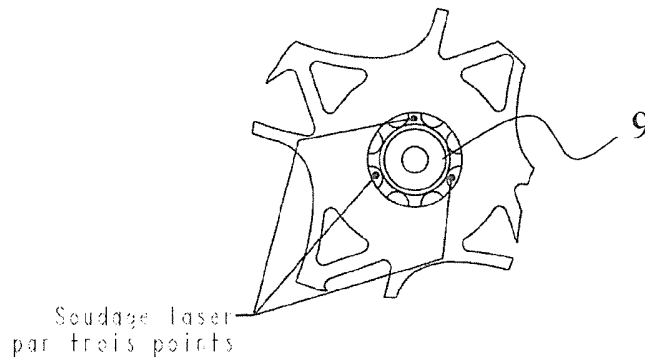
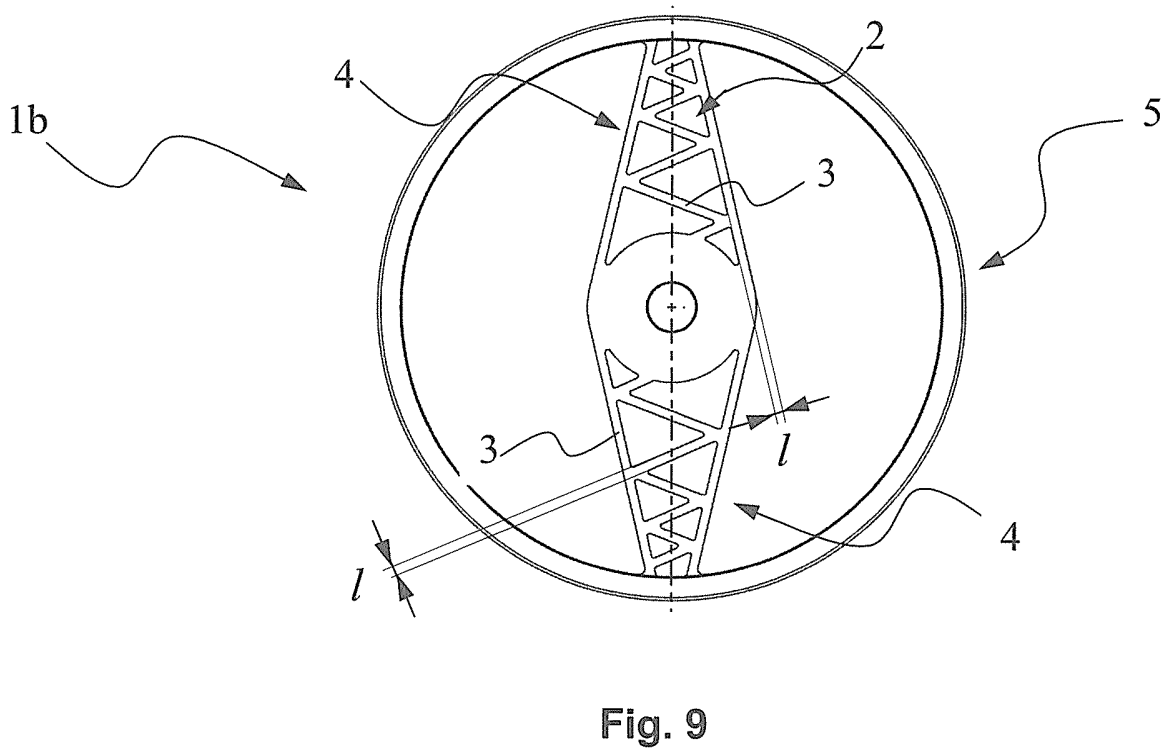
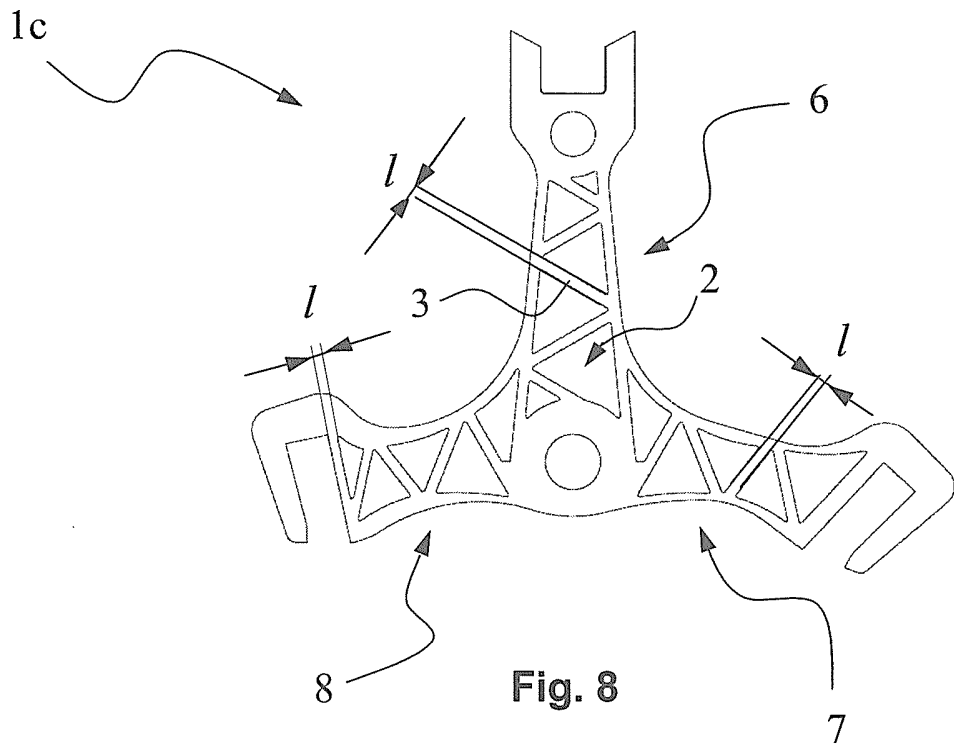


Fig. 7



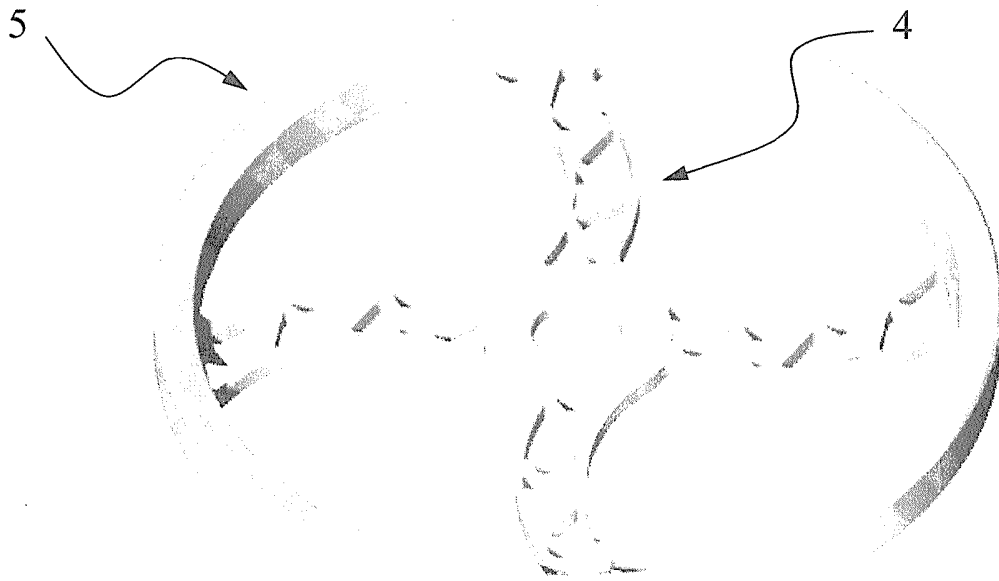


Fig. 10

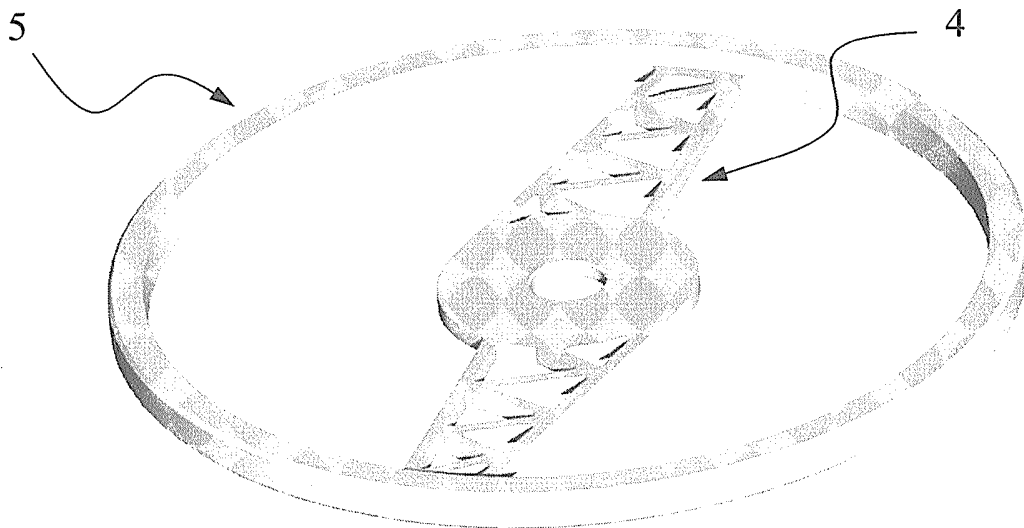


Fig. 11

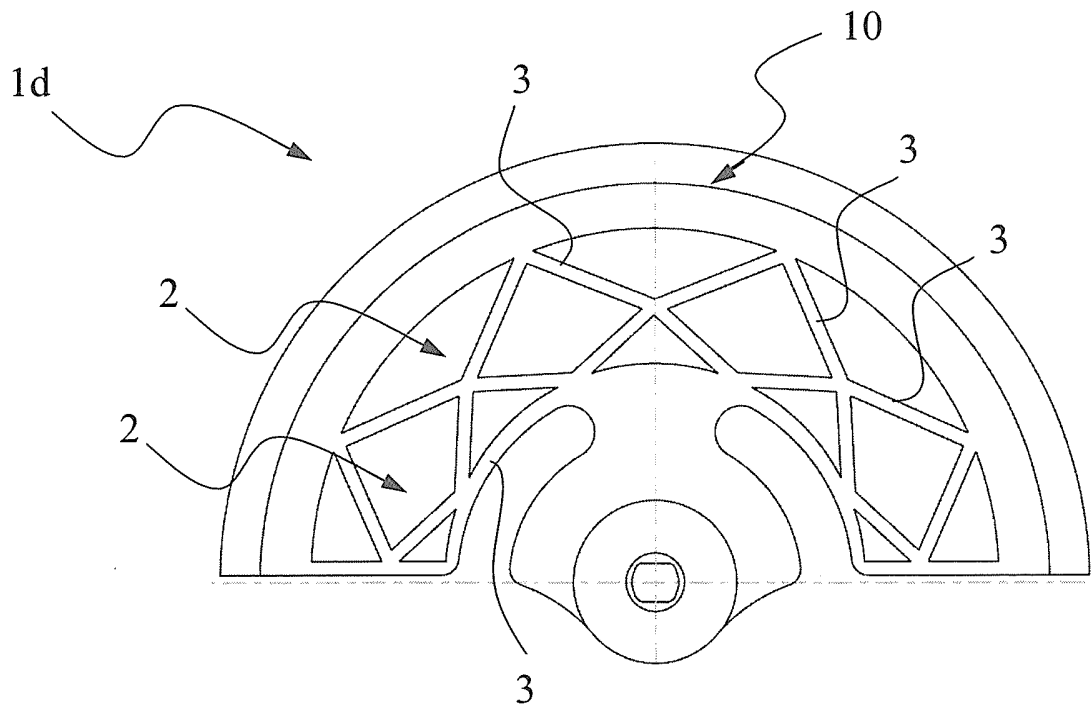


Fig. 12

**RAPPORT DE RECHERCHE RELATIF À LA
DEMANDE DE BREVET SUISSE**

Numéro de la demande: CH00427/09

Classification de la demande (CIB):
G04B15/14, G04B13/02**Domaines recherchés (CIB):**
G04B, G04C, G04F**DOCUMENTS PERTINENTS:**

(référence du document, catégorie, revendications concernées, indications des parties significatives (*))

1 **EP1973013 A1** ((RICH-N) RICHEMONT INT SA) 24.09.2008Catégorie: **A** Revendications: **1-4, 6**

* [0015], [0020], rev. 6, fig. 1-2 *

2 **WO2004029733 A2** ((FORE-N) FORE EAGLE CO LTD) 08.04.2004Catégorie: **D, A** Revendications: **1, 3-6, 11**

* p. 4 l. 14-28, fig. 2 *

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS:

X:	remettent en question, à eux seuls, la nouveauté et/ou l'activité inventive	P:	ont été publiés entre la date de dépôt de la demande de brevet objet de la recherche et la date de priorité revendiquée
Y:	remettent en question, à l'appui d'un document de la même catégorie, l'activité inventive	D:	ont été fournis par le demandeur avec la demande de brevet
A:	définissent l'état général de la technique sans avoir de pertinence particulière pour la nouveauté et l'activité inventive	E:	documents de brevets dont la date de dépôt ou de priorité se situe avant la date de dépôt de la demande de brevet objet de la recherche mais qui ont été publiés seulement après cette date
		&:	membre de la même famille de brevets; document correspondant

La recherche se base sur la version des revendications déposée initialement. Une nouvelle version des revendications déposée ultérieurement (art. 51 al. 2 OBI) n'est pas prise en considération.

Le présent rapport de recherche a été établi pour les revendications, pour lesquelles les taxes requises ont été payées.

Chercheur: Camicas-Aycardi Georges, Berne**Fin de la recherche:** 04.09.2009**TABLEAU DES FAMILLES DES BREVETS CITÉS**

Les membres de la famille sont mentionnés conformément à la base de données de l'Office européen des brevets. L'Office européen des brevets et l'Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle ne garantissent pas ces données. Celles-ci sont fournies uniquement à titre d'information.

EP1973013 A1	24.09.2008	CN101271315 A	24.09.2008
		EP1973013 A1	24.09.2008
WO2004029733 A2	08.04.2004	AT412205 T	15.11.2008
		AU2003205503 A1	19.04.2004
		AU2003205503 A8	19.04.2004
		DE60324292 D1	04.12.2008
		EP1543386 A2	22.06.2005
		EP1543386 B1	22.10.2008
		WO2004029733 A2	08.04.2004
		WO2004029733 A3	08.07.2004