



(11) **EP 2 466 396 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
20.06.2012 Bulletin 2012/25

(51) Int Cl.:
G04B 17/06 (2006.01) G04B 17/22 (2006.01)
G04B 43/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10195192.9**

(22) Date de dépôt: **15.12.2010**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME

(72) Inventeur: **Dionne, Jean-François**
3210, Kerzers (CH)

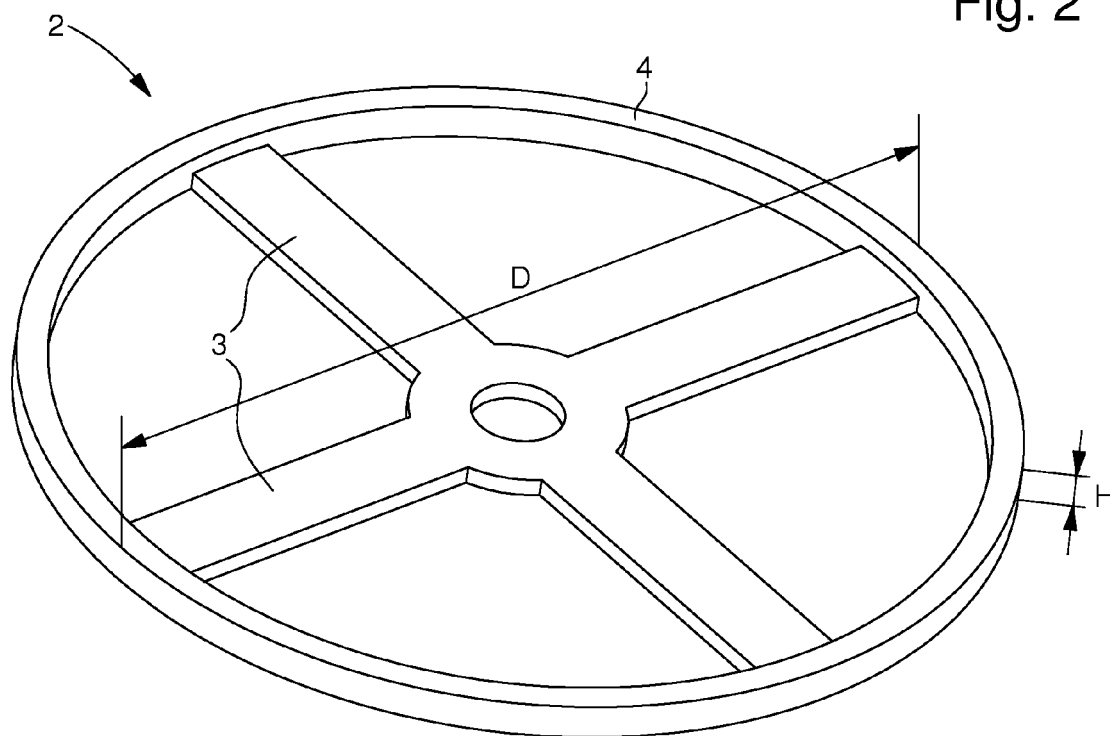
(74) Mandataire: **Giraud, Eric et al**
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(71) Demandeur: **The Swatch Group Research and
Development Ltd.**
2074 Marin (CH)

(54) **Blindage magnétique pour spiral de pièce d'horlogerie**

(57) Dispositif de protection d'un spiral (1) de pièce
d'horlogerie contre des champs magnétiques perturba-

teurs comportant un balancier (2) réalisé en matériau
ferromagnétique.



Description

[0001] La présente invention est relative à un dispositif de protection d'un spiral de pièce d'horlogerie contre des champs magnétiques perturbateurs provenant de l'extérieur de cette pièce d'horlogerie.

[0002] Dans les pièces d'horlogerie mécaniques, le matériau constituant le spiral est généralement réalisé dans un alliage métallique tel qu'un acier susceptible d'aimantation rémanente s'il est soumis à un champ magnétique extérieur. Bien qu'il soit possible d'envisager réaliser cette pièce dans un matériau non magnétique afin de neutraliser l'impact d'un champ magnétique extérieur perturbant le bon fonctionnement d'une telle pièce d'horlogerie mécanique, cet inconvénient de susceptibilité à l'aimantation pour un spiral réalisé avec des matériaux traditionnels est très largement compensé par les excellentes qualités mécaniques qui lui sont conférées (ductilité, élasticité, coefficient de dilatation thermique etc.) Il a par conséquent été cherché à protéger ce type de spiraux contre ces champs perturbateurs, de telle sorte que si on soumet le mouvement à un champ de l'ordre de 4,8kA/m, l'écart de marche ne dépasse pas 30 secondes par jour selon une normalisation horlogère. Au-delà de ce champ de 4,8kA/m et sans protection cet écart est très variable et atteint des variations importantes, jusqu'à plusieurs minutes par jour. Cet écart est dû surtout à l'aimantation longitudinale des spires dont est fait le spiral, cette aimantation produisant sur l'axe du balancier auquel est lié le spiral un couple qui s'additionne ou se soustrait au couple mécanique de fonctionnement normal. L'écart de marche est aussi influencé, mais dans une moindre mesure, par le phénomène de magnétostriction tendant à allonger ou à raccourcir le ruban dont est fait le spiral lorsqu'il est soumis à un champ magnétique.

[0003] Pour résoudre ce problème d'isolation magnétique, on a déjà proposé des dispositifs qui assurent la protection d'une pièce d'horlogerie contre l'influence perturbatrice de champs magnétiques extérieurs de toute nature, comme par exemple des champs externes provenant d'aimants permanents ou de moteurs électriques de tout genre.

[0004] La solution la plus simple et la plus radicale aussi consiste à blinder entièrement le mouvement de la pièce d'horlogerie pour n'y laisser pénétrer aucune ligne de champs perturbatrice. C'est le cas proposé par le document CH 122391 où le mouvement de la montre est protégé par un ensemble d'éléments formés d'un alliage inoxydable, à haute perméabilité et à faible hystérésis, formant un écran magnétique. Les éléments sont une cuvette disposée entre le mouvement et le fond de la montre, un cercle cache-poussière formant une calotte disposée entre le mouvement et un cercle d'encadrement, et une plaque intermédiaire disposée entre la platine de la montre et son cadran. Cette façon de faire est extrêmement lourde et coûteuse. En effet elle demande trois pièces supplémentaires qui non seulement alourdissent

la montre mais augmentent également son volume.

[0005] Une solution plus légère et moins encombrante que celle proposée ci-dessus est décrite dans le document FR 1.408.872. Il ne s'agit plus ici d'entourer complètement le mouvement de la montre par un matériau à haute perméabilité mais seulement son fond et son pourtour. A cet effet, le dispositif est constitué par un élément de boîtier présentant une perméance suffisante aux champs magnétiques, l'élément de boîtier étant complété par un cercle d'emboîtement en acier doux avec lequel il forme une cuvette enveloppant le mouvement et formant un écran magnétique. L'élément de boîtier est formé par le fond du boîtier, ce fond étant réalisé en alliage inoxydable et polissable présentant une structure ferritique homogène. Ainsi, dans cette réalisation, il n'y a aucun ajout de pièces supplémentaires, le fond et le cercle d'emboîtement étant directement faits en matériaux à haute perméabilité magnétique. De plus aucun écran n'est disposé entre le mouvement et le cadran de la montre, le dispositif de protection se limitant à une cuvette sans couvercle servant de logement au mouvement de la montre.

[0006] Un premier inconvénient de cette dernière solution cependant est que le spiral proprement dit n'est pas protégé contre un champ perturbateur quelle que soit l'orientation de ce champ régnant dans le plan du spiral. En effet, comme le spiral est décentré par rapport au centre du mouvement et si l'on désire une protection omnidirectionnelle, il s'agit de proposer un dispositif centré par rapport audit spiral et non par rapport au mouvement dans son ensemble comme c'est le cas du document cité plus haut. Un autre inconvénient de cette solution est de masquer totalement le mouvement, ce qui est préjudiciable d'un point de vue esthétique, notamment pour les montres haut de gamme.

[0007] La présente invention a par conséquent pour but de fournir une solution de blindage magnétique d'un spiral exempte des limitations ci-dessus.

[0008] Ces buts sont atteints selon l'invention par la revendication principale qui, en plus qu'elle obéit à ce qui est exposé au premier paragraphe ci-dessus, est originale en ce que le dispositif de protection comporte un balancier constitué en un matériau ferromagnétique.

[0009] Un avantage de la solution est de réaliser un blindage magnétique, en utilisant avantageusement certains éléments du mouvement comme élément de blindage, et de ne nécessiter ainsi de préférence l'usage d'aucune pièce supplémentaire. L'encombrement est ainsi réduit au maximum.

[0010] Un avantage additionnel de la solution est de réaliser un blindage magnétique centré sur l'axe de rotation du spiral afin d'en améliorer l'efficacité.

[0011] Un autre avantage de la solution proposée est de permettre la visualisation des éléments du mouvement par le fond de la montre, améliorant ainsi l'esthétique globale de la pièce d'horlogerie réalisée.

[0012] L'invention va être expliquée maintenant en détail ci-dessous par plusieurs modes d'exécution donnés

à titre d'exemples non limitatifs, ces exécutions étant illustrées par les dessins annexés dans lesquels:

- les figures 1A et 1B montrent un spiral en perspective dans le plan ainsi qu'une portion de ce spiral;
- la figure 2 est une vue schématique et en perspective d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention.
- la figure 3 est une vue schématique et en perspective d'un mode de réalisation alternatif de l'invention.

[0013] Dans le contexte actuel où la densité de parasites électromagnétiques augmente très fortement, notamment en raison des réseaux sans fils cellulaires (3G) nomades (Wi-Fi) de nouvelle génération, mais aussi de l'augmentation du nombre de petits aimants permanents utilisés pour la fermeture de sacs à main ou d'étuis pour téléphone mobile par exemple, il est important de trouver des solutions de blindage magnétique permettant de garantir aujourd'hui l'isochronisme des systèmes réglants de montres mécaniques.

[0014] Ce faisant, l'horloger est toutefois confronté à un problème de place pour loger le blindage sur la platine et dans le boîtier. Par conséquent, il a été cherché à trouver des solutions optimales qui combinent un encombrement minimal et une atténuation efficace du champ magnétique.

[0015] Plutôt que d'essayer de diminuer ou de supprimer totalement le champ magnétique perturbateur au niveau du spiral par l'intermédiaire de solutions lourdes et encombrantes, il apparaît plus judicieux d'orienter ou de dévier ce champ perturbateur, sans nécessairement le diminuer ou le supprimer, dans des directions où il est le moins néfaste du point de vue de son potentiel à polariser le matériau magnétique dont est constitué le spiral.

[0016] L'organe réglant d'une montre mécanique est constitué en général d'un ressort spiral, comme illustré sur la figure 1A. Le spiral est monté autour d'un axe de rotation Z et est enroulé dans un plan perpendiculaire à cet axe. Le diamètre du spiral dans ce plan est noté d , tandis que la hauteur du spiral selon l'axe Z est notée h . La figure 1B montre une portion de ce spiral 1 qui est un ruban très long enroulé sur lui-même, ce ruban présentant de préférence une hauteur h réduite et une très faible épaisseur e . Il résulte de cela que si on le polarise dans le sens de la hauteur Z ou orthogonalement, ou encore dans le sens de l'épaisseur R ou radialement, peu ou pas d'aimantation rémanente ne subsistera. Par contre une polarisation dans le sens de la longueur L est à éviter car elle est la seule, surtout sur les spires extérieures du spiral, à provoquer une aimantation résiduelle de ce dernier produisant, comme on l'a vu plus haut, un couple supplémentaire parasite provoquant une variation aléatoire du couple de rappel du spiral affectant l'isochronisme du système réglant. Pour éviter ou diminuer fortement cette polarisation longitudinale, il est par conséquent suf-

fisant d'orienter les lignes de champ dans une configuration plus ou moins orthogonale et radiale au plan du spiral 1.

[0017] Afin de minimiser l'encombrement, on cherche dans le cadre de l'invention à utiliser avantageusement des éléments du mouvement afin de ne pas nécessiter d'espace supplémentaire pour le blindage magnétique pour un calibre donné. Le balancier 2, dont un mode de réalisation préférentiel à quatre branches est représenté en figure 2, apparaît dès lors comme l'élément le plus adéquat, en raison de l'emplacement de ses bras 3 dans un plan parallèle au plan du spiral 1, et leur configuration symétrique par rapport à l'axe de rotation Z du spiral 1. Cette disposition symétrique des bras 3 par rapport à l'axe de rotation Z ainsi que le blindage conféré par le cercle d'encageage 4, coaxial au spiral et d'une hauteur H choisie de préférence largement supérieure, par exemple au moins 3 fois supérieure à la celle de la hauteur du spiral h , permettent non seulement de fortement atténuer l'amplitude du champ magnétique appliqué à l'intérieur de l'espace dans lequel repose le spiral 1, jusqu'à saturation du champ induit dans le cercle d'encageage 4, mais également de conférer une protection omnidirectionnelle par rapport au champ magnétique perturbateur, quelle que soit l'orientation de ce champ.

[0018] Le cercle d'encageage 4 permet du reste de protéger efficacement le spiral 1 contre les champs magnétiques perturbateurs, car ces derniers sont déviés en plus grand nombre dans le sens vertical de l'axe Z de rotation, qui est une direction de polarisation selon laquelle le spiral est moins sensible. On notera cependant que la concentration du champ en périphérie des bras 3 et au niveau du cercle 4 a toujours tendance à accroître localement ce champ, d'où la nécessité de prévoir un cercle d'encageage 4 de diamètre D relativement grand par rapport au diamètre d du spiral 1, de préférence au moins deux fois afin qu'aucune partie du spiral, même au niveau le plus extérieur, ne puisse subir cet effet indésirable de concentration. Afin d'améliorer le niveau de saturation du champ induit dans le cercle d'encageage 4, il est possible d'augmenter la section de ce dernier; toutefois un compromis doit être également trouvé par rapport au moment d'inertie conféré au balancier, qui doit être maintenu à un niveau relativement faible pour réduire les efforts exercés par le spiral 1. Afin d'augmenter la hauteur du cercle d'encageage 4 sans en augmenter la masse, on pourra choisir une section la plus effilée possible, avec par exemple un rapport entre la hauteur et la largeur de cette section supérieure à 10. Ainsi la polarisation des lignes de champ sera plus efficace selon la direction verticale Z.

[0019] La démarche de produire des pièces du mouvement en matériau ferromagnétique, c'est-à-dire ayant une susceptibilité magnétique (généralement notée par la lettre grecque χ) très élevée, n'avait jusqu'à présent jamais été considérée par l'homme du métier de l'horlogerie en raison de la forte tendance à l'oxydation des matériaux ferromagnétiques usuels, notamment par la

présence de fer et l'insuffisance de chrome dans ces alliages. Il est toutefois désormais possible de traiter en surface ce type de matériaux par des agents anticorrosion afin d'éviter ce désagrément, tout en ne modifiant pas les propriétés magnétiques. Le matériau à haute saturation magnétique utilisé pour confectionner le cercle d'encageage 4 et les bras 3 peut consister par exemple en alliage fer-nickel, fer-cobalt, fer-chrome, ou encore des alliages de type fer-nickel-molybdène, fer-nickel-cuivre. Certains alliages métalliques amorphes, à base de fer, sont également envisageables; ce type d'alliage étant reconnu pour ses propriétés de faible coercivité et forte perméabilité magnétique, c'est-à-dire avec des cycles d'hystérèse très étroits, et avec une pente très élevée, sont par ailleurs très résistants à la corrosion et ainsi particulièrement adaptés pour la mise en oeuvre de l'invention. La nature chimique de l'alliage est choisie de façon à ce que le comportement magnétique du matériau ait une perméabilité magnétique et un niveau de saturation élevés; selon le mode de réalisation préférentiel de l'invention, il a par exemple été fait usage d'un alliage Pernorm fer-nickel avec une teneur en nickel de 45 à 50%.

[0020] Selon le mode de réalisation préférentiel illustré sur la figure 2, le balancier 2 comporte au moins quatre bras aplatis qui s'étendent dans le plan d'enroulement du spiral. Lors de l'utilisation de la montre, le balancier est activé en rotation en permanence et une surface essentiellement plane est émulée pour constituer un bouclier magnétique dans ce plan. Selon cette variante illustrée, où l'atténuation est de l'ordre de moitié entre un champ externe et le champ là où se situe le spiral 1, dont le diamètre d et la hauteur h respectent de préférence les ratios énoncés précédemment par rapport à ceux D , H du cercle d'encageage 4.

[0021] Afin d'améliorer encore l'efficacité du blindage, il est possible d'augmenter le nombre de bras et/ou leur épaisseur afin d'augmenter la surface de protection. Lorsque la pluralité de bras 3 couvre une surface égale à plus d'un quart du disque virtuel délimité par le cercle d'encageage 4 dans le plan de rotation de bras 3, on a mesuré une atténuation des perturbations relatives aux écarts de marche pouvant atteindre des ratios supérieurs à 3, notamment pour des valeurs d'induction supérieures à 10 millitesla (mT), soit environ 8kA/m pour un balancier à trois bras avec le rapport de surface suscité par rapport au disque virtuel délimité par le cercle d'encageage. Il est possible d'améliorer encore ces ratios jusqu'à des valeurs de 6-7 avec un disque plein en lieu et place des bras 3; cette solution présente toutefois l'inconvénient d'augmenter la masse du système et par conséquent, le moment d'inertie et l'énergie consommée. On privilégiera donc, afin de ne pas augmenter la masse totale du système, des bras aplatis au maximum pour une masse donnée, c'est-à-dire dont les dimensions s'étendent le plus possible dans leur plan de rotation, de telle sorte que la polarisation du champ soit optimale dans la direction verticale Z. Quel que soit le nombre de bras utilisés

dans le cadre de l'invention, on pourra considérer que les bras sont qualifiés d'aplatis lorsque le rapport entre la largeur et la longueur de leur section est supérieur à environ 10, de telle sorte qu'ils couvrent la surface la plus grand possible dans le plan du disque virtuel délimité par le cercle d'encageage 4.

[0022] Afin d'améliorer encore l'efficacité du blindage magnétique, le dispositif selon l'invention pourra comporter une deuxième série de bras 3 surmontés sur ledit cercle d'encageage 4, comme illustré sur la figure 3. La série de bras 3' pourra être de préférence décalée angulairement, ou de forme géométrique différente ou complémentaire mais symétrique. On pourra également imaginer que les deux séries de bras soient identiques à celle des bras 3 inférieurs, de telle sorte que les deux séries de bras 3 et 3' soient superposées. L'avantage de recouvrir le blindage magnétique sur le dessus par des bras tournants permet d'une part de constituer un espace symétrique et totalement fermé à l'intérieur duquel est disposé le spiral 1, ce qui rend le blindage efficace à la fois en termes d'atténuation et d'isotropie; d'autre part, similairement aux valeurs d'atténuation mesurées avec les seuls bras 3 l'efficacité massique du blindage est fortement améliorée par rapport à une surface pleine comme un disque. La pièce formant le balancier avec deux séries de bras 3, 3' pourra être formée de façon monobloc par exemple par un processus de type LIGA, ou par emboîtement mutuel d'une nervure dans une rainure de pièces de type mâle-femelle comportant chacune une série de bras et formant chacune une partie du cercle d'encageage 4.

[0023] L'homme du métier pourra par ailleurs constater qu'un avantage de tous les modes de réalisation proposés est de ne pas entraver la visualisation du mouvement, notamment par le fond du boîtier, comme c'est le cas les blindages usuels. Cette possibilité pourra par conséquent être utilisée pour la confection de montres squelette ou tourbillon où au moins une partie du mouvement est destiné à être visible par l'utilisateur.

Revendications

1. Dispositif de protection d'un spiral (1) de pièce d'horlogerie contre des champs magnétiques perturbateurs provenant de l'extérieur de ladite pièce, **caractérisé en ce qu'il** comporte un balancier (2) réalisé en matériau ferromagnétique.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le balancier (2) est traité en surface par un agent anticorrosion.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** le balancier (2) est réalisé en un alliage métallique amorphe.
4. Dispositif selon l'une des revendications précéden-

tes, **caractérisé en ce que** ledit balancier (2) comporte au moins quatre bras (3) aplatis.

5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le balancier (2) est composé d'une pluralité de bras (3) couvrant une surface égale à plus d'un quart du disque délimité par le cercle d'encageage (4). 5
6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le balancier (2) comprend une deuxième série de bras (3') surmontés sur ledit cercle d'encageage (4). 10
7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit balancier (2) a un diamètre (D) au moins deux fois supérieur au diamètre (d) dudit spiral (1). 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1A

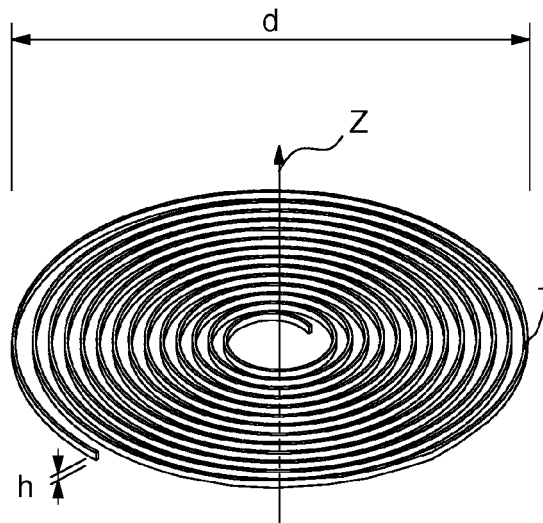


Fig. 1B

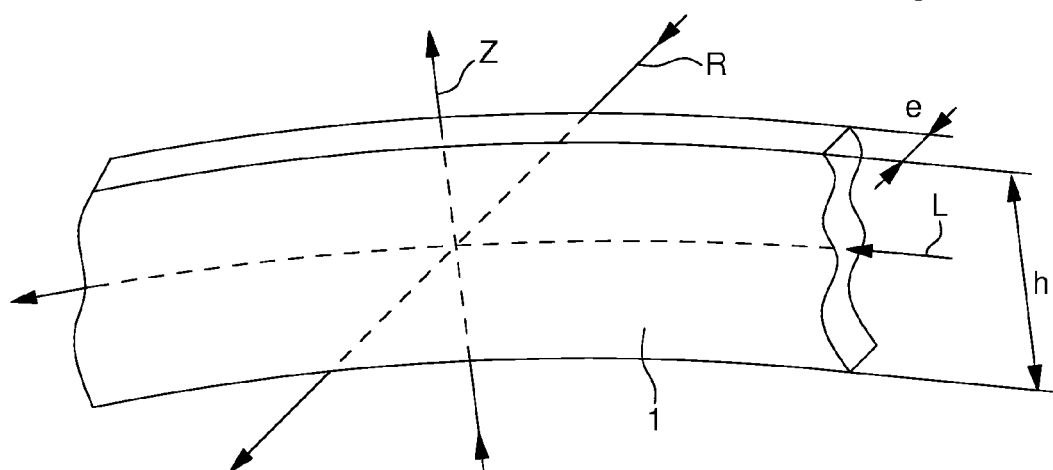


Fig. 2

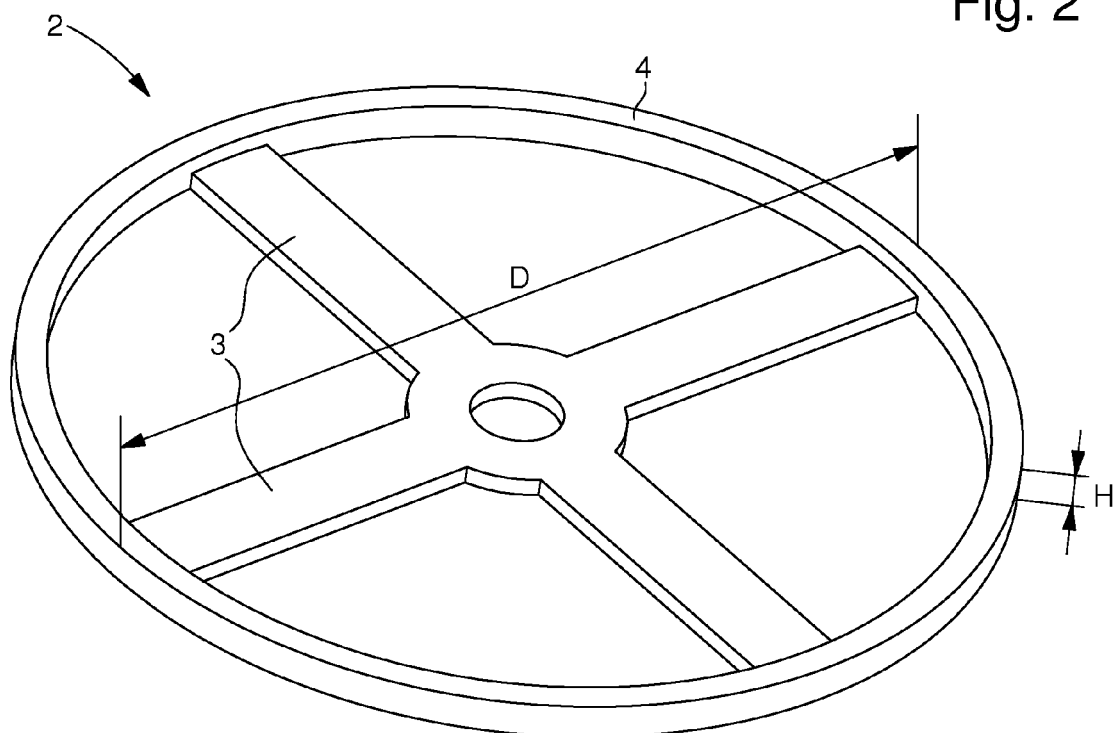
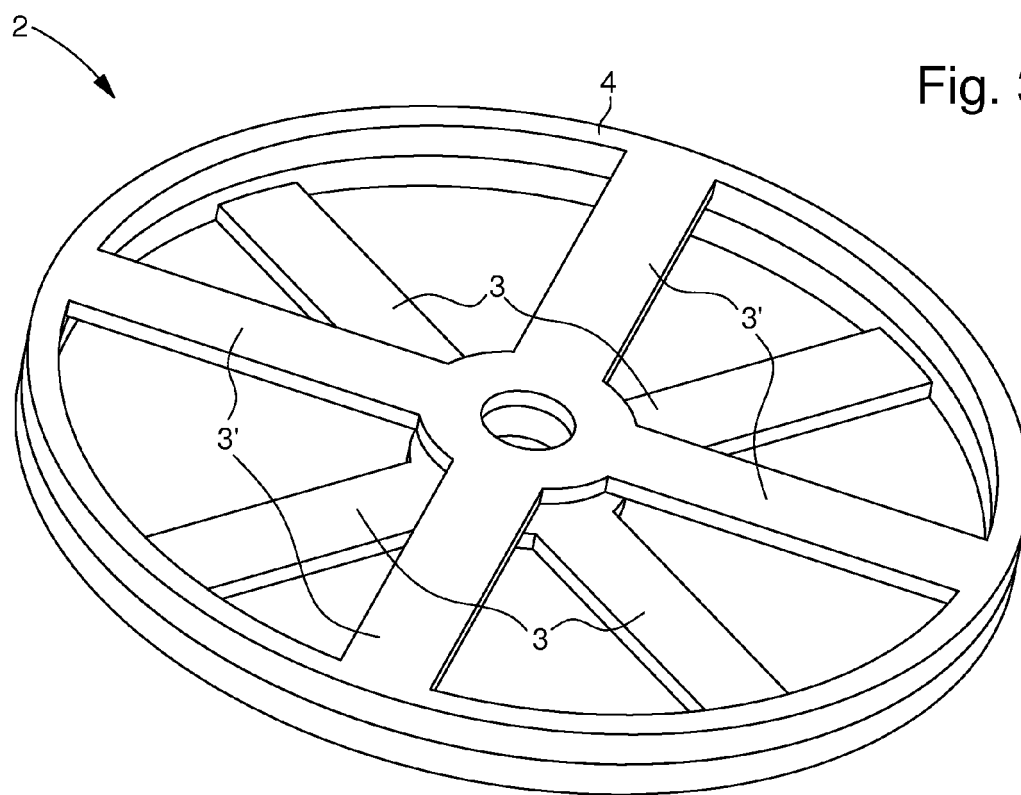


Fig. 3





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 10 19 5192

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	FR 2 063 101 A1 (LIP HORLOGERIE) 9 juillet 1971 (1971-07-09) * page 3, ligne 3 - ligne 36; figures 1, 2 *	1,2,4,5	INV. G04B17/06 G04B17/22 G04B43/00
X	CH 361 247 A (LIP SOCIETE ANONYME D HORLOGER [FR]) 31 mars 1962 (1962-03-31) * page 7, ligne 60 - ligne 86; figure 3 *	1,2,7	
X	FR 2 000 706 A1 (JUNGHANS GMBH GEB) 12 septembre 1969 (1969-09-12) * page 2, ligne 38 - page 3, ligne 11; figure 4 *	1,3	
X	EP 2 230 570 A2 (MHVJ MANUFACTURE HORLOGERE VAL [CH]) 22 septembre 2010 (2010-09-22) * revendications 1, 9 *	1,4	
X	CH 289 106 A (DUBOIS ERNEST [CH]) 28 février 1953 (1953-02-28) * page 4, ligne 1 - ligne 12 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Y		6	G04B
X	CH 692 218 A5 (SCHMIDT LOTHAR [CH]) 15 mars 2002 (2002-03-15) * page 1, ligne 3 - ligne 15 *	1	
Y	US 965 506 A (F. ECAUBERT) 26 juillet 1910 (1910-07-26) * figure 2 *	6	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 21 juin 2011	Examineur Guidet, Johanna
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04.002)

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

EP 10 19 5192

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.

21-06-2011

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2063101	A1	09-07-1971	DE 2045627 A1	25-03-1971
			DE 2065852 A1	26-08-1976
CH 361247	A	31-03-1962	AUCUN	
FR 2000706	A1	12-09-1969	DE 1673762 A1	11-02-1971
EP 2230570	A2	22-09-2010	CH 700640 A1	30-09-2010
CH 289106	A	28-02-1953	DE 861258 C	29-12-1952
			FR 1021368 A	18-02-1953
			US 2568326 A	18-09-1951
CH 692218	A5	15-03-2002	DE 19651321 A1	18-06-1998
US 965506	A	26-07-1910	AUCUN	

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- CH 122391 [0004]
- FR 1408872 [0005]