



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
23.07.2014 Bulletin 2014/30

(51) Int Cl.:
G04B 1/16 (2006.01) **G04B 13/02** (2006.01)
G04B 15/14 (2006.01) **G04B 17/32** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **13151671.8**

(22) Date de dépôt: **17.01.2013**

(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

- **Charbon, Christian**
2054 Chézard-St-Martin (CH)
- **Verardo, Marco**
2336 Les Bois (CH)

(71) Demandeur: **Omega SA**
2500 Biel/ Bienne 4 (CH)

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

(72) Inventeurs:
• **Von Gruenigen, Cédric**
2000 Neuchâtel (CH)

(54) **Pièce pour mouvement d'horlogerie**

(57) L'invention se rapporte à un axe de pivotement pour mouvement horloger (1) comportant au moins un pivot à au moins une de ses extrémités, caractérisé en ce que ledit au moins un pivot est formé d'un matériau composite ayant une matrice métallique comprenant au moins un métal choisi parmi le nickel, le titane, le chrome, le zirconium, l'argent, l'or, le platine, le silicium, le moly-

bdène, l'aluminium ou un alliage de ces derniers, ladite matrice étant chargée de particules dures choisies parmi, WC, TiC, TaC, TiN, TiCN, Al₂O₃, ZrO₂, Cr₂O₃, SiC, MoSi₂, Al N ou une combinaison de ces derniers, afin de limiter la sensibilité de l'axe aux champs magnétiques

L'invention concerne le domaine des mouvements d'horlogerie.

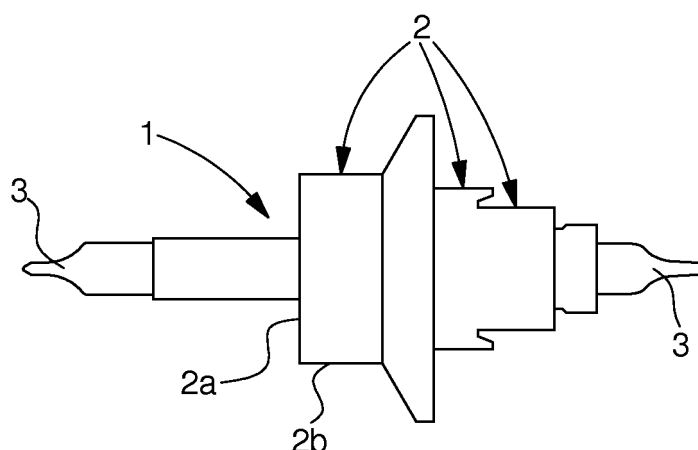


Fig. 1

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte à une pièce pour mouvement d'horlogerie et notamment à un axe de pivotement amagnétique pour un mouvement d'horlogerie mécanique et plus particulièrement un axe de balancier, une tige d'ancre et un pignon d'échappement amagnétique.

Arrière-plan de l'invention

[0002] La fabrication d'un axe de pivotement horloger consiste, à partir d'une barre en acier trempable, à réaliser des opérations de décolletage pour définir des différentes surfaces actives (portée, épaulement, pivots etc.) puis à soumettre l'axe décolleté à des opérations de traitement thermique comprenant au moins une trempe pour améliorer la dureté de l'axe et un ou plusieurs revenus pour en améliorer la ténacité. Les opérations de traitements thermiques sont suivies d'une opération de roulage des pivots des axes, opération consistant à polir les pivots pour les amener aux dimensions requises. Au cours de l'opération de roulage la dureté ainsi que la rugosité des pivots sont encore améliorées. On notera que cette opération de roulage est très difficile voire impossible à réaliser avec des matériaux dont la dureté est faible c'est-à-dire inférieure à 600 HV.

[0003] Les axes de pivotement, par exemple les axes de balancier, utilisés classiquement dans les mouvements d'horlogerie mécaniques sont réalisés dans des nuances d'aciers de décolletage qui sont généralement des aciers martensitiques au carbone incluant du plomb et des sulfures de manganèse pour améliorer leur usinabilité. Un acier de ce type est connu, désigné 20AP est typiquement utilisé pour ces applications.

[0004] Ce type de matériau a l'avantage d'être facilement usinable, en particulier d'être apte au décolletage et présente, après des traitements de trempe et de revenu, des propriétés mécaniques élevées très intéressantes pour la réalisation d'axes de pivotement horlogers. Ces aciers présentent en particulier une résistance à l'usure et une dureté après traitement thermique élevées. Typiquement la dureté des pivots d'un axe réalisé en acier 20 AP peut atteindre une dureté dépassant les 700 HV après traitement thermique et roulage.

[0005] Bien que fournissant des propriétés mécaniques satisfaisantes pour les applications horlogères décrites ci-dessus, ce type de matériau présente l'inconvénient d'être magnétique et de pouvoir perturber la marche d'une montre après avoir été soumis à un champ magnétique, et ce notamment lorsque ce matériau est utilisé pour la réalisation d'un axe de balancier coopérant avec un balancier spiral en matériau ferromagnétique. Ce phénomène est bien connu de l'homme du métier et est par exemple décrit dans le Bulletin Annuel Suisse de Chronométrie Vol. I, pages 52 à 74. On notera également que ces aciers martensitiques sont également sensibles

à la corrosion.

[0006] Des essais pour tenter de remédier à ces inconvénients ont été menés avec des aciers inoxydables austénitiques qui présentent la particularité d'être amagnétiques c'est-à-dire du type paramagnétique, diamagnétique ou antiferromagnétique. Toutefois, ces aciers austénitiques présentent une structure cristallographique ne permettant pas de les tremper et d'atteindre des duretés et donc des résistances à l'usure compatibles avec les exigences requises pour la réalisation d'axes de pivotement horlogers. Un moyen d'augmenter la dureté de ces aciers est l'écrouissage, toutefois cette opération de durcissement ne permet pas d'obtenir des duretés supérieures à 500 HV. Par conséquent, dans le cadre de pièces nécessitant une grande résistance à l'usure par frottement et devant avoir des pivots ne présentant pas ou peu de risques de casse ou de déformation, l'utilisation de ce type d'aciers reste limitée

[0007] Une autre approche pour tenter de remédier à ces inconvénients a consisté à déposer sur les axes de pivotements des couches dures de matériaux tels que le carbone amorphe connu sous la dénomination anglaise diamond like carbon (DLC). Or, on a constaté des risques importants de délamination de la couche dure et donc la formation de débris qui peuvent circuler à l'intérieur du mouvement horloger et venir perturber le fonctionnement de ce dernier, ce qui n'est pas satisfaisant.

[0008] Encore une autre approche a été envisagée pour remédier aux inconvénients des aciers inoxydables austénitiques, à savoir le durcissement superficiel de ces axes de pivotement par nitruration, carburation ou nitrocarburation. Toutefois ces traitements sont connus pour entraîner une perte importante de la résistance à la corrosion en raison de la réaction de l'azote et/ou le carbone avec le chrome de l'acier et la formation de nitrure de chrome et/ou de carbure de chrome causant un appauvrissement localisé de la matrice en chrome ce qui est préjudiciable pour l'application horlogère souhaitée.

Résumé de l'invention

[0009] Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie des inconvénients cités précédemment en proposant un axe de pivotement permettant à la fois de limiter la sensibilité aux champs magnétiques et d'obtenir une dureté améliorée compatible avec les exigences de résistance à l'usure et de tenue aux chocs dans le domaine horloger.

[0010] L'invention a également pour but de fournir un axe de pivotement amagnétique ayant une résistance à la corrosion améliorée.

[0011] L'invention a encore pour but de fournir un axe de pivotement amagnétique qui puisse être fabriqué de manière simple et économique.

[0012] A cet effet, l'invention se rapporte à un axe de pivotement pour mouvement horloger comportant au moins un pivot à au moins de ses extrémités, **caractérisé en ce qu'**au ledit au moins un pivot est formé d'un ma-

tériau composite ayant une matrice métallique comprenant au moins un métal choisi parmi le nickel, le titane, le chrome, le zirconium, l'argent, l'or, le platine, le silicium, le molybdène, l'aluminium ou un alliage de ces derniers, ladite matrice étant chargée de particules dures choisies parmi, WC, TiC, TaC, TiN, TiCN, Al₂O₃, ZrO₂, Cr₂O₃, SiC, MoSi₂, Al N ou une combinaison de ces derniers, afin de limiter la sensibilité de l'axe aux champs magnétiques.

[0013] Par conséquent, la totalité de l'axe ou au moins les pivots présentent une dureté élevée, l'axe de pivotement pouvant ainsi cumuler les avantages comme la faible sensibilité aux champs magnétiques, et dans les zones de contraintes principales, une bonne résistance à la corrosion et à l'usure tout en conservant une bonne ténacité générale.

[0014] Selon un mode de réalisation préféré, la totalité de l'axe est formé dudit matériau composite et le matériau composite comprend au moins 75% de particules dures et la dureté du matériau composite est supérieure ou égale à 1000HV et de préférence supérieure à 1200HV.

[0015] De préférence, la taille des grains des particules dures est comprise entre 0.1 microns et 5 microns..

[0016] Avantagusement, la ténacité du matériau composite est supérieure à 8 MPa·m^{1/2}.

[0017] Selon une variante de l'invention le ou les pivots sont réalisés en matériau composite et ces derniers sont rapportés dans des logements ménagés aux extrémités de l'axe, l'axe étant réalisé en un matériau paramagnétique, diamagnétique ou antiferromagnétique.

[0018] Selon une autre variante les deux pivots sont réalisés en une seule pièce en matériau composite et ladite pièce en matériau composite formant les pivots est rapportée dans un trou traversant s'étendant selon l'axe longitudinal de l'axe pour faire saillie de part et d'autre de l'axe, l'axe étant réalisé en un matériau paramagnétique, diamagnétique ou antiferromagnétique.

[0019] De plus, l'invention se rapporte à un mouvement d'horlogerie, **caractérisé en ce qu'il** comprend un axe de pivotement selon l'une des variantes précédentes, et en particulier un axe de balancier, une tige d'ancre et/ou un pignon d'échappement comprenant un axe selon l'une de ces variantes.

Description sommaire des dessins

[0020] 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 d'un axe de pivotement selon l'invention.
- la figure 2 est une coupe d'une première variante d'un axe de balancier selon l'invention.
- la figure 3 est une coupe d'une deuxième variante d'un axe de balancier selon l'invention.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0021] L'invention se rapporte à une pièce pour mouvement d'horlogerie et notamment à un axe de pivotement amagnétique pour un mouvement d'horlogerie mécanique.

[0022] L'invention sera décrite ci-après dans le cadre d'une application à un axe de balancier amagnétique 1. Bien évidemment, d'autres types d'axes de pivotement horlogers sont envisageables comme par exemple des axes de mobiles horlogers, typiquement des pignons d'échappement, ou encore des tiges d'ancre.

[0023] En se référant à la figure 1 on voit un axe de balancier 1 selon l'invention qui comporte une pluralité de sections 2 de diamètres différents définissant classiquement des portées 2a et des épaulements 2b arrangés entre deux portions d'extrémité définissant des pivots 3. Ces pivots sont destinés à venir chacun pivoter dans un palier typiquement dans un orifice d'une pierre ou rubis.

[0024] Avec le magnétisme induit par les objets rencontrés au quotidien, il est important de limiter la sensibilité de l'axe de balancier 1 sous peine d'influencer la marche de la pièce d'horlogerie dans lequel il est incorporé..

[0025] De manière surprenante, l'invention permet de résoudre les deux problèmes en même temps sans compromis et en apportant d'autres avantages. Ainsi, le matériau dont est formé l'axe 1 est un matériau composite ayant une matrice métallique comprenant au moins un métal choisi parmi le nickel, le titane, le chrome, le zirconium, l'argent, l'or, le platine, le silicium, le molybdène, l'aluminium ou un alliage de ces derniers, ladite matrice étant chargée de particules dures choisies parmi, WC, TiC, TaC, TiN, TiCN, Al₂O₃, ZrO₂, Cr₂O₃, SiC, MoSi₂, Al N ou une combinaison de ces derniers. L'amagnétisme, c'est-à-dire le caractère paramagnétique diamagnétique ou antiferromagnétique de ces matériaux composites permet de manière avantageuse de réduire sa sensibilité aux champs magnétiques.

[0026] Par ailleurs, selon l'invention, la ténacité de l'axe 1 est de l'ordre de 8 MPa·m^{1/2} pour une dureté supérieure à 1300 HV Les valeurs ci-dessus ont été obtenues à partir d'un matériau composite 92% de WC et 8% de Nickel. On obtient ainsi un axe de pivotement présentant une résistance à l'usure élevée.

[0027] On va décrire ci-après un exemple de procédé de réalisation d'un axe de pivotement tel que l'axe de balancier 1 en un matériau composite. On se munit tout d'abord d'une poudre formée de particule d'un ou plusieurs matériau dur, par exemple une poudre de carbure de tungstène. La poudre utilisée a une taille granulométrique moyenne de l'ordre du micromètre, typiquement de 0,1 à 5 micromètres .

[0028] La poudre de matériau dur est ensuite mélangée à une matrice destinée à former le liant entre les particules dures, par exemple un alliage de nickel (typiquement un alliage de Ni et de titane qui lors de l'élabo-

ration va permettre au titane de se combiner au carbone pour former des carbures et libérer du tungstène qui formera une matrice NiW, comme cela est décrit dans le brevet US Patent 3,918,138 qui est incorporé ici par référence. Le mélange obtenu est homogénéisé, par exemple dans un atomiseur classique. Le granulé obtenu est tamisé, typiquement à 300 micromètres. Le granulé tamisé est ensuite injecté dans un moule ayant la configuration de l'axe de balancier souhaitée afin de former une ébauche de celle-ci. Le moule est bien entendu dimensionné pour prendre en compte le phénomène de retrait que subira l'axe au cours de l'étape de frittage ultérieure. On notera à ce propos que les dimensions sont supérieures aux dimensions finales de l'axe. Après l'étape d'injection, l'axe est démoulé. L'axe est ensuite placé dans un four de frittage dans lequel il est chauffée entre 1300 DEG.C et 1600 DEG.C pendant environ une heure. L'axe est retiré du four et refroidi. L'axe et notamment ses pivots sont enfin polis, par exemple à l'aide d'une pâte de diamant, de sorte qu'il présente les caractéristiques dimensionnelles souhaitées.

[0029] Bien évidemment, d'autres matériaux composites sont envisageables dès lors que la proportion de particules dures leur confère à la fois une dureté supérieure ou égale à 1000HV et des propriétés paramagnétiques ou diamagnétiques.

[0030] Alternativement, il est possible d'usinier l'axe selon l'invention à partir d'une barre ronde de matériaux composites tels que définis ci-dessus.

[0031] Le caractère dur des pivots 3 étant obtenu directement par le matériau des pivots 3 lui-même on évite avantageusement selon l'invention tout délaminage ultérieur en cours d'utilisation.

[0032] 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.

[0033] En particulier, il peut être envisagé de ne réaliser que les pivots 3 en un matériau composite et de rapporter ces pivots dans des logements 4 ménagés aux extrémités de l'axe comme cela est illustré à la figure 2.

[0034] Selon une autre variante, les pivots 3 de l'axe sont réalisés en une seule pièce rapportée dans un trou traversant 5 s'étendant selon l'axe longitudinal de l'axe 1 pour faire saillie de part et d'autre de l'axe de balancier comme cela est illustré à la figure 3.

[0035] Dans ces deux dernières variantes l'axe est avantageusement réalisé en un matériau paramagnétique, diamagnétique ou antiferromagnétique tel que le laiton, le maillechort, le CuBe ou l'acier austénitique et les pivots sont maintenus de préférence par chassage respectivement dans les logements 4 ou dans le trou traversant 5.

Revendications

1. Axe de pivotement pour mouvement horloger (1)

comportant au moins un pivot à au moins une de ses extrémités, **caractérisé en ce que** ledit au moins un pivot est formé d'un matériau composite ayant une matrice métallique comprenant au moins un métal choisi parmi le nickel, le titane, le chrome, le zirconium, l'argent, l'or, le platine, le silicium, le molybdène, l'aluminium ou un alliage de ces derniers, ladite matrice étant chargée de particules dures choisies parmi, WC, TiC, TaC, TiN, TiCN, Al₂O₃, ZrO₂, Cr₂O₃, SiC, MoSi₂, AlN ou une combinaison de ces derniers, afin de limiter la sensibilité de l'axe aux champs magnétiques.

2. Axe de pivotement (1) selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** ledit matériau composite comprend au moins 75% de particules dures.

3. Axe de pivotement (1) selon la revendication 1 ou 2 **caractérisé en ce que** la dureté dudit matériau composite est supérieure ou égale à 1000HV et de préférence supérieure à 1200HV.

4. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la taille des grains des particules dures est comprise entre 0.1 microns et 5 microns.

5. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la ténacité du matériau composite est supérieure à 8 MPa·m^{1/2}.

6. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la totalité de l'axe est formé dudit matériau composite.

7. Axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend deux pivots formés dudit matériau composite.

8. Axe de pivotement (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les pivots sont réalisés en matériau composite et **en ce que** ces derniers sont rapportés dans des logements ménagés aux extrémités de l'axe et **en ce que** l'axe est réalisé en un matériau paramagnétique, diamagnétique ou antiferromagnétique.

9. Axe de pivotement (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les pivots sont réalisés en matériau composite, **en ce que** les deux pivots sont réalisés en une seule pièce, **en ce que** ladite pièce en matériau composite est rapportée dans un trou traversant s'étendant selon l'axe longitudinal de l'axe pour faire saillie de part et d'autre de l'axe, et **en ce que** l'axe est réalisé en un matériau paramagnétique, diamagnétique ou antiferromagnétique.

10. Mouvement pour une pièce d'horlogerie **caractérisé en ce qu'il** comprend un axe de pivotement (1) selon l'une des revendications précédentes.

11. Mouvement pour une pièce d'horlogerie **caractérisé en ce qu'il** comprend un axe de balancier (1), une tige d'ancre et/ou un pignon d'échappement comprenant un axe selon l'une des revendications précédentes.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

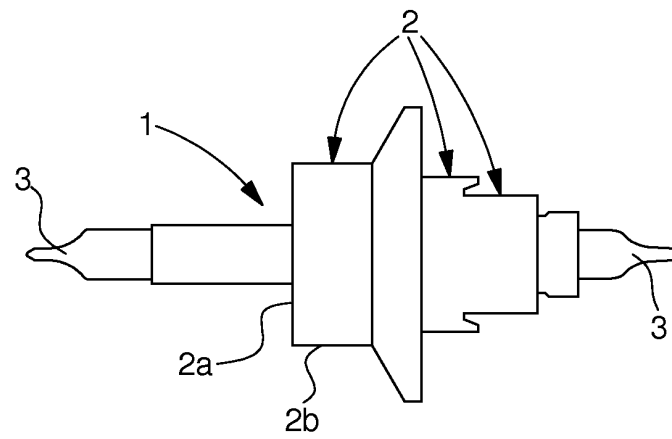


Fig. 1

Fig. 2

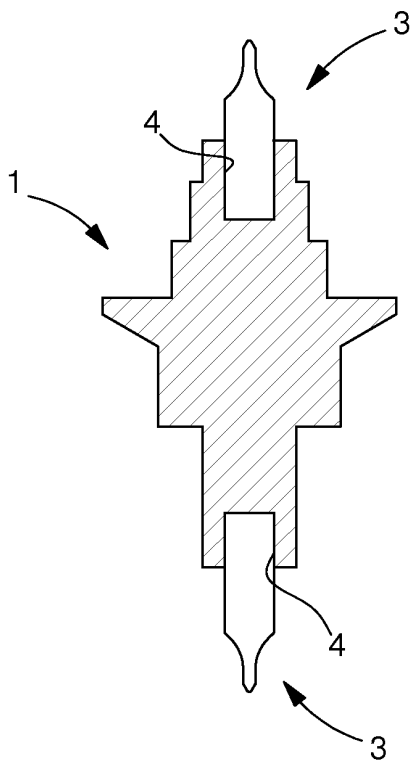
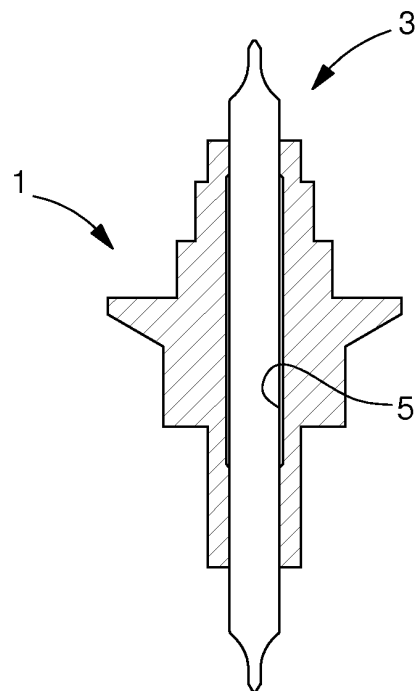


Fig. 3





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 13 15 1671

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	WO 2010/088891 A2 (DAMASKO KONRAD [DE]) 12 août 2010 (2010-08-12) * page 5 - page 6; figures 1-3 * -----	1-5,7-11	INV. G04B1/16 G04B13/02 G04B15/14 G04B17/32
A	FR 2 183 549 A1 (UGINE CARBONE [FR]) 21 décembre 1973 (1973-12-21) * page 1 - page 2 * -----	2,3,5	
A	DE 11 74 518 B (STRAUMANN INST AG) 23 juillet 1964 (1964-07-23) * page 1 - page 2; figure 1 * -----	7,8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B C23C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		6 août 2013	Mérimèche, Habib
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

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

EP 13 15 1671

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.

06-08-2013

10

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2010088891 A2	12-08-2010	AUCUN	
FR 2183549 A1	21-12-1973	AT 348447 B CH 660273 A4 DE 2322679 A1 FR 2183549 A1	12-02-1979 30-09-1976 22-11-1973 21-12-1973
DE 1174518 B	23-07-1964	AUCUN	

15

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- US 3918138 A [0028]

Littérature non-brevet citée dans la description

- *Bulletin Annuel Suisse de Chronométrie*, vol. I, 52-74
[0005]