

(19)



(11)

**EP 2 652 560 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**13.11.2019 Bulletin 2019/46**

(51) Int Cl.:  
**G04B 17/06 (2006.01) G04B 17/22 (2006.01)**  
**G04B 43/00 (2006.01) G04B 17/20 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **11793747.4**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/EP2011/071753**

(22) Date de dépôt: **05.12.2011**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2012/080021 (21.06.2012 Gazette 2012/25)**

(54) **BLINDAGE MAGNETIQUE POUR SPIRAL DE PIECE D'HORLOGERIE**

MAGNETISCHE ABSCHIRMUNG FÜR DIE SPIRALFEDER EINER UHR

MAGNETIC SCREENING FOR TIMEPIECE HAIRSPRING

(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**

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

(30) Priorité: **15.12.2010 EP 10195192**

(43) Date de publication de la demande:  
**23.10.2013 Bulletin 2013/43**

(56) Documents cités:  
**EP-A1- 1 521 142 EP-A2- 2 230 570**  
**CH-A- 289 106 CH-A- 361 247**  
**CH-A5- 692 218 DE-A1- 19 651 320**  
**FR-A- 1 408 872 FR-A1- 2 000 706**  
**FR-A1- 2 063 101 US-A- 965 506**

(73) Titulaire: **The Swatch Group Research and  
Development Ltd.  
2074 Marin (CH)**

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

**EP 2 652 560 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** La présente invention est relative à un dispositif de protection d'un spiral de pièce d'horlogerie mécanique 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 de l'organe réglant, 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'encagement, 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]** On connaît par ailleurs des balanciers réalisés en matériaux ferromagnétiques dans le cadre de montres électroniques, comme par exemple dans les montres décrites dans les documents de brevet FR2063101 ou CH361247. Le matériau ferromagnétique employé pour le balancier ne constitue toutefois pas un blindage magnétique en vue d'améliorer l'isochronisme du spiral, mais a pour vocation de coopérer avec un circuit électromagnétique entretenant les oscillations. Le document FR2000706 est un exemple d'une solution similaire d'une montre électronique comprenant un balancier-régulateur ferromagnétique dans laquelle un spiral est agencé au-dessus des bras du balancier est ainsi très exposé aux variations de champs magnétiques extérieurs.

**[0008]** On connaît enfin du document CH289106 des spiraux réalisés avec des alliages particuliers présentant des propriétés d'élasticité et thermo-élastiques avantageuses pour une fixation avec un balancier en nickel. Aucune propriété particulière de blindage magnétique n'est toutefois évoquée pour le balancier par rapport au spiral.

**[0009]** La présente invention a par conséquent pour but de fournir une solution visant à améliorer le blindage

magnétique d'un spiral et qui soit exempte des limitations ci-dessus.

**[0010]** 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 amorphe.

**[0011]** Un avantage de la solution proposée est de réaliser un blindage magnétique performant, en raison des propriétés magnétiques et anticorrosion avantageuses des métaux amorphes, tout en réutilisant avantageusement certains éléments du mouvement comme élément de blindage, et de ne nécessiter ainsi ni l'usage d'aucune pièce supplémentaire ni aucun traitement de surface particulier. L'encombrement est ainsi réduit au maximum, de même que les coûts de production. Un avantage additionnel de la solution et de réaliser un blindage magnétique centré sur l'axe de rotation du spiral afin d'en améliorer l'efficacité.

**[0012]** 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.

**[0013]** 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.

**[0014]** 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.

**[0015]** 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.

**[0016]** 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.

**[0017]** 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 suffisant d'orienter les lignes de champ dans une configuration plus ou moins orthogonale et radiale au plan du spiral 1.

**[0018]** 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.

**[0019]** 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'encagement 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'encagement 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'encagement 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.

**[0020]** 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 X) 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'encagement 4 et les bras 3 est un alliage amorphe à base de fer comme par exemple un alliage fer-nickel, fer-cobalt, fer-chrome, ou encore des alliages de type fer-nickel-molybdène, fer-nickel-cuivre. Ce type d'alliage est 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 œuvre 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 comme par exemple un alliage Permenorm fer-nickel avec une teneur en nickel de 45 à 50%.

**[0021]** 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'encagement 4.

**[0022]** 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'encagement 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'encagement. 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'aplatés 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 grande possible dans le plan du disque virtuel délimité par le cercle d'encagement 4.

**[0023]** Pour réaliser de tels bras aplatis pour le balancier, l'alliage métallique amorphe utilisé dans le cadre de l'invention est ici encore particulièrement avantageux en raison des propriétés de déformation élastique et de résistance mécanique conférées, qui permettent d'obtenir facilement une forme très aplatée pour une masse donnée. Cette forme aplatée permet d'orienter plus efficacement les lignes d'un champ magnétique externe sans requérir d'augmenter la masse du balancier, et par conséquent son moment d'inertie, ce qui serait préjudiciable aux performances du système réglant pour un ressort spiral donné.

**[0024]** 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'encagement 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 for-

tement 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'encagement 4.

[0025] 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 mécanique contre des champs magnétiques perturbateurs provenant de l'extérieur de ladite pièce, **caractérisé en ce qu'il** comporte un balancier (2) réalisé en un alliage ferromagnétique amorphe.
2. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit balancier (2) comporte au moins quatre bras (3) aplatis.
3. 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 d'un disque virtuel délimité par le diamètre intérieur d'un cercle d'encagement (4) formant la serge dudit balancier (2).
4. 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'encagement (4).
5. 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).

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Schutz einer Spiralfeder (1) einer mechanischen Uhr vor störenden Magnetfeldern, die von außen kommen, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Unruh (2) umfasst, die aus einer amorphen ferromagnetischen Legierung hergestellt ist.
2. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Un-

ruh (2) mindestens vier abgeflachte Arme (3) aufweist.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unruh (2) aus mehreren Armen (3) gebildet ist, die eine Fläche abdecken, die größer als ein Viertel einer virtuellen Scheibe ist, die begrenzt ist durch den Innendurchmesser eines Gehäusepassungsringes (4), der den Unruhreif der Unruh (2) bildet.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unruh (2) eine zweite Reihe von Armen (3') umfasst, die auf dem Gehäusepassungsring (4) montiert sind.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unruh (2) einen Durchmesser (D) aufweist, der mindestens zweimal größer als der Durchmesser (d) der Spirale (1) ist.

### Claims

1. Device for protecting a balance spring (1) of a mechanical timepiece against interfering magnetic fields origination outside said timepiece, **characterized in that** the device includes a balance (2) made of an amorphous ferromagnetic alloy.
2. Device according to the preceding claim, **characterized in that** said balance (2) has at least four flattened arms (3).
3. Device according to any of the preceding claims, **characterized in that** the balance (2) is formed of a plurality of arms (3) covering a surface area equal to more than a quarter of the disc delimited by a casing ring (4).
4. Device according to any of the preceding claims, **characterized in that** the balance (2) includes a second series of arms (3') mounted on said casing ring (4).
5. Device according to any of the preceding claims, **characterized in that** said balance (2) has a diameter (D) at least two times greater than the diameter (d) of said balance spring (1).

Fig. 1A

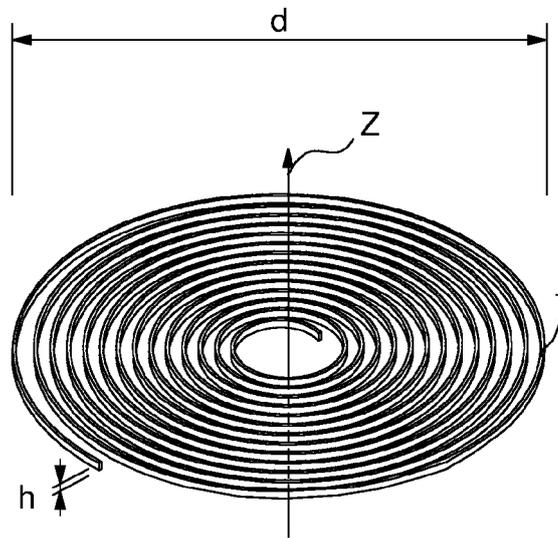


Fig. 1B

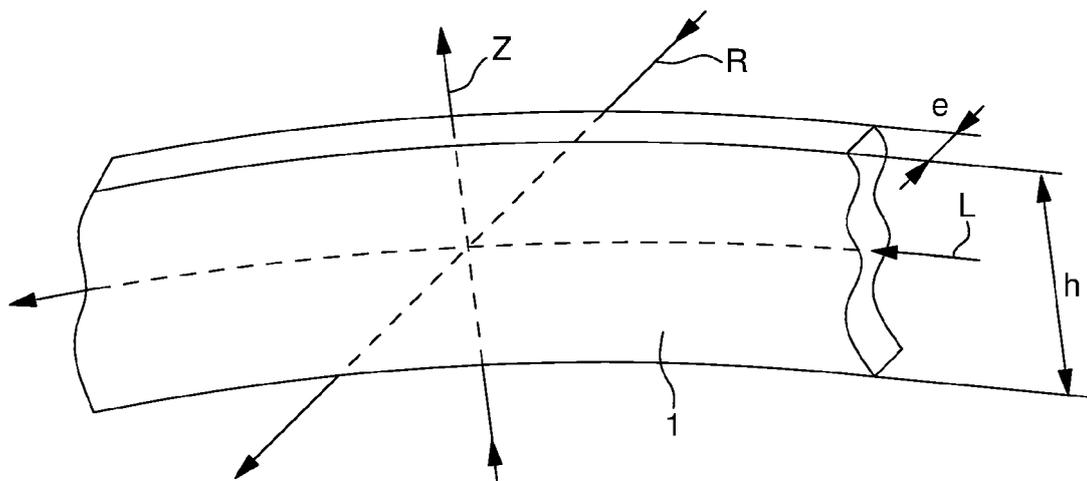


Fig. 2

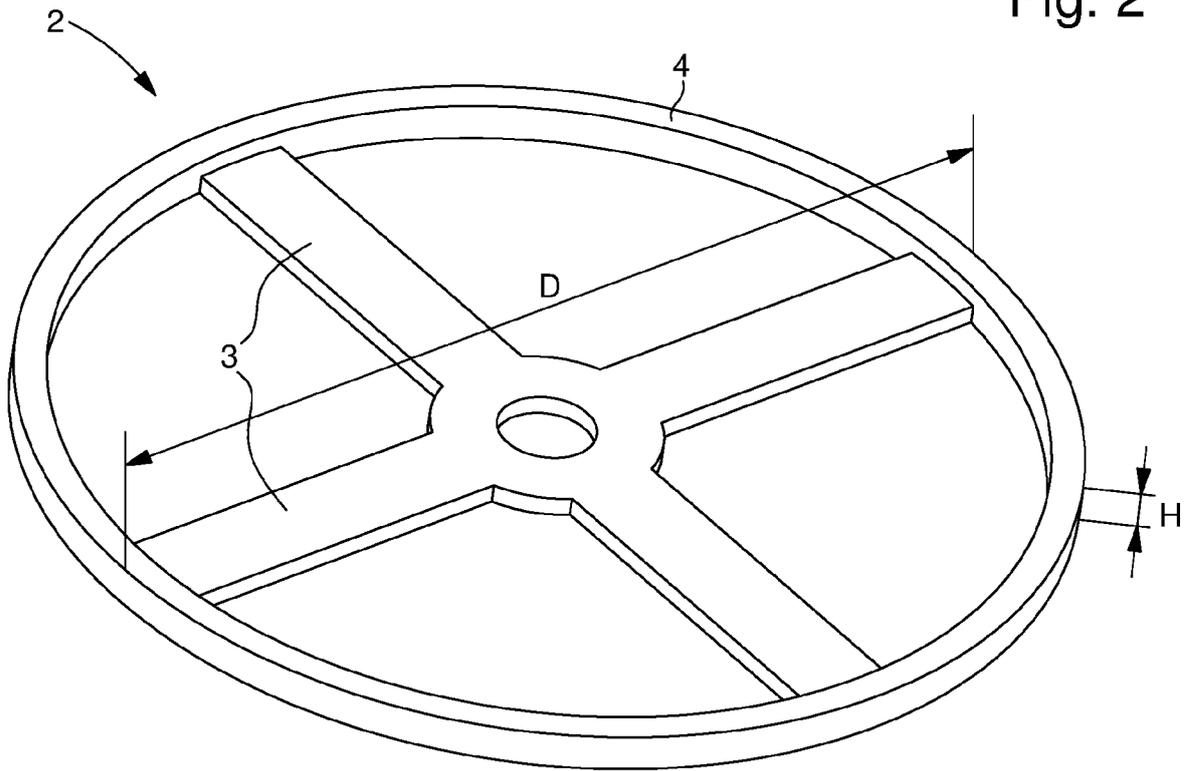
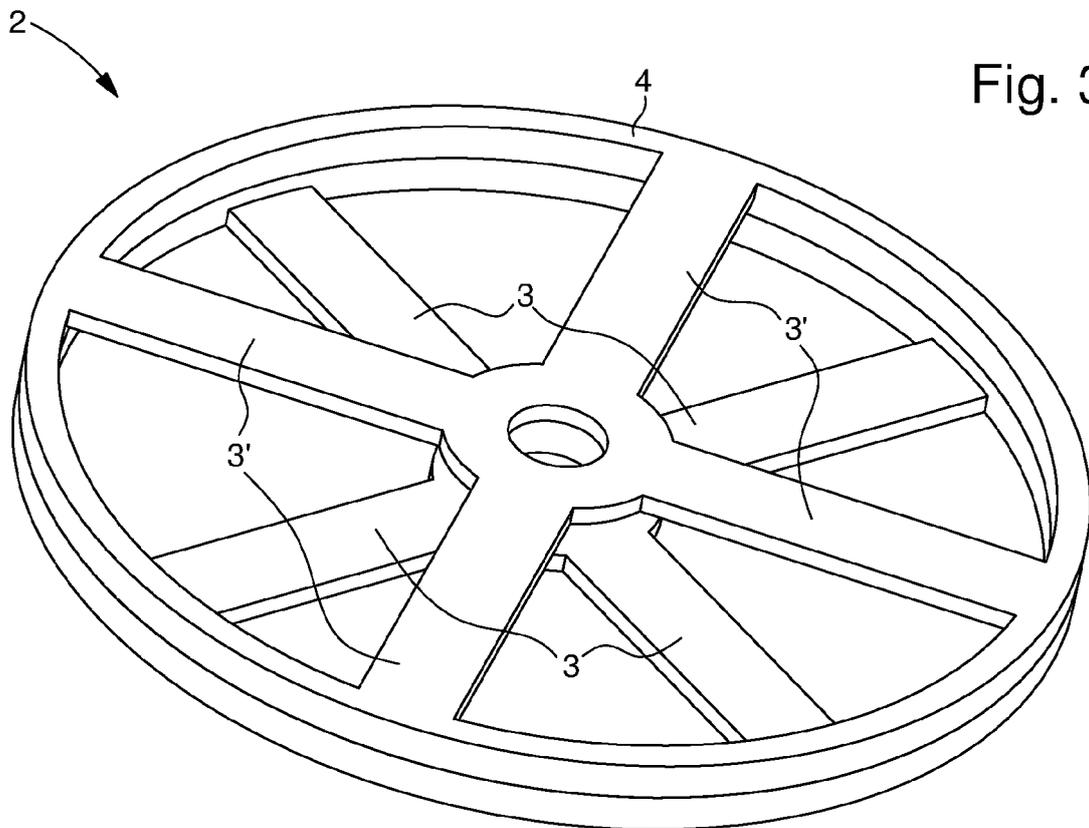


Fig. 3



**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]
- FR 2063101 [0007]
- CH 361247 [0007]
- FR 2000706 [0007]
- CH 289106 [0008]