



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
13.09.2017 Bulletin 2017/37

(51) Int Cl.:
G04B 17/22 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16158884.3**

(22) Date de dépôt: **07.03.2016**

(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:
MA MD

(72) Inventeurs:
• **ZAUGG, Alain**
1347 Le Sentier (CH)
• **SARCHI, Davide**
1020 Renens (CH)

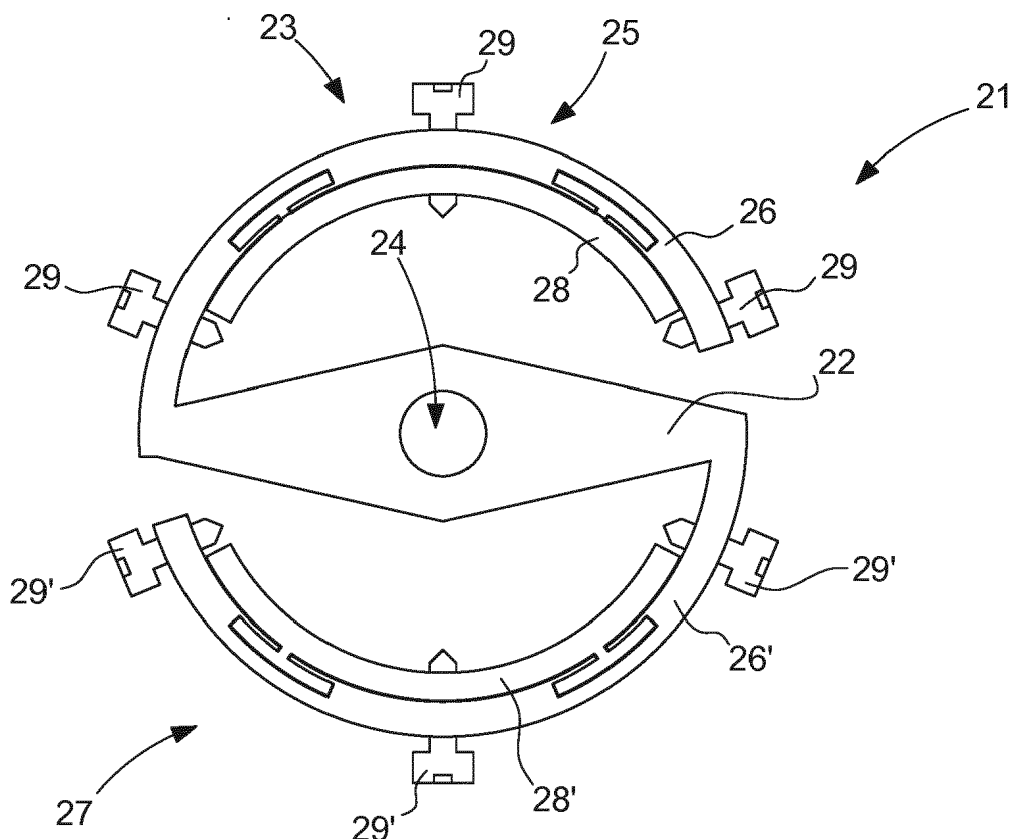
(74) Mandataire: **Goulette, Ludivine et al**
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(71) Demandeur: **MONTRES BREGUET S.A.**
1344 L'Abbaye (CH)

(54) **DISPOSITIF BILAME SENSIBLE AUX VARIATIONS DE TEMPÉRATURE**

(57) Dispositif bilame dont la différence de coefficient de dilatation est comprise entre 10 et 30 10^{-6} K^{-1} pour apporter une compensation thermique à un résonateur par le balancier

Fig. 5



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte à un dispositif bilame sensible aux variations de température et notamment un tel dispositif comportant deux matériaux dont la différence entre les coefficients de dilatation permet une variation de courbure en fonction du changement de température.

Arrière-plan de l'invention

[0002] Des dispositifs bilame sont connus pour fabriquer des balanciers compensateurs avec une serge coupée formée de deux demi-anneaux chacun composé d'une première lame en acier soudée sur une deuxième lame en laiton. Ainsi formée, la serge s'ouvre lorsque la température s'abaisse et se ferme lorsque la température s'élève afin de compenser l'effet de la température sur l'élasticité d'un spiral.

Résumé de l'invention

[0003] Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie les inconvénients cités précédemment en proposant un dispositif bilame alternatif à ceux cités ci-dessous.

[0004] A cet effet, l'invention se rapporte à un dispositif bilame comportant au moins une première lame à base de silicium et au moins une deuxième lame à base de métal caractérisé en ce que lesdites au moins une première et au moins une deuxième lames sont agencées pour s'attacher l'une sur l'autre afin que la courbure du dispositif bilame varie en fonction de la température.

[0005] On comprend donc que la différence de coefficient de dilatation du dispositif bilame est environ comprise entre 10 et $30 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ suivant les matériaux utilisés. Cette différence bien supérieure à celle du couple acier-laiton d'environ $6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ permet une sensibilité à la température plus élevée du dispositif bilame.

[0006] De plus, il est possible de travailler les matériaux à base de silicium et à base de métal selon une grande variété de forme et une grande précision de fabrication. A titre d'exemple, un gravage sec du matériau à base de silicium et un électroformage du matériau à base de métal sur le matériau à base de silicium offre une précision de fabrication de l'ordre du micron.

[0007] Conformément à d'autres variantes avantageuses de l'invention :

- ladite au moins une première lame à base de silicium comporte du silicium monocristallin, du silicium monocristallin dopé, du silicium polycristallin, du silicium polycristallin dopé, du silicium poreux, de l'oxyde de silicium, du quartz, de la silice, du nitrure de silicium ou du carbure de silicium ;
- ladite au moins une deuxième lame à base de métal comporte de l'argent, du magnésium, du plomb, du

thallium, du nickel, du cuivre, du zinc, de l'or, de l'aluminium ou de l'indium ou de la vulcanite ;

- dans les conditions ambiantes de température et de pression, le dispositif bilame forme une bande courbe ;
- lesdites au moins une première et au moins une deuxième lames sont attachées l'une sur l'autre par emboîtement et/ou par utilisation d'un matériau d'adhésion et/ou ladite au moins une deuxième lame est électroformée sur ladite au moins une première lame ;
- le dispositif bilame comporte une base de fixation solidaire avec l'une desdites au moins une première et au moins une deuxième lames permettant de monter le dispositif bilame sur une pièce ;
- le dispositif bilame comporte un bloc solidaire avec l'extrémité d'une desdites au moins une première et au moins une deuxième lames permettant d'augmenter l'influence du dispositif bilame ;
- le dispositif bilame comporte des moyens de butée réglables permettant de borner les variations minimales et/ou maximales de courbure du dispositif bilame ;
- le dispositif bilame comporte plusieurs premières lames agencées pour s'attacher à une unique deuxième lame, ou inversement, plusieurs deuxièmes lames agencées pour s'attacher à une unique première lame.

[0008] Selon un premier mode de réalisation, l'invention se rapporte à un balancier compensateur comportant au moins un dispositif bilame selon l'une des variantes précédentes.

[0009] Par conséquent, le dispositif bilame selon l'invention peut notamment être avantageusement utilisé pour apporter une compensation thermique principale ou auxiliaire à un résonateur par le balancier.

[0010] Selon une première alternative, le balancier compensateur comporte une serge coupée formée par deux dispositifs bilame chacun reliés par au moins un bras à une ouverture centrale afin de modifier l'inertie du balancier en fonction de la température.

[0011] Selon une deuxième alternative, le balancier compensateur comporte une serge monobloc reliée par au moins un bras à une ouverture centrale et en ce que ledit au moins un dispositif bilame est monté sur la serge afin de modifier l'inertie du balancier en fonction de température.

[0012] Selon une troisième alternative, le balancier compensateur comporte une serge monobloc reliée par au moins un bras à une ouverture centrale et en ce que ledit au moins un dispositif bilame est monté sur ledit au moins un bras afin de modifier l'inertie du balancier en fonction de la température.

[0013] Selon un deuxième mode de réalisation, l'invention se rapporte à une raquette compensatrice comportant au moins un dispositif bilame selon l'une des variantes précédentes.

[0014] Par conséquent, le dispositif bilame selon l'invention peut notamment être avantageusement utilisé pour apporter une compensation thermique auxiliaire à un résonateur par la raquetterie avec une très grande précision.

[0015] Selon une première alternative, la raquette compensatrice peut ainsi comporter un interstice agencé pour recevoir un ressort-spiral et relié audit au moins un dispositif bilame afin de modifier la position de l'interstice en fonction de la température.

[0016] Selon une deuxième alternative, la raquette compensatrice peut comporter un interstice agencé pour recevoir un ressort-spiral, la grandeur de l'interstice étant contrôlée par ledit au moins un dispositif bilame afin de modifier l'interstice en fonction de la température.

[0017] Selon un troisième mode de réalisation, l'invention se rapporte à un capteur de température comportant au moins un dispositif bilame selon l'une des variantes précédentes.

[0018] Par conséquent, le dispositif bilame selon l'invention peut notamment être avantageusement utilisé pour mesurer la température avec une très grande précision.

[0019] Le capteur de température peut ainsi comporter un afficheur et un dispositif élastique de suivi de déplacement dudit au moins un dispositif bilame afin de modifier la position de l'afficheur en fonction de la température.

[0020] Enfin selon un quatrième mode de réalisation, l'invention se rapporte à un spiral compensateur comportant au moins un dispositif bilame selon l'une des variantes précédentes.

[0021] Par conséquent, le dispositif bilame selon l'invention peut notamment être avantageusement utilisé pour apporter une compensation thermique auxiliaire à un résonateur par le point de pitonnage avec une très grande précision.

[0022] Le spiral compensateur peut ainsi comporter une spire externe reliée audit au moins un dispositif bilame qui est agencé pour être fixé à un pont afin de modifier la longueur active du spiral compensateur en fonction de la température.

Description sommaire des dessins

[0023] D'autres particularités et avantages ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique d'un dispositif bilame selon l'invention ;
- les figures 2 à 4 sont des représentations partielles de variantes d'un dispositif bilame selon l'invention ;
- les figures 5 à 9 sont des représentations d'alternatives d'un premier mode de réalisation utilisant un dispositif bilame selon l'invention ;
- les figures 10 et 11 sont des représentations d'alternatives d'un deuxième mode de réalisation utilisant un dispositif bilame selon l'invention ;

natives d'un deuxième mode de réalisation utilisant un dispositif bilame selon l'invention ;

- la figure 12 est une représentation d'un troisième mode de réalisation utilisant un dispositif bilame selon l'invention.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0024] L'invention se rapporte à un dispositif bilame sensible aux variations de température. L'invention a été développée pour des applications horlogères de compensation thermique auxiliaire ou de mesure mécanique de température. Toutefois, le dispositif bilame ne saurait se limiter à des applications dans le domaine horloger.

[0025] Le dispositif bilame selon l'invention comporte au moins une première lame à base de silicium et au moins une deuxième lame à base de métal.

[0026] Ladite au moins une première lame à base de silicium peut comporter du silicium monocristallin, du silicium monocristallin dopé, du silicium polycristallin, du silicium polycristallin dopé, du silicium poreux, de l'oxyde de silicium, du quartz, de la silice, du nitrure de silicium ou du carbure de silicium. Bien entendu, quand le matériau à base de silicium est sous phase cristalline, n'importe quelle orientation cristalline peut être utilisée.

[0027] De plus, ladite au moins une deuxième lame à base de métal peut comporter de l'argent et/ou du magnésium et/ou du plomb et/ou du thallium et/ou du nickel et/ou du cuivre et/ou du zinc et/ou de l'or et/ou de l'aluminium et/ou de l'indium et/ou de la vulcanite.

[0028] Selon l'invention, lesdites au moins une première et au moins une deuxième lames sont agencées pour s'attacher l'une sur l'autre afin que la courbure du dispositif bilame varie en fonction de la température. En effet, la bande formée par lesdites au moins une première et au moins une deuxième lames se courbe avec l'augmentation de température du côté où le coefficient de dilatation est le plus faible.

[0029] En outre, cela signifie notamment que le dispositif bilame peut comporter plusieurs premières lames agencées pour s'attacher à une unique deuxième lame ou, alternativement, que plusieurs deuxièmes lames sont agencées pour s'attacher à une unique première lame.

[0030] Ainsi, pour les applications horlogères, il est recherché une différence de coefficient de dilatation du dispositif bilame qui est environ comprise entre 10 et 30 10^{-6} K^{-1} et une faible sensibilité aux champs magnétiques. A titre préféré, le couple silicium monocristallin - alliage nickel/phosphore est utilisé.

[0031] Ainsi, le silicium monocristallin comporte un coefficient de dilatation linéique α à 25°C autour de 2,5 10^{-6} K^{-1} alors que les métaux ou alliages métalliques comportent en général des coefficients de dilatation linéique α à 25°C compris entre sensiblement 13 et 32 10^{-6} K^{-1} . On comprend donc que la différence de coefficient de dilatation du dispositif bilame permet une sensibilité élevée à la température.

[0032] Selon l'invention, dans les conditions ambian-

tes de température et de pression (CATP) correspondant à une température de 25 °C et à une pression de 100 kPa, le dispositif bilame forme préférentiellement une bande courbe.

[0033] Un premier exemple de dispositif bilame 1 est illustré à la figure 1. Le dispositif bilame 1 comporte une première lame 3 à base de silicium et une deuxième lame 5 à base de métal. Comme expliqué ci-dessus, la bande 7 formée par lesdites première et deuxième lames 3, 5 se courbe avec l'augmentation de température du côté où le coefficient de dilatation est le plus faible, c'est-à-dire la première lame 3 à base de silicium.

[0034] Comme illustré à la figure 1, lesdites au moins une première et au moins une deuxième lames 3, 5 sont attachées l'une sur l'autre par emboîtement. Ainsi, on peut voir des moyens 2, 2', 4 d'emboîtement formé soit par un ensemble 4 rainure - crochet soit par des ensembles 2, 2' cran d'arrêt - nervure.

[0035] Bien entendu, de manière additionnelle ou alternative, lesdites au moins une première et au moins une deuxième lames pourraient être attachées l'une sur l'autre par utilisation d'un matériau d'adhésion ou par électroformage.

[0036] Plus précisément, de manière additionnelle ou alternative, la bande 7 pourrait être rendue solidaire par collage ou brasage desdites première 3 et deuxième 5 lames ou la deuxième lame 5 pourrait être électroformée sur la première lame 3.

[0037] Comme illustré à la figure 1, le dispositif bilame 1 comporte en outre une base 9 de fixation monobloc avec l'une desdites première 3 et deuxième 5 lames permettant de monter le dispositif bilame 1 sur une autre pièce. Dans l'exemple de la figure 1, la base 9 de fixation est venue de forme avec la deuxième lame 5 à base de métal et comporte un trou traversant 8 pouvant être taraudé.

[0038] Selon des variantes illustrées aux figures 2 et 3, le dispositif bilame peut comporter des moyens de butée réglables permettant de borner les variations minimales et/ou maximales de courbure du dispositif bilame. En effet, il peut être utile pour la pièce sur laquelle est rapporté le dispositif bilame de pouvoir limiter l'influence sur seulement une certaine plage de température, c'est-à-dire au-dessus d'une température prédéfinie, en-dessous d'une température prédéfinie ou entre deux températures prédéfinies.

[0039] A la figure 2, on peut voir deux types de moyens 11, 13 de butées réglables permettant de borner les variations minimales et/ou maximales de courbure du dispositif bilame. En effet, suivant le choix des matériaux pour les lames 3, 5, il peut être choisi de bloquer le déplacement vers moins de courbure, vers plus de courbure de la bande ou les deux. Les premiers moyens 11 de butée réglables comporte ainsi une butée 12 cylindrique filetée destinée à bloquer le déplacement de la bande par contact de la première lame 3 alors que les deuxièmes moyens 13 de butée réglables comporte une butée 14 en forme de L, comprenant une partie verticale filetée,

et destinée à bloquer le déplacement de la bande par contact de la deuxième lame 5.

[0040] De manière alternative, à la figure 3, on peut voir deux types de moyens 15, 17 de butée réglables permettant de borner les variations minimales et/ou maximales de courbure du dispositif bilame. En effet, suivant le choix des matériaux pour les lames 3, 5, il peut être choisi de bloquer le déplacement vers moins de courbure, vers plus de courbure de la bande ou les deux. Les premiers moyens 15 de butée réglables comporte ainsi une butée 16 cylindrique filetée destinée à bloquer le déplacement de la bande par contact avec une pièce faisant face à la première lame 3 alors que les deuxièmes moyens 17 de butée réglables comporte une butée 18 cylindrique filetée destinée à bloquer le déplacement de la bande par contact avec une pièce faisant face à la deuxième lame 5.

[0041] Selon une troisième variante illustrée à la figure 4, le dispositif bilame peut également comporter un bloc 6 qui peut être en une seule pièce avec l'extrémité d'une desdites au moins une première et au moins une deuxième lames 3, 5 afin d'augmenter l'influence du dispositif bilame. En effet, il peut être utile pour la pièce sur laquelle est rapporté le dispositif bilame de pouvoir augmenter l'influence en modifiant le centre de masse du dispositif bilame.

[0042] Alternativement, le bloc 6 pourrait être une masselotte fixée sur l'extrémité d'une desdites au moins une première et au moins une deuxième lames 3, 5 à la manière des premiers et deuxièmes moyens 15, 17 de butée réglables. La masselotte pourrait ainsi être formée à partir d'un troisième matériau, par exemple plus dense que lesdites au moins une première et au moins une deuxième lames 3, 5.

[0043] Un premier mode de réalisation de l'invention se rapporte à un balancier compensateur comportant au moins un dispositif bilame selon l'une des variantes précédentes. On comprend donc que le dispositif bilame selon l'invention peut notamment être avantageusement utilisé pour apporter une compensation thermique auxiliaire ou principale au niveau du balancier à un résonateur comportant un spiral compensateur ou non.

[0044] Selon une première alternative illustrée à la figure 5, le balancier compensateur 21 comporte une serge 23 coupée formée par deux dispositifs bilame 25, 27 formés respectivement par au moins une première et au moins une deuxième lames 28, 28', 26, 26'. Chaque dispositif bilame 25, 27 est relié par au moins un bras 22 à une ouverture 24 centrale afin de modifier l'inertie du balancier 21 en fonction de la température. On s'aperçoit à la figure 5, que les deuxième lames 26 et/ou 26' et/ou ledit au moins un bras 22 et/ou l'ouverture 24 peuvent être monoblocs. On peut également voir que des masselottes 29, 29' sont utilisées pour régler l'inertie du balancier compensateur 21.

[0045] On comprend donc que les dispositifs bilame 25, 27 selon l'invention sont avantageusement utilisés pour apporter une compensation thermique auxiliaire ou

principale au niveau du balancier à un résonateur comportant un spiral compensateur ou non. On comprend également que, suivant la compensation thermique à apporter, les matériaux et les géométries utilisées de dispositif bilame 25, 27 et, éventuellement, le bloc/masselotte 6 et/ou la base 9 de fixation et/ou de moyens 11, 13, 15, 17 de butée, seront choisis afin régler au plus précis la marche du mouvement horloger. Il est également possible de régler la position du dispositif bilame 25, 27, c'est-à-dire sa position de fixation par rapport à l'ouverture 24 ainsi que l'angle qu'il forme par rapport au bras 22, pour optimiser son utilisation.

[0046] Bien entendu, plusieurs dispositifs bilame 25, 27 peuvent être répartis sur la même partie de la serge 23 coupée ou au niveau dudit au moins un bras 22. Il est également possible, de manière similaire à l'exemple de la figure 8, que le dispositif bilame 25, 27 utilisé comporte plusieurs premières lames agencées pour s'attacher à une unique deuxième lame ou, alternativement, que plusieurs deuxièmes lames sont agencées pour s'attacher à une unique première lame.

[0047] Selon une deuxième alternative illustrée aux figures 6 à 8, le balancier compensateur 31, 41, 51 comporte une serge 33 non coupée reliée par au moins un bras 32 à une ouverture centrale 34. En outre, ledit au moins un dispositif bilame 35, 45, 55 est monté sur la serge 33 afin de modifier l'inertie du balancier compensateur 31, 41, 51 en fonction de température.

[0048] Suivant le choix des matériaux pour les première et deuxième lames, il peut être choisi de fixer le dispositif bilame sur le diamètre intérieur de la serge comme illustré à la figure 6, de fixer le dispositif bilame sur le diamètre externe intérieur de la serge comme illustré aux figures 7 et 8 ou les deux.

[0049] Dans l'exemple de la figure 7, le dispositif bilame 45 comporte une bande formée par une unique première lame et une unique deuxième lame et qui est rapportée sur le diamètre externe de la serge 33. Bien entendu, plusieurs dispositifs bilame 45 peuvent être répartis sur le diamètre externe de la serge 33.

[0050] Il est également possible, comme illustré à la figure 8, que le dispositif bilame 55 monté sur le diamètre externe de la serge 33 comporte plusieurs premières lames agencées pour s'attacher à une unique deuxième lame ou, alternativement, que plusieurs deuxièmes lames sont agencées pour s'attacher à une unique première lame.

[0051] On comprend donc que les dispositifs bilame 45, 55 selon l'invention sont avantageusement utilisés pour apporter une compensation thermique auxiliaire au niveau du balancier à un résonateur comportant un spiral compensateur. On comprend notamment que, suivant la compensation auxiliaire à apporter, les matériaux et les géométries utilisées de dispositif bilame 45, 55 et, éventuellement, le bloc/masselotte 6 et/ou la base 9 de fixation et/ou de moyens 11, 13, 15, 17 de butée, seront choisis afin régler au plus précis la marche du mouvement horloger. Il est également possible de régler la position du

dispositif bilame 45, 55 sur la serge 33 pour optimiser son influence.

[0052] Dans l'exemple de la figure 6, le dispositif bilame 35 comporte une bande formée par une unique première lame et une unique deuxième lame et qui est rapportée sur le diamètre interne de la serge 33. Bien entendu, plusieurs dispositifs bilame 35 peuvent être répartis sur le diamètre interne de la serge 33.

[0053] Il est également possible, de manière similaire à l'exemple de la figure 8, que le dispositif bilame monté sur le diamètre interne de la serge 33 comporte plusieurs premières lames agencées pour s'attacher à une unique deuxième lame ou, alternativement, que plusieurs deuxièmes lames sont agencées pour s'attacher à une unique première lame.

[0054] On comprend donc que les dispositifs bilame 35 selon l'invention sont avantageusement utilisés pour apporter une compensation thermique auxiliaire au niveau du balancier à un résonateur comportant un spiral compensateur. On comprend notamment que, suivant la compensation auxiliaire à apporter, les matériaux et les géométries utilisées de dispositif bilame 35 et, éventuellement, le bloc/masselotte 6 et/ou la base 9 de fixation et/ou de moyens 11, 13, 15, 17 de butée, seront choisis afin régler au plus précis la marche du mouvement horloger. Il est également possible de régler la position du dispositif bilame 35 sur la serge 33 pour optimiser son influence.

[0055] Selon une troisième alternative illustrée à la figure 9, le balancier compensateur 61 comporte une serge 63 non coupée reliée par au moins un bras 62 à une ouverture centrale 64. En outre, ledit au moins un dispositif bilame 65 est monté sur ledit au moins un bras 62 afin de modifier l'inertie du balancier compensateur 61 en fonction de la température.

[0056] Dans l'alternative de la figure 9, le dispositif bilame 65 comporte une bande avec un bloc en porte-à-faux, la bande étant formée par une unique première lame et une unique deuxième lame et qui est rapportée sur la surface supérieure d'un des bras 62 à l'aide d'un des trous 66 ménagés sur les bras 62. Bien entendu, plusieurs dispositifs bilame 65 peuvent être répartis sur la surface supérieure et/ou inférieure d'un ou plusieurs des bras 62 à l'aide d'un ou plusieurs des trous 66.

[0057] Il est également possible, de manière similaire à l'exemple de la figure 8, que le dispositif bilame monté sur la surface supérieure d'un des bras 62 comporte plusieurs premières lames agencées pour s'attacher à une unique deuxième lame ou, alternativement, que plusieurs deuxièmes lames sont agencées pour s'attacher à une unique première lame.

[0058] On comprend donc que les dispositifs bilame 65 selon l'invention sont avantageusement utilisés pour apporter une compensation thermique auxiliaire au niveau du balancier à un résonateur comportant un spiral compensateur. On comprend notamment que, suivant la compensation auxiliaire à apporter, les matériaux et les géométries utilisées de dispositif bilame 65 et, éventuel-

lement, le bloc 6 et/ou la base 9 de fixation et/ou de moyens 11, 13, 15, 17 de butée, seront choisis afin régler au plus précis la marche du mouvement horloger. Il est également possible de régler la position du dispositif bilame 65 sur chaque bras 62, c'est-à-dire sa position de fixation entre l'ouverture 64 et la serge 63 ainsi que le positionnement par rapport à la longueur du bras 62, c'est-à-dire l'angle entre le début du bilame 65 et la longueur du bras 62 ou le sens de la courbure du bilame (sensiblement parallèle à la courbure de la serge 63 ou inversé en courbure), pour optimiser son influence.

[0059] Selon un deuxième mode de réalisation, l'invention se rapporte à une raquette compensatrice 71, 91 comportant au moins un dispositif bilame 75, 95 selon l'une des variantes précédentes.

[0060] Par conséquent, le dispositif bilame 75, 95 selon l'invention peut être avantageusement utilisé pour apporter une compensation thermique auxiliaire à un résonateur par la raquetterie avec une très grande précision.

[0061] En effet, la raquette sert à modifier la marche diurne de la montre, en allongeant ou en raccourcissant la longueur active du spiral d'un résonateur balancier-spiral. La raquette est habituellement ajustée à frottement gras sur le coqueret. On modifie la marche diurne de la montre en tournant la raquette. Pour simplifier le réglage, des graduations sont généralement marquées sur le coq permettent d'apprécier approximativement l'effet de la retouche.

[0062] Selon une première alternative illustrée à la figure 10, la raquette compensatrice 71 comporte un interstice *i* agencé pour recevoir un ressort-spiral formé dans un bras 72. Le bras 72 est monté à rotation par rapport à une ouverture 74 et relié audit au moins un dispositif bilame 75 afin de modifier la position de l'interstice *i*, c'est-à-dire l'ébat du spiral, en fonction de la température.

[0063] Plus précisément, le dispositif bilame 75 comporte une bande en U s'étendant concentriquement qui est formée par une unique première lame et une unique deuxième lame. Le dispositif bilame 75 est monté entre le bras 72 supportant deux goupilles 76, ou alternativement une clé de raquette, formant l'interstice *i* et un anneau de fixation 77 au coqueret. Comme visible à la figure 10, une extrémité 78 de la bande est montée pivotante sur le bras 72 afin de forcer ce dernier à se déplacer lors de variations de température.

[0064] On comprend donc que le bras 72 et/ou les goupilles 76 et/ou une partie de la bande du dispositif bilame 75 et/ou l'ouverture 74 et/ou l'anneau de fixation 77 peuvent être monobloc.

[0065] Bien entendu, plusieurs dispositifs bilame 75 peuvent être répartis entre le bras 72 et l'anneau de fixation 77, c'est-à-dire, par exemple, un entre l'ouverture 74 et le début des goupilles 76 et un entre l'ouverture 74 et l'anneau de fixation 77. Il est également possible, de manière similaire à l'exemple de la figure 8, que le dispositif bilame 75 utilisé comporte plusieurs premières lames

agencées pour s'attacher à une unique deuxième lame ou, alternativement, que plusieurs deuxièmes lames sont agencées pour s'attacher à une unique première lame.

[0066] On comprend donc que les dispositifs bilame 75 selon l'invention sont avantageusement utilisés pour apporter une compensation thermique auxiliaire au niveau de la raquette à un résonateur comportant un spiral compensateur. On comprend notamment que, suivant la compensation auxiliaire à apporter, les matériaux et les géométries utilisées de dispositif bilame 75 et, éventuellement, le bloc/masselotte 6 et/ou la base 9 de fixation et/ou de moyens 11, 13, 15, 17 de butée, seront choisis afin régler au plus précis la marche du mouvement horloger. Il est également possible de régler la position du dispositif bilame 75 pour optimiser son influence.

[0067] Selon une deuxième alternative illustrée à la figure 11, la raquette compensatrice 91 comporte un interstice *i* agencé pour recevoir un ressort-spiral formé dans un bras 92. Le bras 92 est préférentiellement monté à rotation par rapport à une ouverture 94. De plus, la grandeur de l'interstice *i* est avantageusement contrôlée par ledit au moins un dispositif bilame 95 afin de modifier l'interstice *i* en fonction de la température.

[0068] Plus précisément, le dispositif bilame 95 comporte une bande en U qui est formée par une unique première lame et une unique deuxième lame. Le dispositif bilame 95 est monté sur le bras 92 à une 93 de ces extrémités et comporte une première goupille 96 sur son autre extrémité. Une deuxième goupille 96 est montée sur le bras 92 en face de la première goupille afin de former l'interstice *i* et une queue de raquette 97 est montée à l'opposé du bras 92 par rapport à l'ouverture pour permettre le réglage de la raquette 91.

[0069] On comprend donc que le bras 92 et/ou les goupilles 96 et/ou une partie de la bande du dispositif bilame 95 et/ou l'ouverture 94 et/ou la queue de raquette 97 peuvent être monobloc.

[0070] Bien entendu, plusieurs dispositifs bilame 95 peuvent être répartis entre le bras 92 et la queue de raquette 97, c'est-à-dire, par exemple, en comporter un deuxième entre l'ouverture 94 et le début des goupilles 96. Il est également possible, de manière similaire à l'exemple de la figure 8, que le dispositif bilame 95 utilisé comporte plusieurs premières lames agencées pour s'attacher à une unique deuxième lame ou, alternativement, que plusieurs deuxièmes lames sont agencées pour s'attacher à une unique première lame.

[0071] On comprend donc que les dispositifs bilame 95 selon l'invention sont avantageusement utilisés pour apporter une compensation thermique auxiliaire au niveau de la raquette à un résonateur comportant un spiral compensateur. On comprend notamment que, suivant la compensation auxiliaire à apporter, les matériaux et les géométries utilisées de dispositif bilame 95 et, éventuellement, le bloc/masselotte 6 et/ou la base 9 de fixation et/ou de moyens 11, 13, 15, 17 de butée, seront choisis afin régler au plus précis la marche du mouvement horloger. Il est également possible de régler la position du

dispositif bilame 95 pour optimiser son influence.

[0072] Il est également envisageable qu'un dispositif bilame du type illustré à la figure 11 puisse être adapté pour non pas modifier la position d'une goupille de raquette mais la position du point de pitonnage d'un spiral en fonction de la température. On comprend alors que le dispositif bilame serait monté entre un point fixe du mouvement horloger, comme un pont, et la courbe externe d'un spiral afin que la longueur active du spiral puisse être modifiée en fonction de la température sans avoir à utiliser une raquette.

[0073] Selon un troisième mode de réalisation illustré à la figure 12, l'invention se rapporte à un capteur de température 81 comportant au moins un dispositif bilame 85 selon l'une des variantes précédentes.

[0074] Par conséquent, le dispositif bilame 85 selon l'invention peut être avantageusement utilisé pour mesurer la température avec une très grande précision.

[0075] Dans l'exemple de la figure 11, le capteur de température 81 peut ainsi comporter un afficheur 83 et un dispositif 87 élastique de suivi de déplacement dudit au moins un dispositif bilame afin de modifier la position de l'afficheur 83 en fonction de la température.

[0076] Plus précisément, le dispositif bilame 85 comporte une bande formée par une unique première lame et une unique deuxième lame et qui est monté pour être en contact permanent avec un palpeur 80 du dispositif 87 élastique de suivi de déplacement. Comme visible à la figure 11, le palpeur 80 est solidaire d'un pivot 82 destiné à créer un mouvement B de rotation à partir des mouvements A du dispositif bilame 85. Le pivot 82 communique son mouvement B au renvoi 84 monté pivotant selon la rotation C via le ressort 86 pour obliger le palpeur 80 à toujours suivre la surface du dispositif bilame 85. Comme visible à la figure 11, le renvoi 84 s'engrène avec le pignon 88 de l'afficheur afin de déplacer selon la rotation D l'affichage de la température comme par exemple avec une aiguille.

[0077] Bien entendu, plusieurs dispositifs bilame 85 pourraient être utilisés pour afficher une valeur moyenne de température via un différentiel. Il est également possible, de manière similaire à l'exemple de la figure 8, que le dispositif bilame 85 utilisé comporte plusieurs premières lames agencées pour s'attacher à une unique deuxième lame ou, alternativement, que plusieurs deuxièmes lames sont agencées pour s'attacher à une unique première lame.

[0078] On comprend donc que les dispositifs bilame 85 selon l'invention sont avantageusement utilisés pour apporter une précision de mesure de la température. On comprend notamment que, suivant la précision de la mesure à apporter, les matériaux et les géométries utilisées de dispositif bilame 85 et, éventuellement, le bloc 6 et/ou la base 9 de fixation et/ou de moyens 11, 13, 15, 17 de butée, seront choisis afin régler au plus précis le fonctionnement du capteur de température. Il est également possible de régler la position du dispositif bilame 85 pour optimiser son utilisation.

[0079] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à l'exemple illustré mais est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, de plus en plus d'organe d'une pièce d'horlogerie sont faites à base de silicium. De fait, tout organe à base de silicium pourrait être modifié lors de la fabrication pour intégrer un dispositif bilame selon l'invention comme, par exemple, le spiral ou l'échappement,

[0080] Ainsi, à titre d'exemple, selon un quatrième mode de réalisation, l'invention se rapporte à un spiral compensateur comportant au moins un dispositif bilame. En effet, le dispositif bilame selon l'invention peut notamment être avantageusement utilisé pour apporter une compensation thermique auxiliaire à un résonateur au niveau du point de pitonnage avec une très grande précision.

[0081] Plus précisément, le spiral compensateur pourrait ainsi comporter une spire externe reliée, de manière monobloc ou non, audit au moins un dispositif bilame agencé pour être fixé à un pont afin de modifier la longueur active du spiral compensateur en fonction de la température.

25 Revendications

1. Dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) comportant au moins une première lame à base de silicium et au moins une deuxième lame à base de métal **caractérisé en ce que** lesdites au moins une première et au moins une deuxième lames (3, 5, 26, 26', 28, 28') sont agencées pour s'attacher l'une sur l'autre afin que la courbure du dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) varie en fonction de la température.
2. Dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ladite au moins une première lame à base de silicium comporte du silicium monocristallin, du silicium monocristallin dopé, du silicium polycristallin, du silicium polycristallin dopé, du silicium poreux, de l'oxyde de silicium, du quartz, de la silice, du nitrure de silicium ou du carbure de silicium.
3. Dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite au moins une deuxième lame à base de métal comporte de l'argent, du magnésium, du plomb, du thallium, du nickel, du cuivre, du zinc, de l'or, de l'aluminium ou de l'indium ou de la vulcanite.
4. Dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, dans les conditions ambiantes de température et de pression, le dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) forme une bande

- (7) courbe.
5. Dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdites au moins une première et au moins une deuxième lames (3, 5, 26, 26', 28, 28') sont attachées l'une sur l'autre par emboîtement. 5
 6. Dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdites au moins une première et au moins une deuxième lames (3, 5, 26, 26', 28, 28') sont attachées l'une sur l'autre par utilisation d'un matériau d'adhésion. 10
 7. Dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ladite au moins une deuxième lame est électroformée sur ladite au moins une première lame. 15
 8. Dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) comporte une base (9) de fixation solidaire avec l'une desdites au moins une première et au moins une deuxième lames (3, 5, 26, 26', 28, 28') permettant de monter le dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) sur une pièce. 20
 9. Dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) comporte un bloc (6) solidaire avec l'extrémité d'une desdites au moins une première et au moins une deuxième lames (3, 5, 26, 26', 28, 28') permettant d'augmenter l'influence du dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95). 25
 10. Dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) comporte des moyens de butée réglables (11, 13, 15, 17) permettant de borner les variations minimales et/ou maximales de courbure du dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95). 30
 11. Dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) comporte plusieurs premières lames agencées pour s'attacher à une unique deuxième lame. 35
 12. Dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon l'une des revendications 1 à 10, **caracté-** 40
 - risé en ce que** le dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) comporte plusieurs deuxièmes lames agencées pour s'attacher à une unique première lame. 45
 13. Balancier compensateur (21, 31, 41, 51, 61) comportant au moins un dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon l'une des revendications précédentes. 50
 14. Balancier compensateur (21, 31, 41, 51, 61) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le balancier compensateur (21, 31, 41, 51, 61) comporte une serge (23) coupée formée par au moins deux dispositifs bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) chacun reliés par au moins un bras (22) à une ouverture centrale (24) afin de modifier l'inertie du balancier compensateur (21, 31, 41, 51, 61) en fonction de la température. 55
 15. Balancier compensateur (21, 31, 41, 51, 61) selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le balancier compensateur (21, 31, 41, 51, 61) comporte une serge (33) non coupée reliée par au moins un bras (32) à une ouverture centrale (34) et **en ce que** ledit au moins un dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) est monté sur la serge (33) afin de modifier l'inertie du balancier compensateur (21, 31, 41, 51, 61) en fonction de température. 60
 16. Balancier compensateur (21, 31, 41, 51, 61) selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le balancier compensateur (21, 31, 41, 51, 61) comporte une serge (33) non coupée reliée par au moins un bras (32) à une ouverture centrale (34) et **en ce que** ledit au moins un dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) est monté sur ledit au moins un bras (32) afin de modifier l'inertie du balancier compensateur (21, 31, 41, 51, 61) en fonction de la température. 65
 17. Raquette (71, 91) compensatrice comportant au moins un dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon l'une des revendications 1 à 12. 70
 18. Raquette compensatrice (71, 91) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** la raquette compensatrice (71, 91) comporte un interstice (i) agencé pour recevoir un ressort-spiral et relié audit au moins un dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) afin de modifier la position de l'interstice (i) en fonction de la température. 75
 19. Raquette compensatrice (71, 91) selon la revendication 17, **caractérisée en ce que** la raquette compensatrice (71, 91) comporte un interstice (i) agencé pour recevoir un ressort-spiral, la grandeur de l'interstice (i) étant contrôlée par ledit au moins un dis-

positif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95)
afin de modifier l'interstice (i) en fonction de la température.

20. Capteur de température comportant au moins un dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon l'une des revendications 1 à 12. 5
21. Capteur de température (81) selon la revendication précédente **caractérisé en ce que** le capteur de température (81) comporte un afficheur (83) et un dispositif (87) élastique de suivi de déplacement dudit au moins un dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) afin de modifier la position de l'afficheur (83) en fonction de la température. 10 15
22. Spiral compensateur comportant au moins un dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) selon l'une des revendications 1 à 12. 20
23. Spiral compensateur selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** la spire externe du spiral compensateur est reliée audit au moins un dispositif bilame (1, 25, 27, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95) agencé pour être fixé à un pont afin de modifier la longueur active du spiral compensateur en fonction de la température. 25

30

35

40

45

50

55

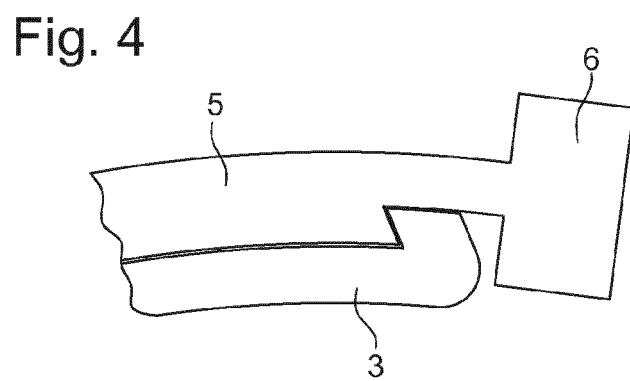
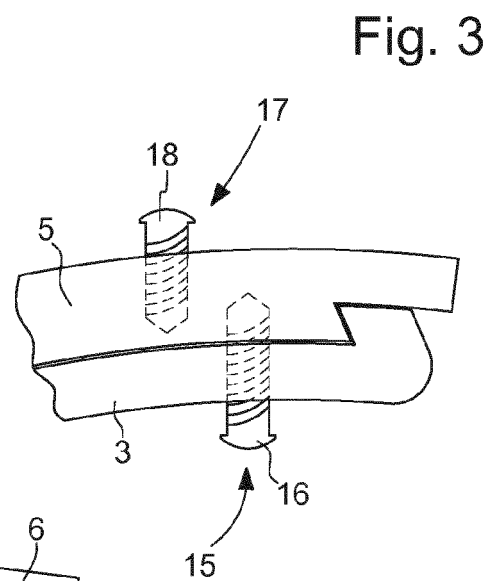
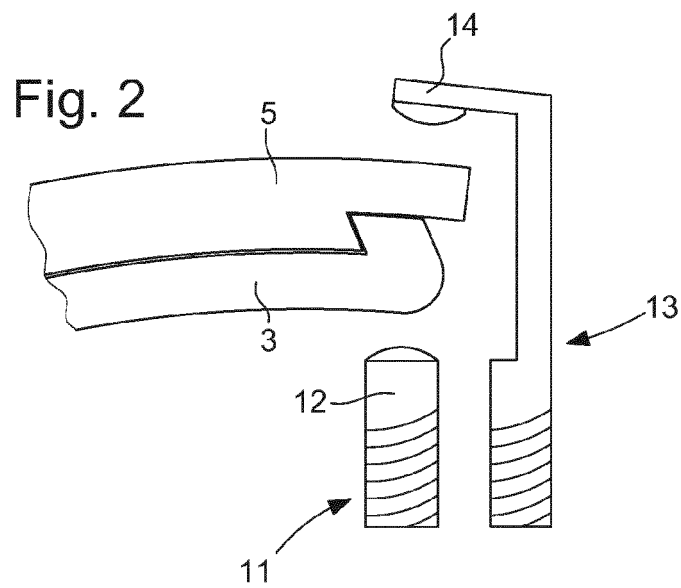
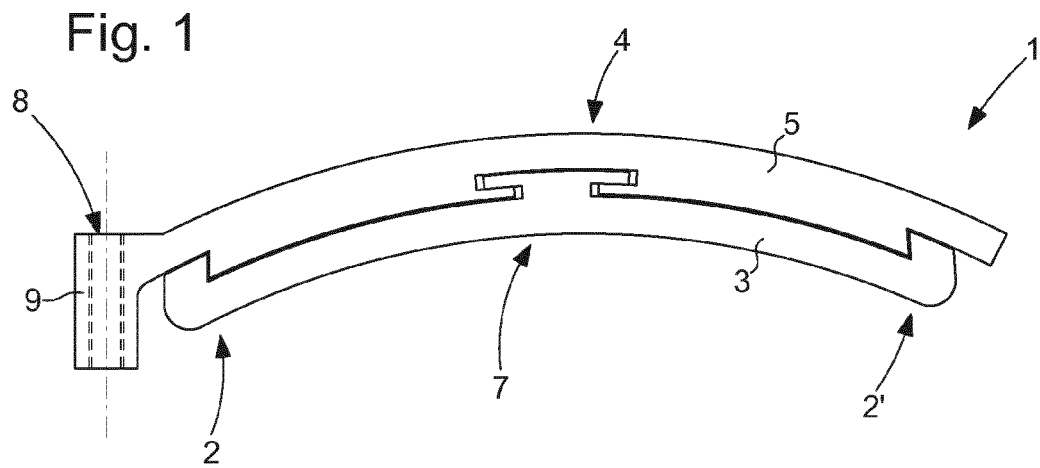


Fig. 5

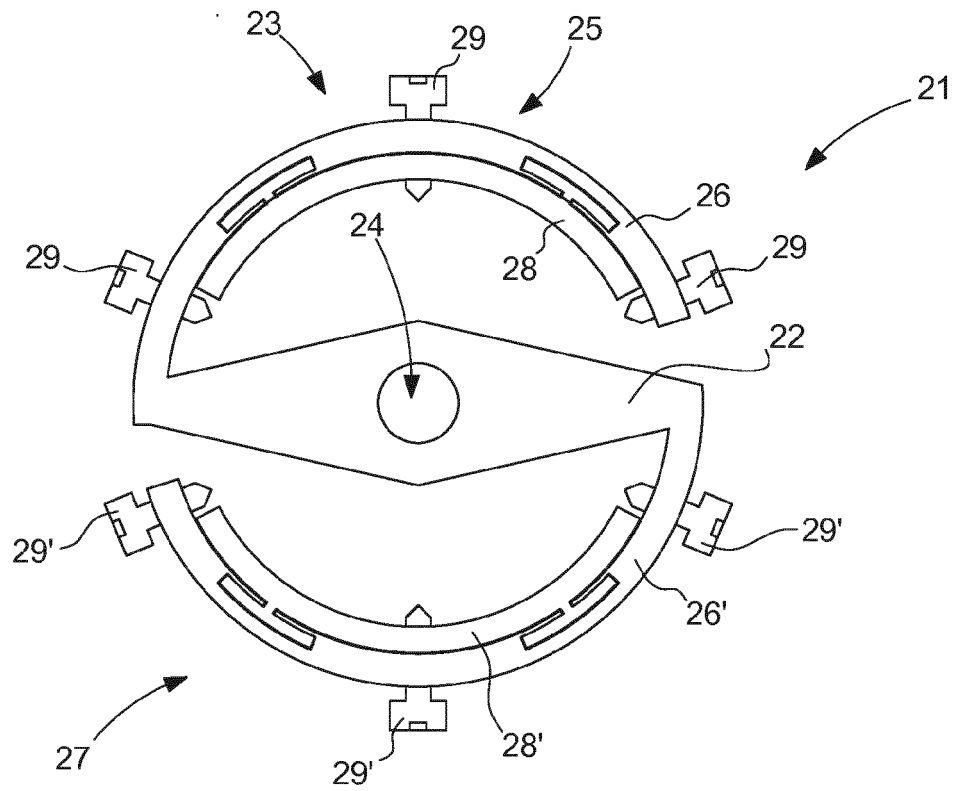


Fig. 12

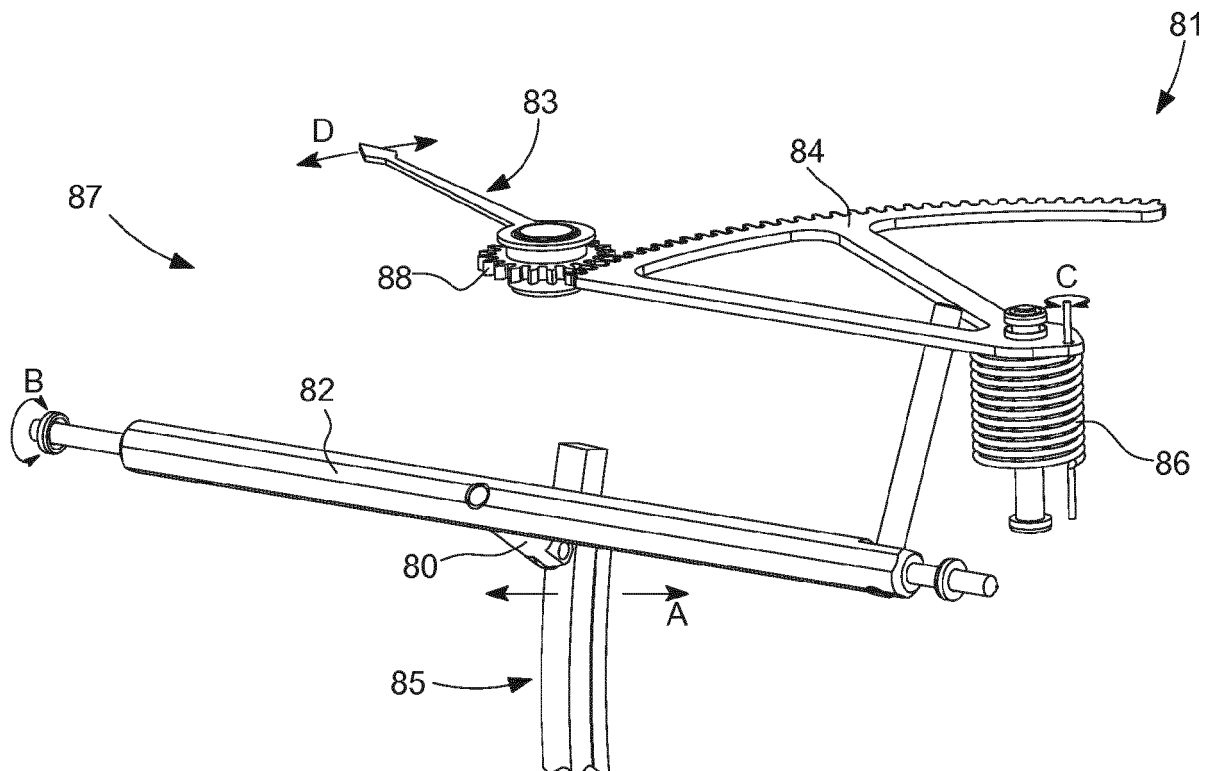


Fig. 6

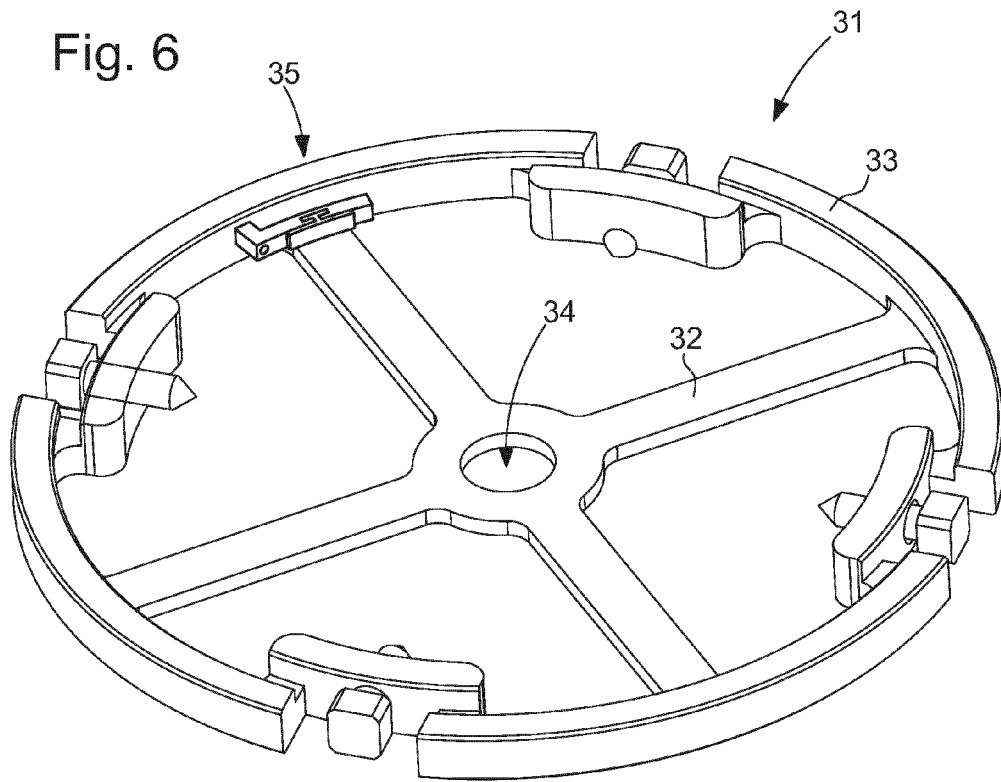


Fig. 7

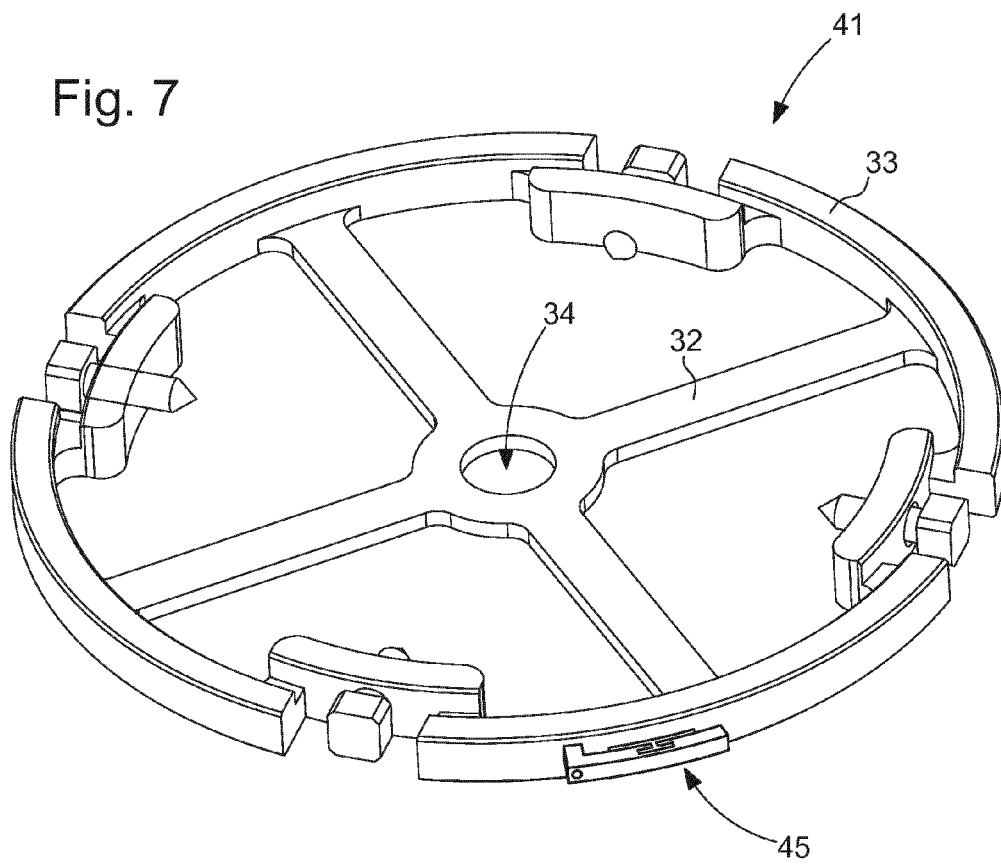


Fig. 8

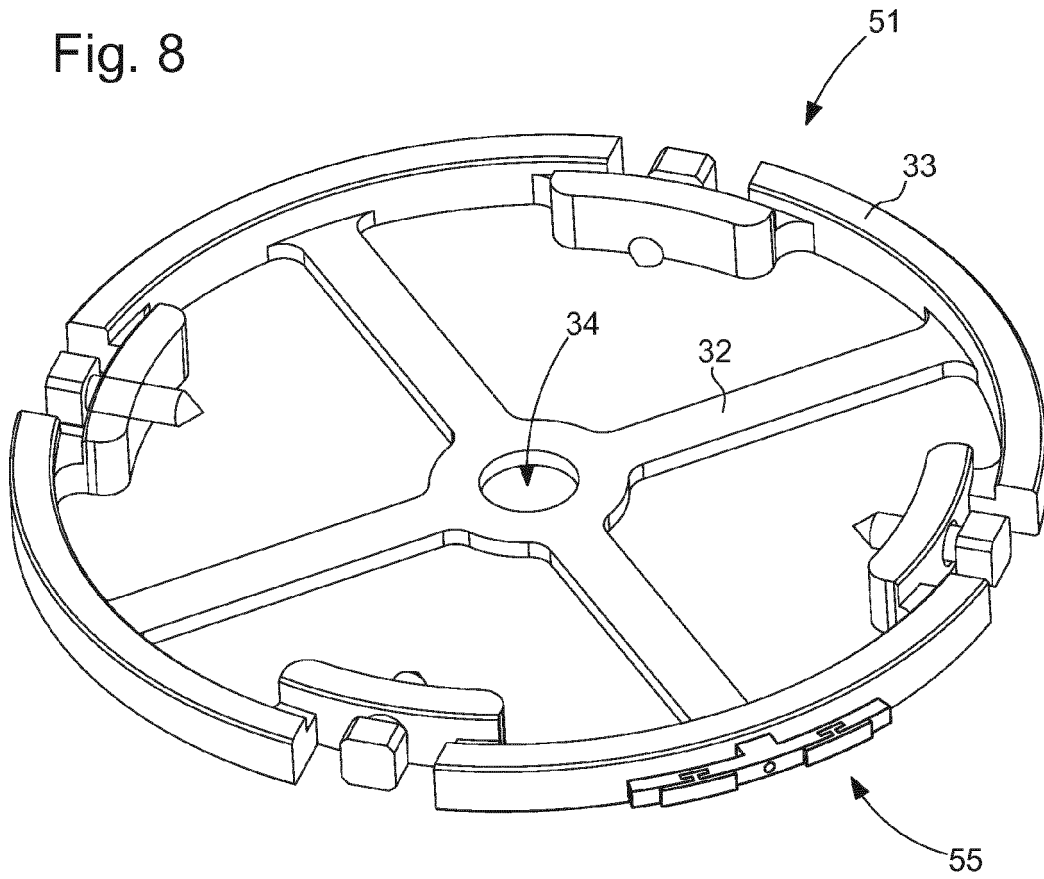


Fig. 9

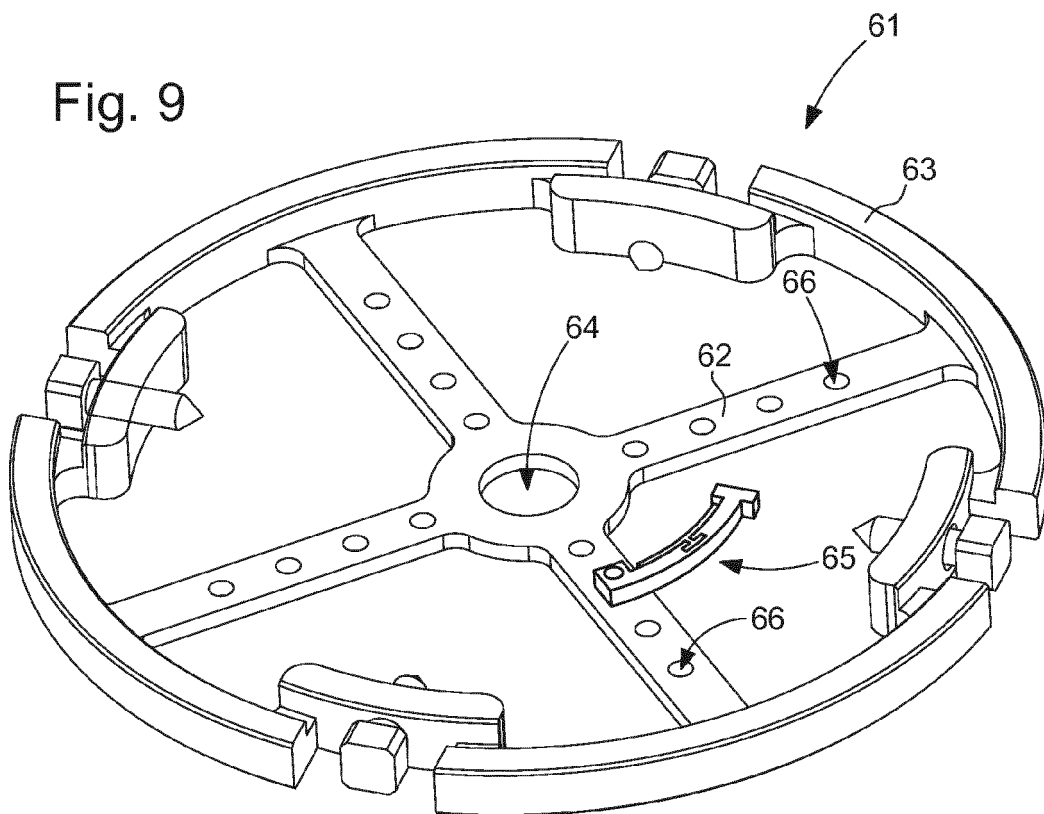


Fig. 10

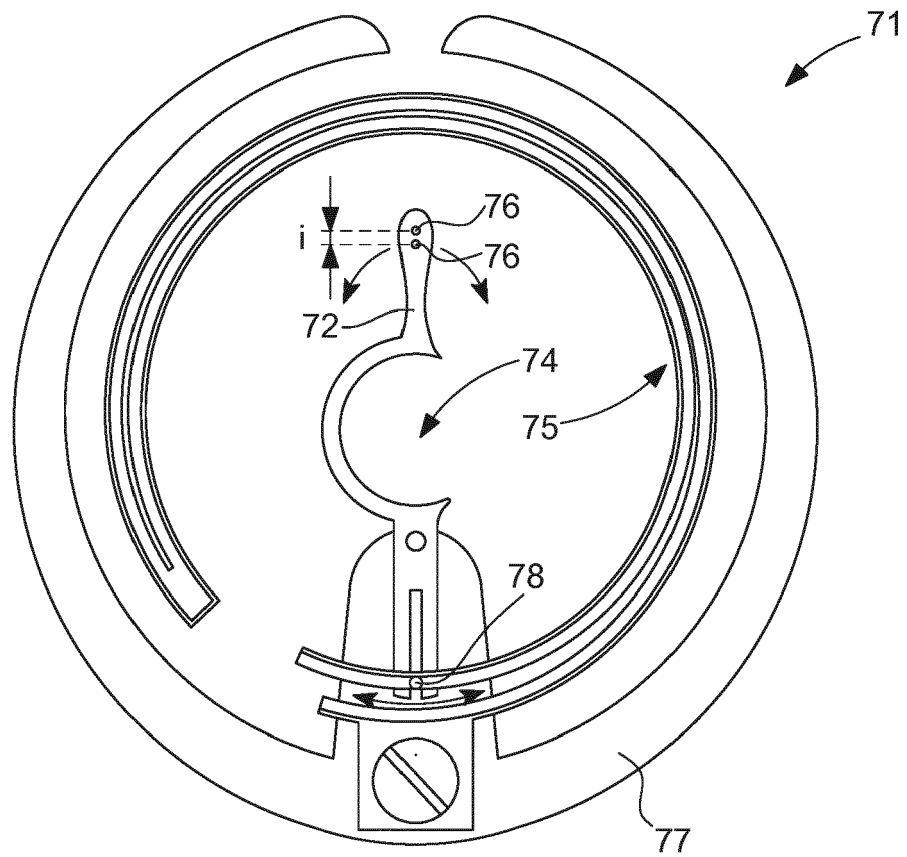
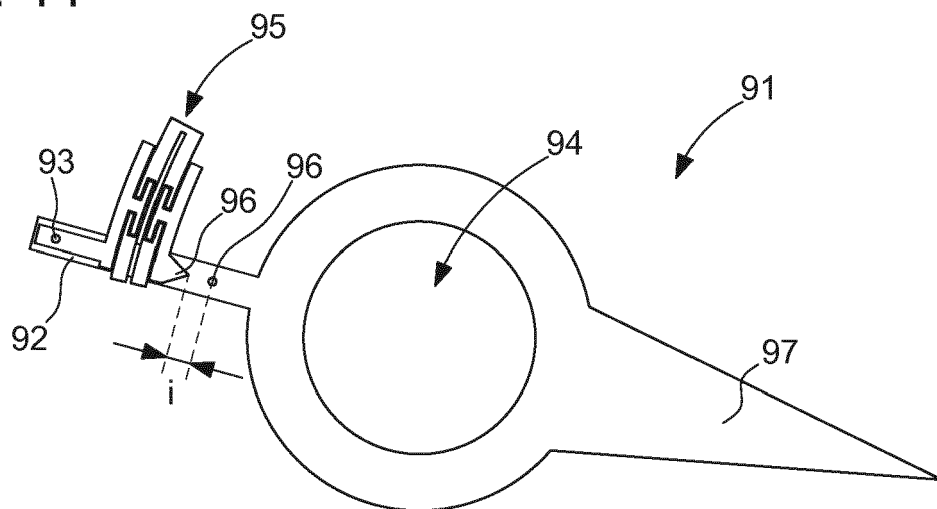


Fig. 11





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 15 8884

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 A	US 387 567 A (A.F. PICKERT) 7 août 1888 (1888-08-07) * page 1, lignes 48-60; figure 1 *	1-4,6,8, 9,13,15 5,7, 10-12, 14,16	INV. G04B17/22
X A	----- US 631 103 A (BOREL ANTOINE [CH]) 15 août 1899 (1899-08-15) * phrases 27-67; figure 1 * -----	1-4,6,8, 9,13,14, 16 5,7, 10-12,15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 19 août 2016	Examineur Musielak, Marion
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)



5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

REVENDEICATIONS DONNANT LIEU AU PAIEMENT DE TAXES

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

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

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

ABSENCE D'UNITE D'INVENTION

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

voir feuille supplémentaire B

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

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

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

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

1-16

☐ 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 16 15 8884

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

1. revendications: 1-16

Dispositif bilame et balancier

2. revendications: 17-19

Raquette

3. revendications: 20, 21

Capteur de température

4. revendications: 22, 23

Spiral

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

EP 16 15 8884

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.

19-08-2016

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
	US 387567 A	07-08-1888	AUCUN	
15	US 631103 A	15-08-1899	AUCUN	
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0460

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