(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 273 312 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
24.01.2018 Bulletin 2018/04

(51) Int Cl.:
G04D 7/12 *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **16179847.5**

(22) Date de dépôt: **18.07.2016**

(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

(71) Demandeur: **ETA SA Manufacture Horlogère Suisse**
2540 Grenchen (CH)

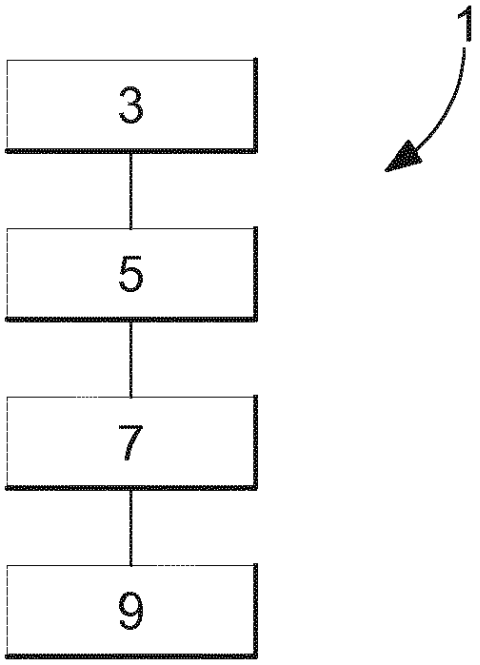
(72) Inventeurs:
- **CONUS, Thierry**
  2543 Lengnau (CH)
- **WINKLER, Pascal**
  2072 St-Blaise (CH)

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

(54) **PROCÉDÉ DE RÉGLAGE DE LA MARCHE D'UNE PIÈCE D'HORLOGERIE**

(57) L'invention se rapporte à un procédé de réglage de la marche d'une pièce d'horlogerie après emboîtage afin de garantir une meilleure marche à la pièce d'horlogerie.

Fig. 1



EP 3 273 312 A1

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte à un procédé de réglage de la marche d'une pièce d'horlogerie et, plus particulièrement, un réglage d'un mouvement horloger muni d'un résonateur du type balancier - spiral afin de garantir une meilleure marche à la pièce d'horlogerie.

Arrière-plan de l'invention

[0002] Il est connu d'ajuster la marche d'un mouvement horloger, avant son emboîtage, dans différentes positions, afin de resserrer au maximum les courbes d'anisochronisme de la future pièce d'horlogerie.

[0003] Toutefois, il a été constaté que la marche d'un mouvement bien réglé en dehors de sa boîte avait tendance à dériver au porter.

Résumé de l'invention

[0004] Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie les inconvénients cités précédemment en proposant un nouveau procédé de réglage de la marche d'une pièce d'horlogerie.

A cet effet, l'invention se rapporte à un procédé de réglage d'une pièce d'horlogerie comportant les étapes suivantes :

- monter un mouvement muni d'un résonateur balancier - spiral dans une boîte de la pièce d'horlogerie ;
- mesurer la marche de la pièce d'horlogerie ;
- déterminer la valeur de correction à appliquer à l'inertie du balancier pour obtenir une marche souhaitée ;
- modifier, par ajout d'une matière sur le balancier, l'inertie du balancier selon ladite valeur de correction.

[0005] On comprend donc que le réglage n'est pas effectué uniquement sur le mouvement nu, c'est-à-dire lorsqu'il n'est pas encore emboîté, mais qu'un réglage additionnel avantageusement selon l'invention est effectué en fin de fabrication de la pièce d'horlogerie permettant un réglage fin de la pièce d'horlogerie qui prend en compte les variations de marche induites au moment de l'emboîtage comme, par exemple, des contraintes générées sur le mouvement par l'emboîtage et/ou des modifications aérodynamiques induites par l'environnement fermé de la boîte.

[0006] Conformément à d'autres variantes avantageuses de l'invention :

- la mesure de la marche est réalisée sans contact avec le résonateur balancier - spiral ;
- la mesure de la marche est réalisée sous forme optique ou acoustique ;
- la valeur de correction est déterminée en comparant la marche mesurée et la fréquence souhaitée pour le résonateur ;
- la valeur de correction correspond à la distribution symétrique d'au moins deux masses de la matière sur le balancier afin de modifier l'inertie du balancier sans modifier son centre de masse ;
- la valeur de correction est déterminée en comparant, d'une part, la marche mesurée et, d'autre part, le balourd et la fréquence souhaités pour le résonateur ;
- la valeur de correction correspond à la distribution asymétrique d'au moins une masse de la matière sur le balancier afin de modifier l'inertie du balancier et son centre de masse ;
- l'ajout de matière est effectuée par une phase de projection de la matière sur le balancier ;
- la matière comporte une colle, une peinture ou une suspension de métal ;
- la phase de projection de matière est suivie d'une phase de solidification de la matière projetée.

Description sommaire des dessins

[0007] 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 un schéma fonctionnel du procédé de réglage selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue de dessus d'un balancier après réglage ;
- la figure 3 est une vue de la figure 2 selon la coupe A-A ;
- la figure 4 est une vue en coupe d'une alternative de la figure 3.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0008] L'invention se rapporte à un procédé de réglage de la marche d'une pièce d'horlogerie. L'invention concerne plus particulièrement le réglage d'un mouvement horloger muni d'un résonateur du type balancier - spiral.

[0009] Un tel résonateur du type balancier - spiral comporte généralement un balancier formant une inertie et un spiral formant une élasticité, lesquels sont montés sur un même axe. Dans un tel résonateur, le moment d'inertie *I* du balancier répond, de manière connue, à la formule :

$$I = mr^2 \qquad (1)$$

dans laquelle *m* représente sa masse et *r* son rayon de giration qui dépend également de la température par l'intermédiaire du coefficient de dilatation α_b du balancier.

[0010] De plus, le couple élastique *C* du spiral à section constante répond, de manière connue, à la formule :

$$C = \frac{Ehe^3}{12L} \qquad (2)$$

dans laquelle *E* est le module d'Young du matériau utilisé, *h* sa hauteur, *e* son épaisseur et *L* sa longueur développée.

[0011] Enfin, la fréquence *f* du résonateur balancier - spiral répond à la formule :

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{C}{I}} \qquad (3)$$

[0012] A partir de ces trois formules générales et de la construction du mouvement, il est connu d'ajuster la marche d'un mouvement horloger, avant son emboîtage, dans différentes positions, afin de resserrer au maximum les courbes d'anisochronisme de la future pièce d'horlogerie. Un tel ajustage peut consister à notamment adapter le balourd du balancier, le développement excentrique du spiral ou le retard créé par l'échappement.

[0013] Toutefois, il a été constaté que la marche d'un mouvement bien réglé avait tendance à dériver au porter. Après analyse, il a été trouvé que la marche change sensiblement au moment de l'emboîtage à cause des contraintes générées sur le mouvement par l'emboîtage et des modifications aérodynamiques induites par l'environnement fermé de la boîte.

[0014] Il est donc apparu essentiel que le procédé 1 selon l'invention comporte une première étape 3 destinée à monter le mouvement à régler dans sa future boîte de pièce d'horlogerie. En d'autres termes, le procédé commence par l'emboîtage du mouvement muni d'un résonateur balancier - spiral.

[0015] Une deuxième étape 5 est destinée à mesurer la marche de la pièce d'horlogerie, c'est-à-dire le mouvement emboîté. Préférentiellement, la mesure de la marche est réalisée sans contact avec le résonateur balancier - spiral. En effet, le mouvement étant déjà emboîté l'accès au résonateur est particulièrement étroit. De manière connue, la mesure de la marche de la pièce d'horlogerie peut ainsi être réalisée, par exemple, sous forme optique ou acoustique.

[0016] Cette deuxième étape 5 est importante à double titre. Ainsi, d'une part, elle permet de comparer la marche mesurée avec une marche souhaitée. D'autre part, elle permet également de connaître le battement du balancier afin de pouvoir le synchroniser avec la projection de matière pour déposer précisément la matière sur le balancier.

[0017] Le procédé 1 se poursuit avec une troisième étape 7 destinée à déterminer la valeur de correction à appliquer à l'inertie du balancier pour obtenir une marche souhaitée.

[0018] Selon un premier mode de réalisation, lors de l'étape 7, la valeur de correction est déterminée en comparant la marche mesurée et la fréquence souhaitée pour le résonateur notamment à partir des équations (1) à (3) ci-dessus.

[0019] Comme expliqué ci-dessus, la dernière étape 9 étant destinée à ajouter de la matière sur le balancier, le réglage selon l'invention ne permet que l'augmentation du moment d'inertie *I* du balancier. On comprend donc que le mouvement emboîté est préférentiellement prévu pour qu'il possède une avance de marche qui sera corrigée lors de la dernière étape 9.

[0020] Selon le premier mode de réalisation, la valeur de correction correspond donc à une distribution symétrique d'au moins deux masses de la matière sur le balancier afin de modifier l'inertie du balancier sans modifier son centre de masse. On comprend que la valeur de correction sera répartie, de manière équilibrée, en fonction du nombre de dépôts souhaités. A titre d'exemple nullement limitatif, si le dépôt est effectué sur la serge du balancier, la valeur de correction sera divisée par le nombre de dépôts souhaités et chaque dépôt sera distribué sur la serge à un angle δ égale à 360°divisé par le nombre de dépôts souhaités.

[0021] Selon un deuxième mode de réalisation, lors de l'étape 7, la valeur de correction est déterminée en comparant, d'une part, la marche mesurée et, d'autre part, le balourd et la fréquence souhaités pour le résonateur notamment à partir des équations (1) à (3) ci-dessus. On comprend donc que le deuxième mode de réalisation prend en compte plus de paramètres que le premier mode de réalisation. Il est également immédiat que la deuxième étape 5 peut alors prendre en compte, en plus, l'amplitude du balancier dans au moins le 4 positions verticales de contrôle habituelles afin de pouvoir équilibrer le balancier. En effet, le balourd, via la gravité, provoque un couple qui s'ajoute au couple de rappel du spiral et provoque par conséquent une erreur de marche.

[0022] Comme expliqué ci-dessus, la dernière étape 9 étant destinée à ajouter de la matière sur le balancier, le réglage selon l'invention ne permet que l'augmentation du moment d'inertie *I* du balancier. On comprend donc que le mouvement emboîté est préférentiellement prévu pour qu'il possède une avance de marche qui sera corrigée lors de la dernière étape 9.

[0023] Selon le deuxième mode de réalisation, la valeur de correction correspond à la distribution asymétrique d'au moins une masse de la matière sur le balancier afin de modifier l'inertie du balancier et son centre de masse. On comprend que la valeur de correction sera répartie de manière à équilibrer le balancier ou former un balourd sur le balancier en fonction du nombre de dépôts souhaités. A titre d'exemple nullement limitatif, si le dépôt est effectué sur la serge du balancier, la valeur de correction sera divisée par le nombre de dépôts souhaités. Ensuite, une pondération est effectuée en fonction de la correction du balourd souhaité. On comprend

donc que la pondération pourra consister à déposer de manière asymétrique la matière, c'est-à-dire une répartition du nombre de dépôt plus important dans un secteur déterminé du balancier et/ou au moins un dépôt avec une masse plus important dans un secteur déterminé du balancier.

[0024] Quelle que soit le mode de réalisation, le procédé 1 se termine avec la quatrième étape 9 destinée à modifier, par ajout d'une matière sur le balancier, l'inertie du balancier selon ladite valeur de correction.

[0025] Une telle étape 9 est de manière préférée réalisée par l'ajout de matière au moyen d'une phase de projection de la matière sur le balancier. Cette étape 9 peut être, par exemple, effectuée en posant le mouvement emboîté sans le fond de boîte ou sans la totalité du fond de boîte.

[0026] Cette phase de projection peut être avantageusement réalisée en utilisant une imprimante Aerosol Jet de la société Optomec qui autorise une projection très précise avec un très faible volume de matière. Toutefois, toute autre technologie de projection ou d'impression sans masque est également possible. De manière non limitative, la matière déposée sur le balancier peut comporter une colle, une peinture ou une suspension de métal.

[0027] Préférentiellement, la phase de projection de matière est suivie d'une phase de solidification de la matière projetée. Cette deuxième phase peut suivant la matière utilisée consister à évaporer le solvant, thermo-durcir la matière ou réticuler ma matière. Préférentiellement selon l'invention, un polymère est déposé sur le balancier lors de la première phase puis est réticulé lors de la deuxième phase au moyen d'un rayonnement ultra-violet ce qui permet d'éviter au maximum que des pollutions soient accidentellement introduites dans le mouvement.

[0028] L'étape 9 peut être effectuée de manière statique (balancier immobile) ou dynamique (mouvement en fonctionnement). Dans le cas de cette dernière, comme expliqué ci-dessus suivant le mode de réalisation, la deuxième étape 5 est importante afin de connaître le battement du balancier et, éventuellement, suivant les positions de contrôle, afin de pouvoir synchroniser la projection de matière pour déposer précisément la matière sur le balancier.

[0029] Les figures 2 à 3 présentent un exemple de balancier 11 modifié après un réglage selon le procédé 1. Comme visible dans l'exemple des figures 2 et 3, l'étape 9 selon le premier mode de réalisation a consisté à diviser la valeur de correction selon quatre masses de matière 15_1, 15_2, 15_3, 15_4 identiques et réparties tous les 90° sur la serge 13 du balancier 11 afin de régler finement la pièce d'horlogerie.

[0030] Selon une alternative destinée à d'avantage limiter les pollutions accidentellement introduites dans le mouvement, le balancier 21 pourrait comprendre des évidements destinés à recevoir la matière projetée lors de l'étape 9 et ainsi bloquer les éclaboussures éventuelles. Comme visible dans l'exemple de la figure 4, l'étape 9 a consisté à diviser la valeur de correction selon au moins deux masses de matière 25_2, 25_4 identiques et reçues dans les évidements 24_2, 24_4 de la serge 23 du balancier 21 afin de régler finement la pièce d'horlogerie.

[0031] Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à l'exemple illustré mais est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, le mouvement emboîté s'il comporte un mécanisme de remontage automatique pourrait être incliné de façon à ce que la masse oscillante ne masque pas le balancier.

[0032] De plus, il est également envisageable de déposer de la matière à d'autres endroits que la serge 13, 23 comme, par exemple, les bras 17, 27 ou le moyeu 19, 29.

Revendications

1. Procédé (1) de réglage d'une pièce d'horlogerie comportant les étapes suivantes :

   - monter (3) un mouvement muni d'un résonateur balancier - spiral dans une boîte de la pièce d'horlogerie ;
   - mesurer (5) la marche de la pièce d'horlogerie ;
   - déterminer (7) la valeur de correction à appliquer à l'inertie du balancier (11, 21) pour obtenir une marche souhaitée ;
   - modifier (9), par ajout d'une matière (15_1, 15_2, 15_3, 15_4, 25_2, 25_4) sur le balancier (11, 21), l'inertie du balancier (11, 21) selon ladite valeur de correction.

2. Procédé (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la mesure de la marche est réalisée sans contact avec le résonateur balancier - spiral.

3. Procédé (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la mesure de la marche est réalisée sous forme optique ou acoustique.

4. Procédé (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la valeur de correction est déterminée en comparant la marche mesurée et la fréquence souhaitée pour le résonateur.

5. Procédé (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la valeur de correction correspond à la distribution symétrique d'au moins deux masses de la matière (15_1, 15_2, 15_3, 15_4, 25_2, 25_4) sur le balancier afin de modifier l'inertie du balancier (11, 21) sans modifier son centre de masse.

6. Procédé (1) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la valeur de correction est déterminée en comparant, d'une part, la marche me-

surée et, d'autre part, le balourd et la fréquence souhaités pour le résonateur.

7. Procédé (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la valeur de correction correspond à la distribution asymétrique d'au moins une masse de la matière (15_1, 15_2, 15_3, 15_4, 25_2, 25_4) sur le balancier (11, 21) afin de modifier l'inertie du balancier (11, 21) et son centre de masse.

8. Procédé (1) selon la revendication précédentes, **caractérisé en ce que** l'ajout de matière (15_1, 15_2, 15_3, 15_4, 25_2, 25_4) est effectuée par une phase de projection de la matière (15_1, 15_2, 15_3, 15_4, 25_2, 25_4) sur le balancier (11, 21).

9. Procédé (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la matière (15_1, 15_2, 15_3, 15_4, 25_2, 25_4) comporte une colle, une peinture ou une suspension de métal.

10. Procédé (1) selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** la phase de projection de matière (15_1, 15_2, 15_3, 15_4, 25_2, 25_4) est suivie d'une phase de solidification de la matière (15_1, 15_2, 15_3, 15_4, 25_2, 25_4) projetée.

Fig. 1

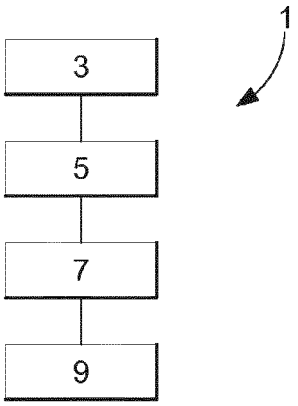


Fig. 2

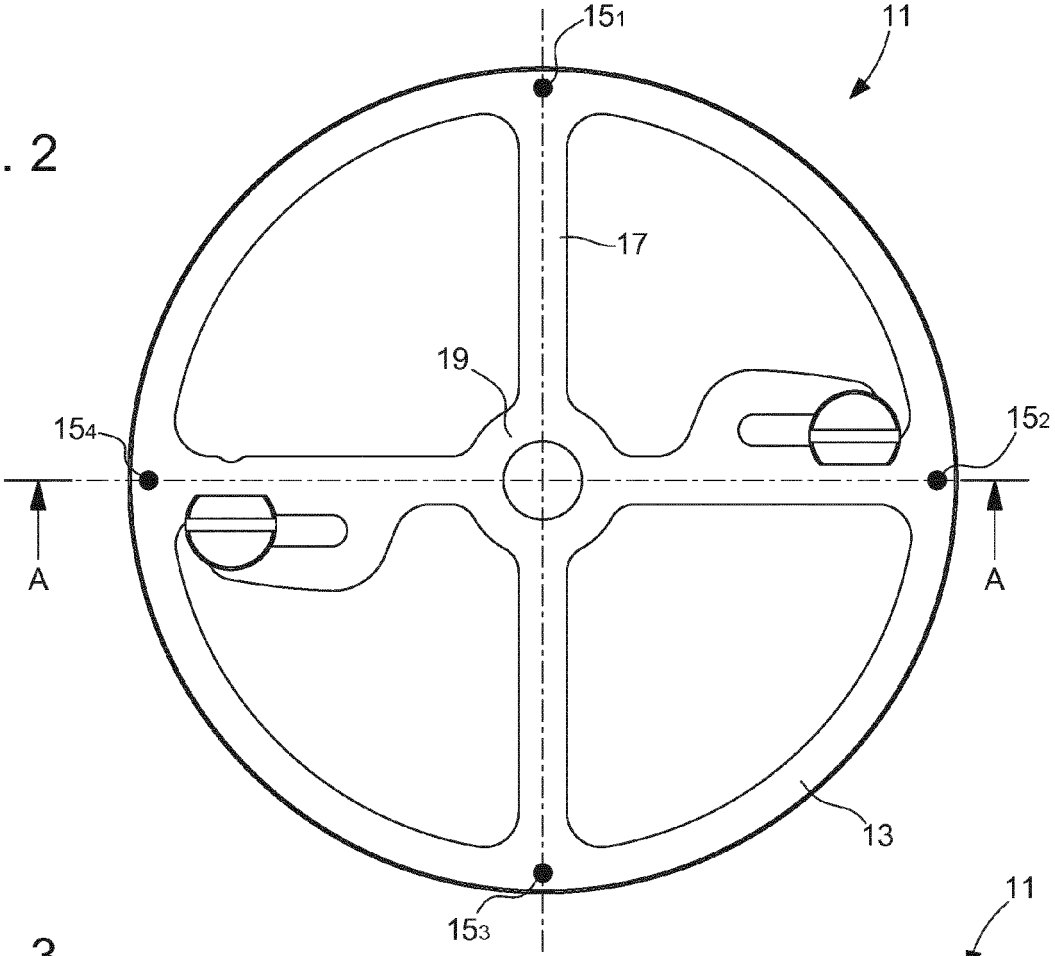


Fig. 3

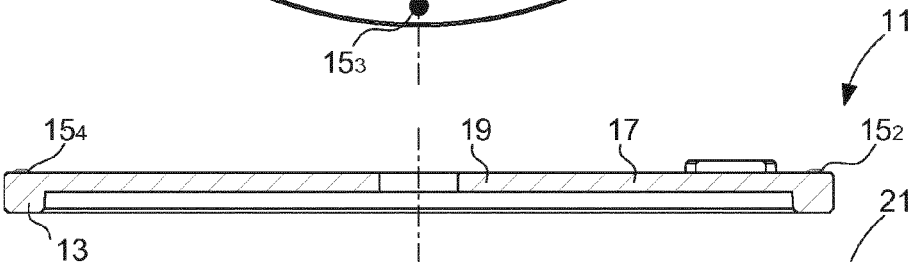
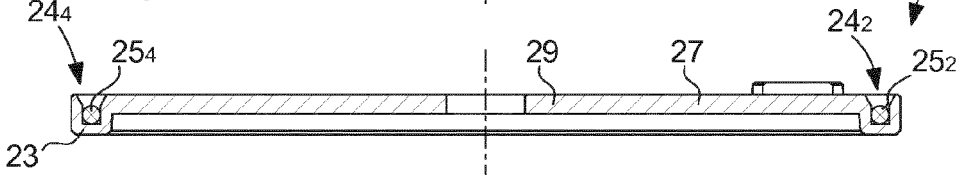


Fig.4



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 16 17 9847

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 1 172 714 A1 (SEIKO INSTR INC [JP]) 16 janvier 2002 (2002-01-16) * revendications 1-5 * * alinéa [0079] - alinéa [0080] * * figures 6,7 * -----	1-10	INV. G04D7/12
Y	CH 704 693 A2 (ETA SA MFT HORLOGERE SUISSE [CH]) 28 septembre 2012 (2012-09-28) * abrégé * -----	1	
Y	US 2 454 983 A (WEINBERGER JOSEPH M) 30 novembre 1948 (1948-11-30) * revendications * -----	1	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)

G04D

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
La Haye	19 janvier 2017	Lupo, Angelo

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 16 17 9847

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 members 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.

19-01-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1172714 A1	16-01-2002	CN 1348554 A	08-05-2002
		EP 1172714 A1	16-01-2002
		HK 1046443 A1	01-04-2005
		US 6609822 B1	26-08-2003
		WO 0148564 A1	05-07-2001
CH 704693 A2	28-09-2012	AUCUN	
US 2454983 A	30-11-1948	AUCUN	

EPO FORM P0460

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