



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
26.06.2019 Bulletin 2019/26

(51) Int Cl.:
G04B 21/12 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17209993.9**

(22) Date de dépôt: **22.12.2017**

(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 TN

(72) Inventeurs:
• **BIFRARE, Christophe**
1342 Le Pont (CH)
• **ZAUGG, Alain**
1347 Le Sentier (CH)

(74) Mandataire: **ICB SA**
Faubourg de l'Hôpital, 3
2001 Neuchâtel (CH)

(71) Demandeur: **Montres Breguet S.A.**
1344 L'Abbaye (CH)

(54) **REPETITION A CHAINE ENROULEE SUR UNE CAME**

(57) Le mécanisme de répétition (5) comprend :
- un limaçon (6) des heures,
- une pièce (10) des heures portant un palpeur (11) des heures et montée en rotation autour d'un axe des heures entre une position de repos et une position de lecture,
- un ressort (19) des heures, qui rappelle la pièce (10) des heures vers sa position de lecture,
- une poulie (38) montée en rotation autour d'un axe de poulie et qui définit un chemin (39) de came périphérique en spirale,
- une chaîne (40) apte à s'enrouler sur la poulie (38), la chaîne (40) étant accrochée sur la poulie (38) et sur la pièce (10) des heures, et
- un ressort (35) de rappel couplé à la poulie (38), et par lequel celle-ci sollicite, via la chaîne (40), la pièce (10) des heures vers sa position de repos.

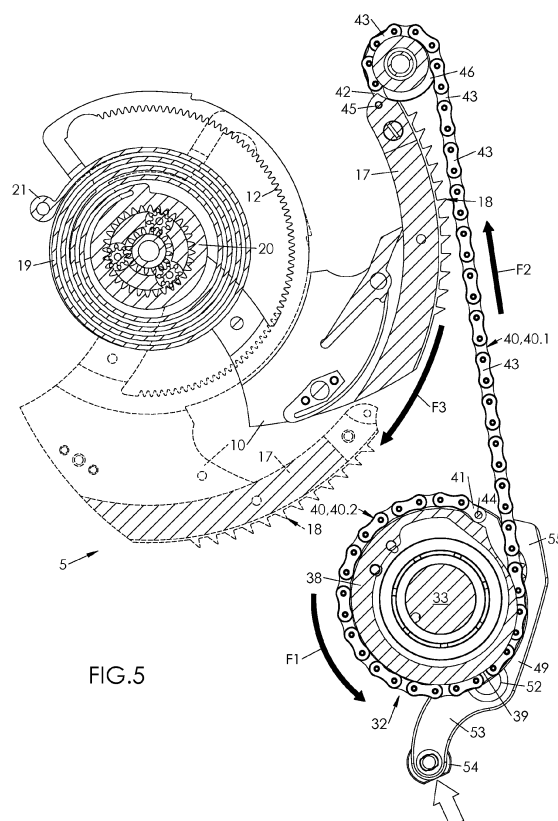


FIG.5

Description

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] L'invention a trait au domaine de l'horlogerie. Elle concerne, plus précisément, un mécanisme de répétition pour une pièce d'horlogerie à sonnerie, l'expression « pièce d'horlogerie » désignant de préférence une montre (à bracelet ou à gousset), mais pouvant également désigner une pendule ou encore une horloge.

ART ANTERIEUR

[0002] Le mécanisme à répétition (couramment simplement dénommé répétition) a pour fonction, sur commande de l'utilisateur (ou porteur) exerçant à tout instant une pression sur un poussoir, de sonner l'heure indiquée à cet instant par les aiguilles de la pièce d'horlogerie.

[0003] La répétition est une complication horlogère d'un raffinement extrême, dont la maîtrise honore l'horloger qui en est à l'origine. Jadis destinée à permettre la connaissance de l'heure dans l'obscurité, la répétition équipe aujourd'hui les montres de grande, voire très grande valeur.

[0004] Il existe plusieurs types de répétition. Dans Les Montres Compliquées (Ed. Simonin, cinquième édition, 2013), F. Lecoultré en compte cinq, mais en distingue essentiellement deux (les moins rares) :

- la répétition à minutes, qui, outre les heures, fait tinter toutes les minutes,
- la répétition à quarts, qui, outre les heures, fait tinter le(s) quart(s) écoulé(s) puis les éventuelles minutes résiduelles.

[0005] Quel qu'en soit le type, un mécanisme à répétition comprend classiquement :

- au moins un limaçon des heures,
- au moins une pièce des heures portant un palpeur des heures et montée en rotation autour d'un axe des heures entre :
- une position de repos dans laquelle le palpeur des heures est écarté angulairement du limaçon des heures, et
- une position de lecture dans laquelle le palpeur des heures vient au contact du limaçon des heures,
- un ressort des heures qui rappelle la pièce des heures vers sa position de lecture,
- et un barillet de sonnerie, couplé à la pièce des heures pour la solliciter vers sa position de repos.

[0006] En l'absence d'action du porteur, la pièce des heures est dans sa position de repos.

[0007] Le déplacement du poussoir provoque une rotation forcée du barillet de sonnerie, la pièce des heures étant elle-même déplacée vers sa position de lecture à l'encontre du ressort.

[0008] Le relâchement du poussoir est accompagné du retour de la pièce des heures vers sa position de repos. Chemin faisant, la pièce des heures engrène (directement ou indirectement) un marteau frappant un timbre un nombre de fois égal au nombre d'heures lues sur le limaçon et proportionnel à la course angulaire parcourue par la pièce des heures entre ses deux positions (lecture, repos).

[0009] Dans la répétition dite antique, le couplage du barillet à la pièce des heures s'effectuait au moyen d'une bascule et d'une chaîne, comme expliqué par F. Lecoultré (op.cit., pp.68-69 et figure 19, planche 17).

[0010] Ce couplage a, dans les répétitions modernes, été remplacé par une crémaillère et un rouage, comme l'explique également F. Lecoultré (op.cit., pp.73-74). Deux ressorts antagonistes sont prévus : un ressort de barillet qui sollicite la pièce des heures vers sa position de repos, et un ressort des heures qui la sollicite vers sa position de lecture. L'actionnement du barillet par le porteur, tout en armant le ressort de barillet, libère le ressort des heures qui rappelle la pièce des heures vers sa position de lecture. Le relâchement du barillet libère au contraire le ressort de barillet, qui rappelle la pièce des heures vers sa position de repos (à l'encontre du ressort des heures), cependant que se déroule la sonnerie de l'heure.

[0011] Il a récemment été proposé un tout nouveau mécanisme de répétition, qui équipe la montre Breguet modèle 7087 « Tradition », et dans lequel le rouage est remplacé par une transmission à chaîne.

[0012] Cette transmission est à ne pas confondre avec la chaîne de la répétition antique évoquée ci-dessus, car elle fonctionne à l'inverse.

[0013] Plus précisément, dans cette répétition, le barillet comprend :

- un arbre de barillet,
- un tambour de barillet,
- un ressort de barillet dont une extrémité interne est solidaire de l'arbre de barillet et une extrémité externe est solidaire du tambour de barillet,
- une poulie couplée en rotation à l'arbre de barillet et sur laquelle s'enroule la chaîne.

[0014] La chaîne est accrochée, par une extrémité proximale, sur la poulie et, par une extrémité distale, sur la pièce des heures. En l'absence d'action du porteur sur le poussoir, le ressort de barillet tend la chaîne qui maintient la pièce des heures dans sa position de repos. L'ac-

tion du porteur sur un poussoir provoque la rotation forcée de l'arbre de barillet, ce qui libère la chaîne et donc la pièce des heures, laquelle est rappelée vers sa position de lecture par le ressort des heures.

[0015] Lorsque le porteur relâche le poussoir, le ressort de barillet, dont le couple moteur exercé sur l'arbre de barillet est supérieur au couple résistant exercé par le ressort des heures sur la pièce des heures, rappelle celle-ci vers sa position de repos. Chemin faisant, l'heure est sonnée.

[0016] La lecture (et le tintement) des quarts et/ou des minutes suit le même principe, avec un limaçon des quarts (respectivement des minutes) et une pièce des quarts (respectivement des minutes) portant un palpeur des quarts (respectivement des minutes) apte à venir, dans une position de lecture, au contact du limaçon des quarts (respectivement des minutes).

[0017] Ce mécanisme présente un avantage en termes d'encombrement et de montage. En effet, la chaîne, qui fait le lien mécanique entre le barillet d'une part et la pièce des heures d'autre part, permet de les positionner à distance l'un de l'autre. Il est ainsi possible, quel que soit le positionnement de la pièce des heures dans la carrure, de placer le barillet au plus près du poussoir, ce qui évite d'avoir recours à de complexes renvois à leviers, au bénéfice de la fiabilité de la montre.

[0018] Cependant, on note dans ce mécanisme de légères variations dans la fréquence des tintements lors de la sonnerie. Il est connu d'équiper le mécanisme d'un régulateur, qui permet de compenser une partie de ces variations. Cependant, une mesure précise montre qu'en dépit du régulateur la fréquence des tintements n'est pas parfaitement constante.

[0019] Un premier objectif est par conséquent, dans un mécanisme de répétition à chaîne, de minimiser encore les variations de fréquence dans les tintements de la sonnerie.

[0020] Un deuxième objectif est, plus précisément, de minimiser les variations dans les efforts auxquels est soumise la chaîne.

RESUME DE L'INVENTION

[0021] A cet effet, il est proposé, en premier lieu, un mécanisme de répétition pour une pièce d'horlogerie à sonnerie, qui comprend :

- un limaçon des heures,
- une pièce des heures portant un palpeur des heures et montée en rotation autour d'un axe des heures entre :
 - une position de repos dans laquelle le palpeur des heures est écarté angulairement du limaçon des heures,
 - une position de lecture dans laquelle le palpeur

des heures vient au contact du limaçon des heures,

- un ressort des heures, qui rappelle la pièce des heures vers sa position de lecture,
- une poulie montée en rotation autour d'un axe et qui définit un chemin de came périphérique qui s'étend en spirale autour de cet axe,
- une chaîne apte à s'enrouler partiellement sur la poulie, la chaîne étant accrochée, par une extrémité proximale, sur la poulie et, par une extrémité distale, sur la pièce des heures,
- un ressort de rappel couplé à la poulie, et par lequel celle-ci sollicite, via la chaîne, la pièce des heures vers sa position de repos.

[0022] Grâce au chemin de came, il est possible de compenser les variations du couple moteur généré par le ressort de barillet sur l'arbre de barillet, ce qui permet de minimiser les variations de l'effort de traction généré sur la chaîne par la poulie. Il en résulte, lors de la sonnerie, des tintements à fréquence extrêmement régulière.

[0023] Diverses caractéristiques supplémentaires peuvent être prévues, seules ou en combinaison.

[0024] Ainsi, par exemple, la poulie et la chaîne définissent conjointement, sur le chemin de came, un point de contact dont la distance à l'axe de barillet diminue avec l'enroulement de la chaîne. Dans ce cas, le chemin de came permet de compenser la diminution du couple moteur généré par le ressort de barillet.

[0025] La variation de la distance du point de contact à l'axe de barillet varie dans une proportion comprise, de préférence, entre 5% et 20%.

[0026] La variation de la distance à l'axe de la poulie en fonction de l'enroulement de la chaîne est avantageusement linéaire.

[0027] Selon un mode particulier de réalisation, le mécanisme de répétition comprend :

- un barillet de sonnerie incluant :
 - un arbre de barillet qui définit un axe de barillet confondu avec l'axe de la poulie,
 - un tambour de barillet,
 - un ressort de barillet dont une extrémité interne est solidaire de l'arbre de barillet et une extrémité externe est solidaire du tambour de barillet,
 - la poulie couplée en rotation au ressort de barillet.

[0028] Il est proposé, en deuxième lieu, une pièce

d'horlogerie, telle qu'une montre, équipée d'un mécanisme de répétition tel que présenté ci-dessus.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0029] D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description d'un mode de réalisation, faite ci-après en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective montrant partiellement une montre équipée d'un mécanisme de répétition,
- la figure 2 est une vue en perspective du mécanisme de répétition seul, à plus grande échelle,
- la figure 3 est une vue en perspective du mécanisme de répétition, partiellement dénudé pour plus de clarté sur son architecture et son fonctionnement,
- la figure 4 est une vue en perspective du mécanisme de la figure 3, selon un autre angle de vue,
- la figure 5 est une vue en coupe partielle montrant le mécanisme de répétition, selon le plan de coupe V-V de la figure 3,
- la figure 6 est un tracé illustrant la forme du chemin de came,
- la figure 7 est une vue de détail en coupe, dans le même plan que la figure 5, montrant la poulie dans une position de déroulement complet de la chaîne, laquelle est schématisée sous forme d'un trait gras,
- la figure 8 est un diagramme montrant les variations de la distance, au centre de rotation de la poulie, du point de contact avec la chaîne,
- les figures 9, 10 et 11 sont des vues similaires à la figure 8, illustrant l'enroulement progressif de la chaîne sur la poulie.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0030] Sur la figure 1 est partiellement représentée une pièce d'horlogerie, en l'espèce une montre 1. La montre 1 comprend une carrure 2 qui définit un volume 3 interne. Dans l'exemple illustré, la montre 1 est conçue pour le port au poignet, et sa carrure 2 comprend à cet effet des cornes 4 en saillie, sur lesquelles est destiné à venir se fixer un bracelet (non représenté).

[0031] La montre 1 comprend un mouvement d'horlogerie conçu pour indiquer au moins les heures et les minutes. Le mouvement comprend une platine destinée à venir se loger dans le volume 3 interne défini par la carrure 2, en y étant fixé.

[0032] Le mouvement comprend par ailleurs divers composants fonctionnels regroupés par sous-ensembles. Lorsqu'un sous-ensemble a une autre fonction que d'afficher les heures, les minutes et, le cas échéant, les secondes, il est appelé « complication ».

[0033] Ainsi, la pièce d'horlogerie (c'est-à-dire la montre 1) illustrée est à sonnerie, et comprend, aux fins de sonner l'heure courante, un mécanisme de répétition, également appelé « complication à répétition » ou, plus simplement (et comme employé ci-après), « répétition » 5.

[0034] La répétition 5 comprend, en premier lieu, au moins un limaçon 6 des heures. Ce limaçon 6 est monté en rotation sur un axe A1. Il présente une forme générale spiralée et comprend sur sa périphérie une succession de douze secteurs angulaires de distances décroissantes à l'axe A1.

[0035] Le limaçon 6 des heures est solidaire en rotation d'une étoile 7 des heures qui comprend douze dents pointues.

[0036] Dans l'exemple illustré sur la figure 2, la répétition 5 comprend également un limaçon 8 des quarts, monté en rotation autour d'un axe A2. Le limaçon 8 des quarts comprend quatre secteurs angulaires de distances décroissantes à l'axe A2, séparés par des faces de jonction lisses.

[0037] La répétition 5 comprend en outre un limaçon 9 des minutes, solidaire en rotation du limaçon 8 des quarts et qui comprend quatre branches crantées sur leur pourtour, séparés par des faces de jonction lisses qui s'étendent dans le prolongement des faces de jonction du limaçon 8 des quarts.

[0038] Le limaçon 8 des quarts porte au voisinage de sa périphérie un doigt qui, à chaque tour, vient engrener une dent de l'étoile 7 des heures pour faire tourner celle-ci d'un douzième de tour représentant une avancée d'une heure.

[0039] La répétition 5 comprend, en deuxième lieu, une pièce 10 des heures, montée en rotation autour d'un axe A3 et portant un palpeur 11 des heures.

[0040] La pièce 10 des heures est montée en rotation autour de son axe A3 entre :

- une position de repos (en trait plein sur la figure 5) dans laquelle le palpeur 11 des heures est écarté angulairement du limaçon 6 des heures, et
- une position de lecture (en pointillés sur la figure 5) dans laquelle le palpeur 11 des heures vient au contact du limaçon 6 des heures.

[0041] Comme illustré sur les figure 2 et figure 3, la pièce 10 des heures comprend un secteur 12 denté couplé à un dispositif 13 de régulation (ou régulateur) via un rouage 14 de transmission. Dans l'exemple illustré, le régulateur 13 comprend un rotor 15 monté en rotation dans un stator 16.

[0042] Le régulateur 13 est de préférence

magnétique ; il comprend, dans ce cas, un rotor 15 monté en rotation dans un stator 16. Le rotor 15 présente une vitesse de rotation limite, déterminée par un équilibre entre la force centrifuge appliquée à des masselottes mobiles ferromagnétiques montées sur le rotor 15, et une force contre-électromotrice générée dans les masselottes par des courants de Foucault induits par un champ magnétique alterné produit par des couples d'aimants dont est pourvu le stator 16.

[0043] La pièce 10 des heures comprend un bras 17 extérieur pourvu d'un râteau 18 des heures, constitué de douze dents en saillie. Lors du retour de la pièce 10 des heures de sa position de lecture à sa position de repos, le râteau 18 des heures actionne un marteau des heures (non représenté) qui vient frapper un timbre des heures diapasonné à une fréquence acoustique prédéterminée, éventuellement amplifiée par une pièce structurelle de la montre 1 (par ex. la carrure 2). Le marteau des heures frappe le timbre des heures un nombre de fois (compris entre un et douze) égal au nombre de dents du râteau 18 qui l'ont actionné lors du retour de la pièce 10 des heures de sa position de lecture à sa position de repos.

[0044] La répétition 5 comprend, en quatrième lieu, un ressort 19 des heures, qui rappelle la pièce 10 des heures vers sa position de lecture. Dans l'exemple illustré, le ressort 19 des heures est un ressort spiral. Il est avantageusement fixé sur la pièce 10 des heures par une extrémité 20 interne, et sur un axe solidaire de la platine par une extrémité 21 externe.

[0045] La répétition 5 comprend, dans l'exemple illustré sur la figure 2, une pièce 22 des quarts portant un palpeur 23 des quarts et montée en rotation autour de l'axe A3 entre :

- une position de repos dans laquelle le palpeur 23 des quarts est écarté angulairement du limaçon 8 des quarts, et
- une position de lecture dans laquelle le palpeur 23 des quarts vient au contact du limaçon 8 des quarts.

[0046] La répétition comprend en outre, dans l'exemple illustré sur la figure 2, une pièce 24 des minutes portant un palpeur 25 des minutes et montée en rotation autour de l'axe A3 entre :

- une position de repos dans laquelle le palpeur 25 des minutes est écarté angulairement du limaçon 9 des minutes, et
- une position de lecture dans laquelle le palpeur 25 des minutes vient au contact du limaçon 9 des minutes.

[0047] La répétition comprend en outre, dans l'exemple illustré sur la figure 2, une pièce 24 des minutes portant un palpeur 25 des minutes et montée en rotation autour de l'axe A3 entre :

- une position de repos dans laquelle le palpeur 25 des minutes est écarté angulairement du limaçon 9 des minutes, et
- une position de lecture dans laquelle le palpeur 25 des minutes vient au contact du limaçon 9 des minutes.

[0048] La répétition 5 comprend également un ressort 26 des quarts qui rappelle la pièce 22 des quarts vers sa position de lecture, et un ressort 27 des minutes qui rappelle la pièce 24 des minutes vers sa position de lecture.

[0049] La pièce 24 des minutes est pourvue, sur un bras 28 extérieur, d'un râteau 29 des minutes, constitué de quatorze dents en saillie. Lors du retour de la pièce 24 des minutes de sa position de lecture à sa position de repos, le râteau 29 des minutes actionne un marteau des minutes (non représenté) qui vient frapper un timbre des minutes diapasonné à une fréquence acoustique prédéterminée (par ex. inférieure) à la fréquence acoustique du timbre des heures. Le marteau des minutes frappe le timbre des minutes un nombre de fois (compris entre zéro et quatorze) égal au nombre de dents du râteau 29 des minutes qui l'ont actionné lors du retour de la pièce 24 des minutes de sa position de lecture à sa position de repos.

[0050] La pièce 22 des quarts est pourvue, sur un bras 30 extérieur, d'un râteau 31 des quarts, constitué de trois séries de dents en saillie. Lors du retour de la pièce 22 des quarts de sa position de lecture à sa position de repos, le râteau 31 des quarts actionne presque simultanément le marteau des heures et le marteau des minutes pour générer une séquence rapprochée de deux notes. Le marteau des heures et le marteau des minutes frappent leurs timbres respectifs un nombre de fois (compris entre zéro et trois) égal au nombre de séries de dents du râteau 31 des quarts qui les ont actionnés lors du retour de la pièce 22 des quarts de sa position de lecture à sa position de repos.

[0051] Comme on le voit sur la figure 2, la pièce 10 des heures, la pièce 22 des quarts et la pièce 24 des minutes, montées en rotation sur le même axe A3, sont décalées angulairement l'une par rapport à l'autre, de manière telle que, lors de leur rotation solidaire autour de l'axe A3, les lectures interviennent successivement dans l'ordre suivant : minutes ; quarts ; heures. La sonnerie est cependant effectuée dans l'ordre inverse : heures ; quarts ; minutes.

[0052] La répétition 5 comprend, en cinquième lieu, un barillet 32 de sonnerie.

[0053] Le barillet 32 de sonnerie est monté en rotation autour d'un axe A4 de barillet. Le barillet 32 de sonnerie est un sous-ensemble qui comprend plusieurs composants, parmi lesquels :

- un arbre 33 de barillet,
- un tambour 34 de barillet,

- un ressort 35 de barillet dont une extrémité 36 interne est solidaire de l'arbre 33 de barillet et une extrémité 37 externe est solidaire du tambour 34 de barillet, et
- une poulie 38 définit un chemin 39 de came périphérique.

[0054] L'arbre 33 de barillet et le tambour 34 de barillet sont tous deux montés en rotation autour de l'axe A4 de barillet.

[0055] La poulie 38 est couplée en rotation à l'arbre 33 de barillet. La poulie 38 est montée autour d'un axe de rotation qui est ici confondu avec l'axe A4 de barillet.

[0056] La répétition 5 comprend, en sixième lieu, une chaîne 40 apte à s'enrouler partiellement sur la poulie 38, et plus précisément sur le chemin 39 de came. La chaîne 40 est accrochée, par une extrémité 41 proximale, sur la poulie 38 et, par une extrémité 42 distale, sur la pièce 10 des heures.

[0057] La chaîne 40 comprend une pluralité de maillons 43 articulés les uns par rapport aux autres. Le maillon 43 situé à l'extrémité 41 proximale de la chaîne 40 est fixé sur une goupille 44 solidaire de la poulie 38. Le maillon 43 situé à l'extrémité 42 distale de la chaîne 40 est quant à lui fixé sur une goupille 45 solidaire du bras 17 extérieur de la pièce 10 des heures.

[0058] Selon un mode de réalisation illustré sur les figure 2 à figure 5, la répétition 5 comprend un palier 46 de renvoi sur lequel circule la chaîne 40, entre le barillet 32 de sonnerie et la pièce 10 des heures. Ce palier 46 de renvoi se présente avantageusement sous forme d'un roulement (par ex. à billes).

[0059] Comme illustré sur les figure 2 à figure 4, le tambour 34 de barillet porte, sur sa périphérie, une couronne 47 dentée à denture asymétrique, et la répétition 5 comprend un cliquet 48 de blocage en prise avec cette couronne 47 dentée, pour bloquer la rotation du tambour 34 de barillet dans le sens de déroulement de la chaîne 40.

[0060] Ainsi que représenté sur la figure 4, la répétition 5 comprend, en septième lieu :

- une crémaillère 49 montée en rotation autour d'un axe A5 de crémaillère fixe, et pourvue d'un secteur 50 denté,
- un rouage 51 de sonnerie en relation d'engrenage d'une part avec la crémaillère 49 et d'autre part avec l'arbre 33 de barillet.

[0061] La crémaillère 49 présente une forme de crochet. La crémaillère 49 est pourvue d'un alésage 52 par lequel elle est montée sur son axe A5. De part et d'autre de cet alésage 52, la crémaillère 48 comprend un levier 53 portant à son extrémité un bouton 54 (qui, dans l'exemple illustré, est rapporté et chassé dans un trou formé dans l'extrémité du levier 53), et un bras 55 coudé dans lequel est formé le secteur 50 denté.

[0062] La crémaillère 49 est montée en rotation autour de son axe A5 entre une position de repos (figure 4) et une position d'armement complet.

[0063] Selon un mode de réalisation illustré sur la figure 4, le rouage 51 de sonnerie comprend un pignon 56 d'entrée engrenant la crémaillère 49, et un pignon 57 de sortie solidaire en rotation de l'arbre 33 de barillet.

[0064] Dans l'exemple illustré, le rouage 51 de sonnerie comprend en outre un pignon 58 multiplicateur (partiellement arraché sur la figure 4) solidaire en rotation du pignon 56 d'entrée et engrenant le pignon 57 de sortie.

[0065] Comme on le voit également sur la figure 4, la crémaillère 49 est avantageusement pourvue, à l'extrémité libre du secteur 50 denté, d'une butée 59 d'arrêt, qui se présente ici sous forme d'une pièce rapportée chassée, et qui, en position d'armement complet de la crémaillère 49, vient se caler contre le pignon 56 d'entrée qui forme ainsi une butée de fin de course pour celle-ci.

[0066] Comme illustré sur la figure 1, la montre 1 est équipée d'un poussoir 60. Ce poussoir 60 est monté en translation par rapport à la carrure 2 entre :

- une position désarmée dans laquelle le poussoir 60 n'exerce pas de couple moteur sur la crémaillère 49, et
- une position d'armement dans laquelle le poussoir 60 exerce sur la crémaillère 49, via le bouton 54, une poussée (indiquée par la flèche blanche en bas à gauche sur la figure 4 et en bas à droite sur la figure 5) générant un couple moteur qui entraîne en rotation l'arbre 33 de barillet via le rouage 51 de sonnerie.

[0067] L'actionnement de la répétition 5 s'effectue par pression du doigt sur le poussoir 60. Le poussoir 60 repousse le bouton 54 qui, via le levier 53, fait pivoter la crémaillère 49 autour de son axe A5. La crémaillère 49 entraîne en rotation, par l'engrènement de son secteur 50 denté, le pignon 56 d'entrée, rotation que le pignon 58 multiplicateur, solidaire de ce dernier, transmet au pignon 57 de sortie, lequel entraîne dans sa rotation l'arbre 33 de barillet (dans le sens de la flèche F1 sur la figure 5) avec la poulie 38 qui lui est solidaire. La rotation forcée de la crémaillère 49 et des pièces qu'elle entraîne se fait à l'encontre du couple de rappel imposé par le ressort 35 de barillet, dont l'extrémité 36 interne tourne avec l'arbre 33 de barillet tandis que l'extrémité 37 externe demeure fixe avec le tambour 34 de barillet bloqué par le cliquet 48 en prise avec la couronne 47 dentée. On comprend par conséquent que la rotation de la crémaillère 49 a pour effet d'armer le ressort 35 de barillet.

[0068] La chaîne 40, tractée (dans le sens de la flèche F2 sur la figure 5) du côté de son extrémité 42 distale par la pièce 10 des heures, elle-même rappelée en rotation (dans le sens de la flèche F3 sur la figure 5) vers sa position de lecture par le ressort 19 des heures, se déroule de la poulie 38.

[0069] Parvenue à la position de lecture, dans laquelle

le palpeur 11 des heures vient au contact du limaçon 6 des heures, la pièce 10 des heures est stoppée, cependant que, le cas échéant, la pièce 22 des quarts et la pièce 24 des minutes peuvent continuer leur rotation, respectivement rappelées vers leurs positions de lecture par le ressort 26 des quarts et le ressort 27 des minutes, jusqu'à ce que le palpeur 23 des quarts et le palpeur 25 des minutes parviennent au contact, respectivement, du limaçon 8 des quarts et du limaçon 9 des minutes.

[0070] Le relâchement du poussoir 60 libère le ressort 35 de barillet, dont l'extrémité 37 externe demeure fixe avec le tambour 34 de barillet et dont l'extrémité 36 interne entraîne en rotation l'arbre 33 de barillet (dans le sens opposé à la flèche F1) et avec lui la poulie 38 (dans le même sens de rotation). Comme le couple de rappel imposé à la poulie par le ressort 35 de barillet est supérieur (voire très supérieur) au couple résistant opposé à la pièce 10 des heures par le ressort 19 des heures, la poulie 38 tracte (dans le sens opposé à la flèche F2) la chaîne 40 qui s'y enroule en entraînant avec elle la pièce 10 des heures en rotation autour de son axe A3 (dans le sens opposé à la flèche F3), jusqu'à ce que la pièce 10 des heures atteigne sa position de repos, à laquelle elle parvient en venant buter contre le palier 46 de renvoi, ce qui bloque la répétition 5.

[0071] Pendant la course accompagnant le relâchement du poussoir 60, la pièce 10 des heures, la pièce 22 des quarts et la pièce 24 des minutes ont, ensemble (et de la manière expliquée plus haut) sonné l'heure affichée.

[0072] C'est pour que la sonnerie soit réalisée à une fréquence aussi régulière que possible que la répétition 5 est pourvue du régulateur 13.

[0073] Cependant le régulateur 13 n'est pas suffisant, car il s'avère que le couple moteur, noté C, induit sur l'arbre 33 de barillet par le ressort 35 de barillet, n'est pas constant selon la position angulaire, notée A, de la poulie 38, mesurée par référence à la position d'armement (pour laquelle, par convention, A=0). Dans ce qui suit, on appelle « Angle de poulie » cette position A angulaire.

[0074] Comme on le voit sur la figure 2 à la figure 5, la chaîne 40 présente une section 40.1 droite, qui s'étend entre la poulie 38 et le palier 46 de renvoi, et une section 40.2 curviligne, enroulée sur la poulie 38 (et plus exactement sur le chemin 39 de came) dans le prolongement de la section 40.1 droite.

[0075] La poulie 38 et la chaîne 40 définissent conjointement, sur le chemin 39 de came, un point M de contact. Ce point M de contact est situé à la limite de l'enroulement de la chaîne 38.

[0076] Le point M de contact est le point du chemin 39 de came où la chaîne 40 débute son enroulement sur la poulie 38 ou, ce qui revient au même, le point où la chaîne 40 quitte la poulie 38. En d'autres termes, le point M de contact est situé à la jonction entre la section 40.1 droite et la section 40.2 curviligne. Selon la position angulaire de la poulie 38, le lieu du point M sur le chemin 39 de

came se déplace.

[0077] Le couple C moteur est transmis par l'arbre 33 de barillet à la poulie 38, qui lui est couplée en rotation autour de l'axe A4 de barillet. La poulie 38 exerce à son tour, en raison du couple C moteur généré par le ressort 35 de barillet, un effort de traction, noté T. Cet effort T de traction est appliqué au point M de contact, dans l'axe de la section 40.1 droite. On note L et on appelle « levier » la distance du point M de contact à l'axe A4 de barillet.

[0078] Compte tenu de ces notations, l'effort T de traction se déduit du couple C par la formule classique suivante :

$$T = \frac{C}{L}$$

[0079] Comme le couple C moteur n'est pas constant suivant l'angle A de poulie, il en résulte que, si le levier L était constant, l'effort T de traction ne serait pas constant non plus suivant l'angle A de poulie.

[0080] Tel est la fonction du chemin 39 de came : faire varier le levier L pour compenser la variation du couple C et ainsi minimiser les variations de l'effort T de traction.

[0081] Plus précisément, il a été constaté que le couple C moteur diminue au fur et à mesure qu'augmente l'angle A de poulie, en partant de la position désarmée (illustrée sur la figure 7).

[0082] C'est pourquoi le chemin 39 de came s'étend en spirale autour de l'axe A4 de barillet. Plus précisément, le levier L diminue avec l'enroulement de la chaîne 40 (c'est-à-dire au fur et à mesure qu'augmente l'angle A de poulie). En d'autres termes, la distance à l'axe A4 de barillet du point M de contact est une fonction décroissante de l'angle A de poulie.

[0083] On a tracé sur la figure 8 une courbe représentant les variations du levier L (placée en ordonnée, dont l'axe est gradué en millimètres dans l'exemple illustré) en fonction de l'angle A de poulie (placé en abscisse, dont l'axe est gradué en degrés dans l'exemple illustré). On note Li le levier (dit « initial ») mesuré lorsque l'angle A de poulie est nul (en position désarmée correspondant au déroulement de la poulie 38, figure 8) et Lf le levier (dit « final ») mesuré lorsque l'angle A est maximum (en position armée correspondant à l'enroulement total de la poulie 38, figure 11).

[0084] Le levier L varie de préférence dans une proportion comprise entre 5% et 20%. Cette variation peut sembler faible, mais elle est suffisante pour compenser les variations du couple C moteur et permettre de rendre à peu près constante la traction T exercée sur la chaîne 40 par la poulie 38 rappelée par le ressort 35 de barillet.

[0085] Dans un mode particulier de réalisation :

$$Li \cong 3,85 \text{ mm}$$

$$L_f \cong 3,30 \text{ mm}$$

[0086] La variation du levier L est donc, dans cet exemple, d'environ 14% mais cet exemple ne saurait être limitatif car il dépend des performances du ressort 35.

[0087] Comme cela a déjà été suggéré, un ressort déformé tend à reprendre une configuration d'équilibre stable en générant un couple de rappel qui n'est pas constant selon sa déformation. Un examen plus précis montre qu'en général la variation du couple de rappel généré par un ressort en fonction de sa déformation n'est globalement pas linéaire mais peut l'être localement.

[0088] On comprend donc que si l'on peut maintenir le ressort 35 dans une gamme de déformation où la variation du couple généré est linéaire, il est possible de concevoir une poulie 39 dont le levier L varie également de manière linéaire en fonction de l'angle A de poulie. En d'autres termes, le chemin 39 de came est en spirale d'Archimède.

[0089] Ainsi, dans l'exemple illustré sur la figure 8, on a représenté par une courbe la variation du levier L en fonction de l'angle A de poulie. On voit que, dans cet exemple, le levier L varie linéairement en fonction de l'angle A de poulie, ce qui correspond à un chemin 39 de came en spirale d'Archimède.

[0090] Un exemple de construction du chemin 39 de came est illustré sur les dessins, et plus particulièrement sur la figure 6. Dans cet exemple, le chemin 39 de came s'étend sur un secteur S angulaire dont l'amplitude est inférieure à 360° (c'est-à-dire que le chemin 39 de came est prévu pour remplir sa fonction sur moins d'un tour de poulie 38 autour de l'axe A4 de barillet.

[0091] Dans l'exemple illustré sur les figures 7 à 10, qui correspond à une poulie dont les variations du levier L sont illustrées sur la figure 6, l'amplitude de la course angulaire de la poulie 38 est de 270° environ.

[0092] Les bénéfices de cette architecture ont déjà été évoqués ; nous les rappelons :

- minimisation des variations de la fréquence (c'est-à-dire du nombre de tintements par seconde - ou par minute) des tintements de sonnerie,
- minimisation des variations des efforts dans la chaîne. On peut noter que cela a notamment pour conséquence de limiter la fatigue mécanique dans la chaîne, et donc d'augmenter sa durée de vie.

[0093] On notera que l'architecture qui vient d'être décrite peut admettre des variantes sans sortir du cadre de l'invention.

[0094] Ainsi, il est envisageable de remplacer le barillet 32 par un autre sous-ensemble ayant la même fonction motrice. Un tel sous-ensemble comprend par exemple un ressort-poutre fonctionnant en flexion, et auquel est couplée la poulie 38 par l'intermédiaire d'une ou plusieurs pièces de liaison transformant le mouvement de flexion

du ressort-poutre en mouvement de rotation de la poulie 38. La fonction d'un tel ressort-poutre est la même que celle du ressort 35 de barillet : solliciter, via la poulie 38 et la chaîne 40, la pièce 10 des heures vers sa position de repos.

Revendications

1. Mécanisme (5) de répétition pour une pièce (1) d'horlogerie à sonnerie, qui comprend :

- un limaçon (6) des heures,
- une pièce (10) des heures portant un palpeur (11) des heures et montée en rotation autour d'un axe (A1) des heures entre :
- une position de repos dans laquelle le palpeur (11) des heures est écarté angulairement du limaçon (6) des heures,
- une position de lecture dans laquelle le palpeur (11) des heures vient au contact du limaçon (7) des heures,
- un ressort (19) des heures, qui rappelle la pièce (10) des heures vers sa position de lecture,
- une poulie (38) montée en rotation autour d'un axe (A4) de poulie,
- une chaîne (40) apte à s'enrouler partiellement sur la poulie (38), la chaîne (40) étant accrochée, par une extrémité (41) proximale, sur la poulie (38) et, par une extrémité (42) distale, sur la pièce (10) des heures,
- un ressort (35) de rappel couplé à la poulie (38), et par lequel celle-ci sollicite, via la chaîne (40), la pièce (10) des heures vers sa position de repos,

caractérisé en ce que la poulie (38) définit un chemin (39) de came périphérique qui s'étend en spirale autour de l'axe (A4) de poulie.

2. Mécanisme (5) selon la revendication 1, dans lequel la poulie (38) et la chaîne (40) définissent conjointement, sur le chemin (39) de came, un point (M) de contact dont la distance (L) à l'axe (A4) de barillet diminue avec l'enroulement de la chaîne (38).
3. Mécanisme (5) selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel la variation de la distance (L) à l'axe (A4) de poulie en fonction de l'enroulement de la chaîne (38) est linéaire.
4. Mécanisme (5) selon l'une des revendications 2 et 3, dans lequel la variation de la distance (L) du point (M) de contact à l'axe (A4) de barillet varie dans une proportion comprise entre 5% et 20%
5. Mécanisme (5) de répétition selon l'une des revendications précédentes, qui comprend :

- un barillet (32) de sonnerie incluant :

- un arbre (33) de barillet qui définit un axe (A4) de barillet confondu avec l'axe (A4) de la poulie, 5
- un tambour (34) de barillet,
- un ressort (35) de barillet dont une extrémité (36) interne est solidaire de l'arbre (33) de barillet et une extrémité (37) externe est solidaire du tambour (34) de barillet, et 10
- la poulie (38), couplée en rotation au ressort (35) de barillet.

6. Pièce (1) d'horlogerie, telle qu'une montre, équipée d'un mécanisme (5) de répétition selon l'une des revendications précédentes. 15

20

25

30

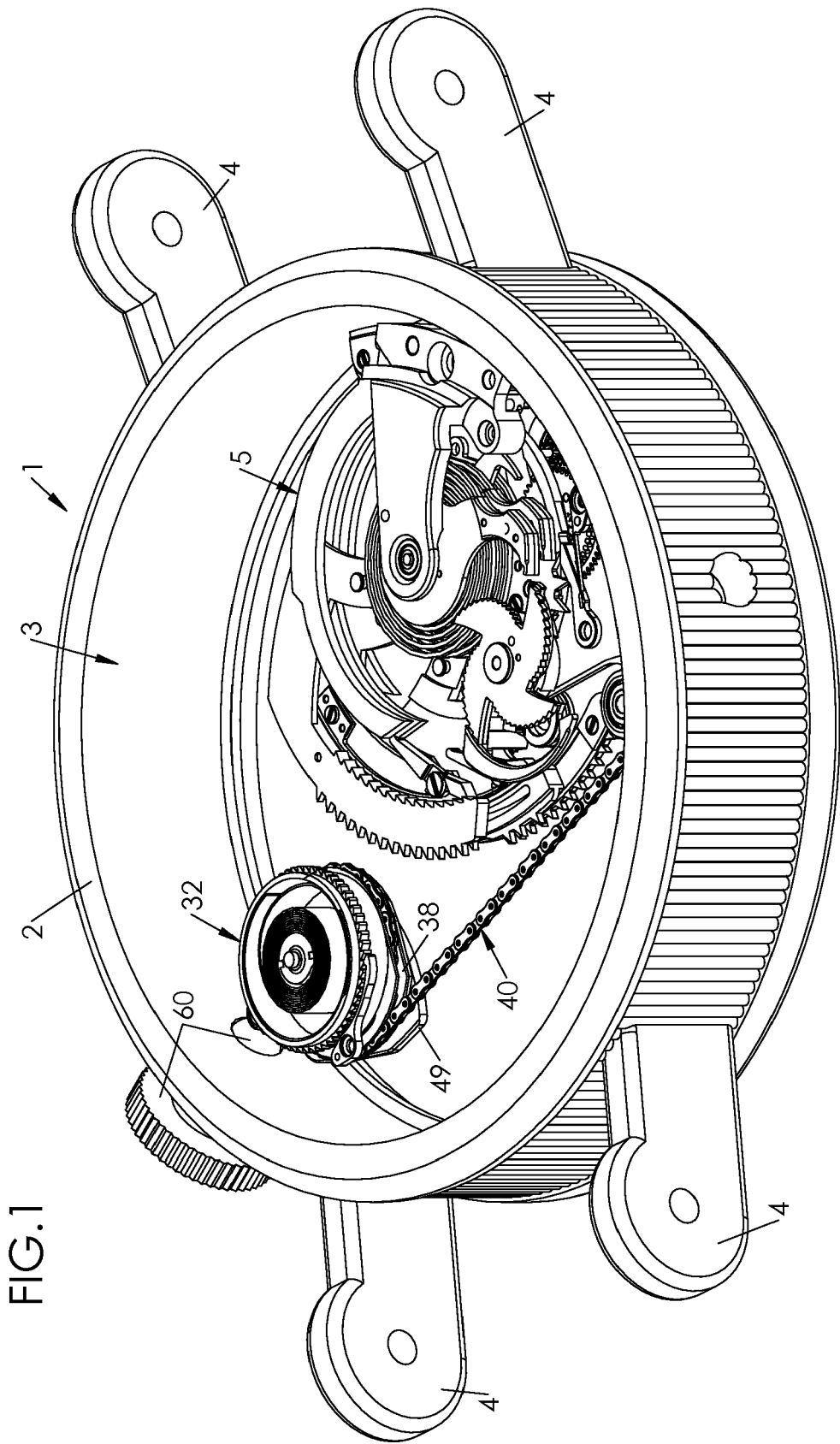
35

40

45

50

55



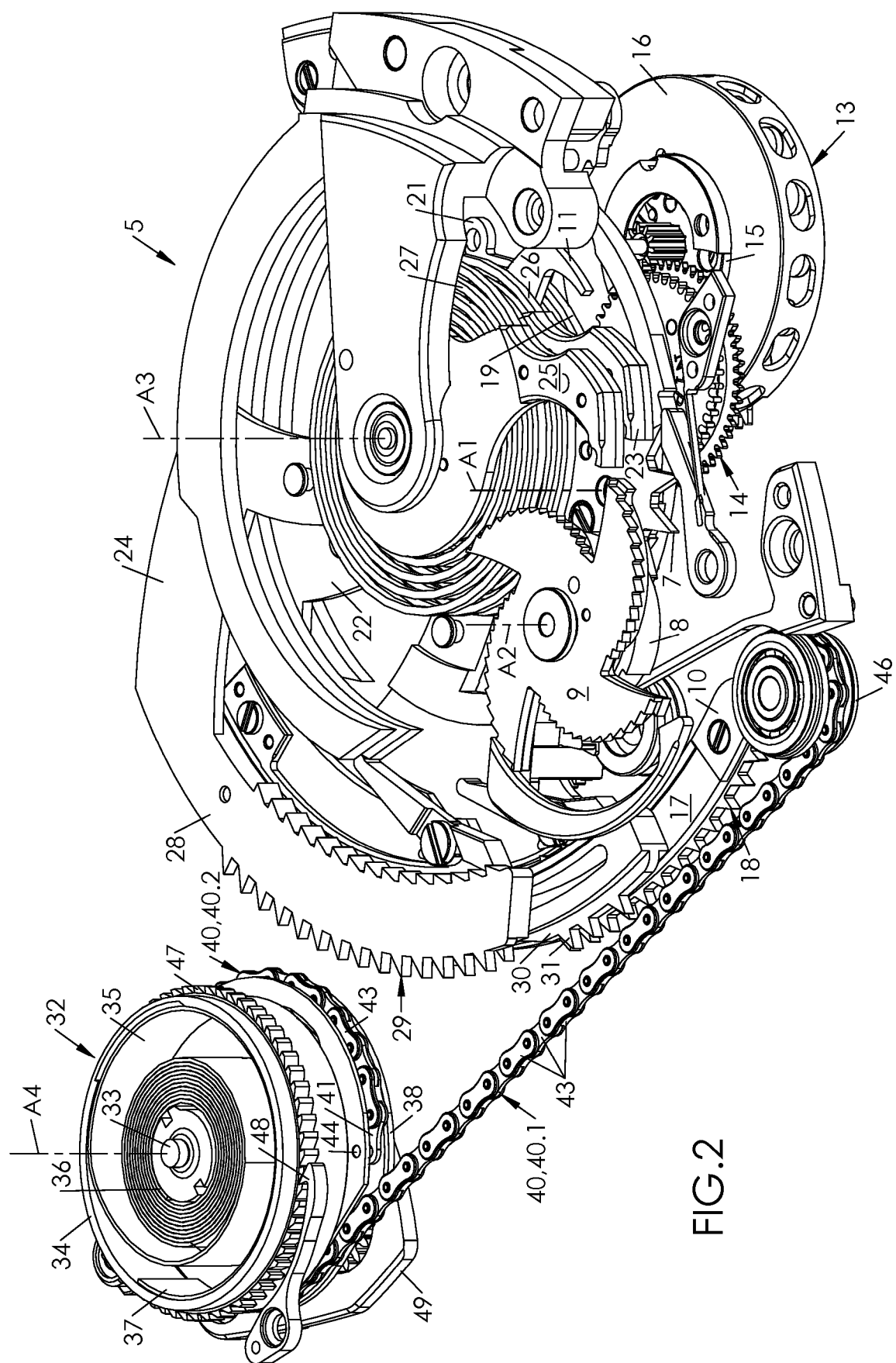
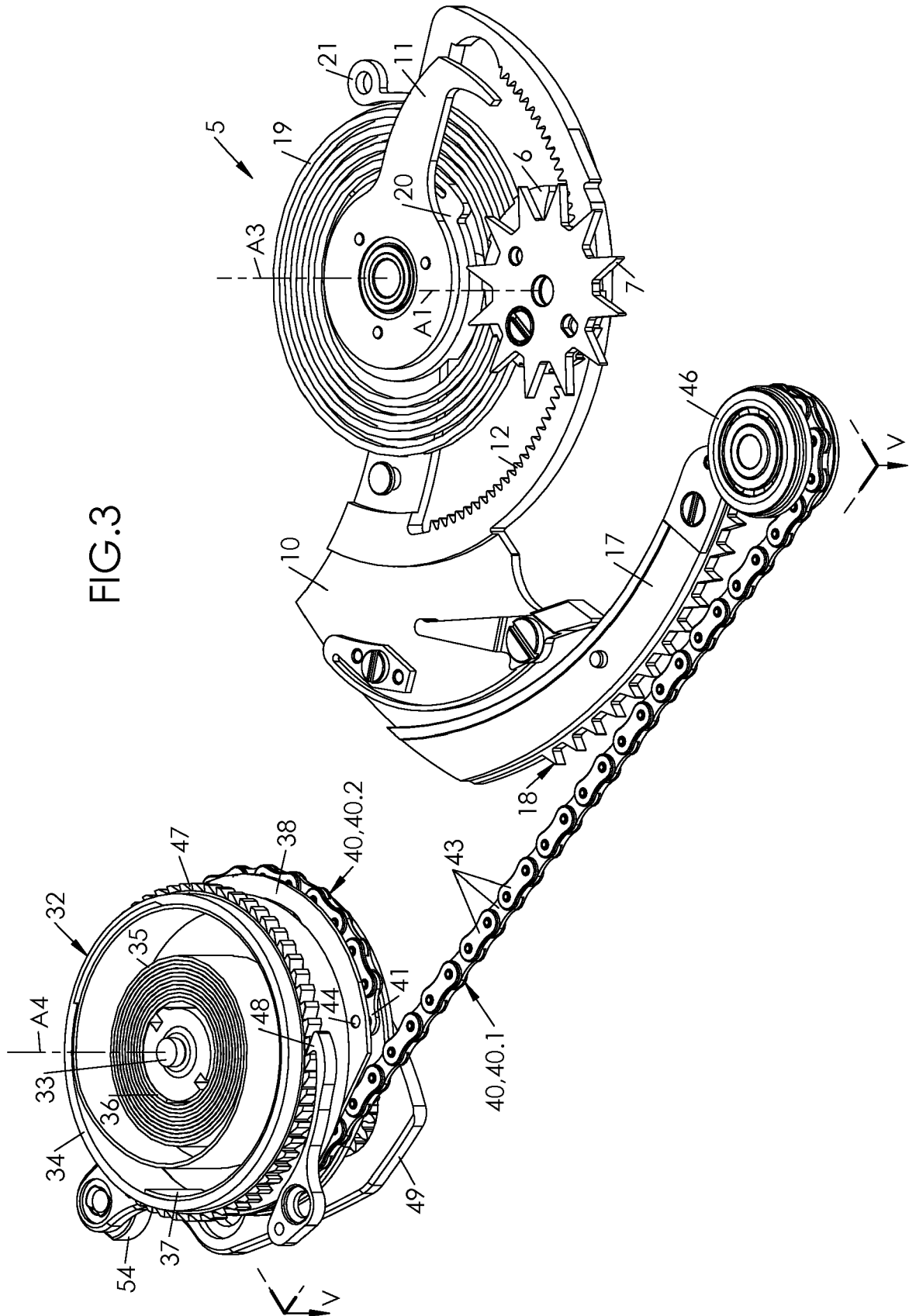
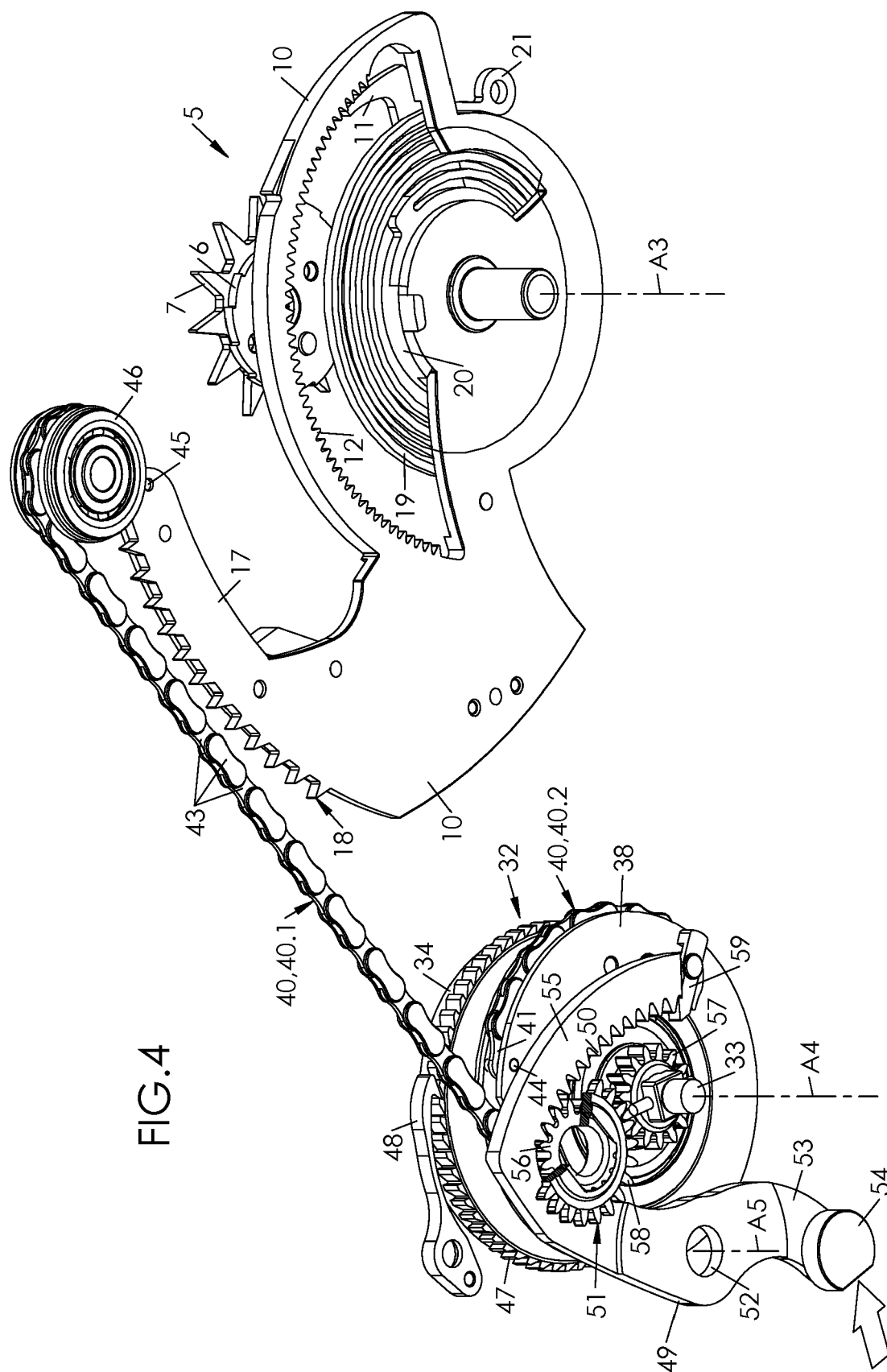


FIG. 2





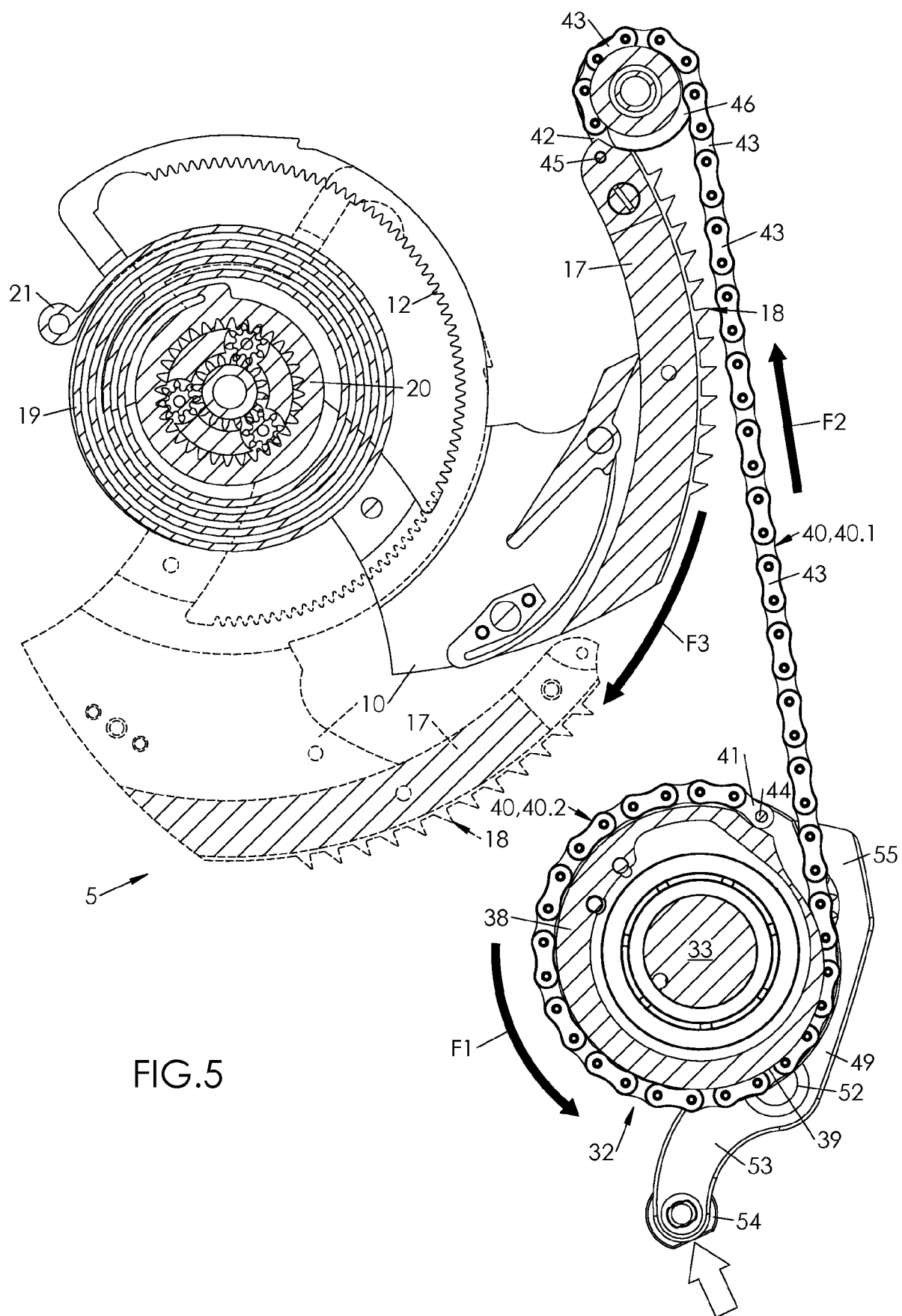


FIG.6

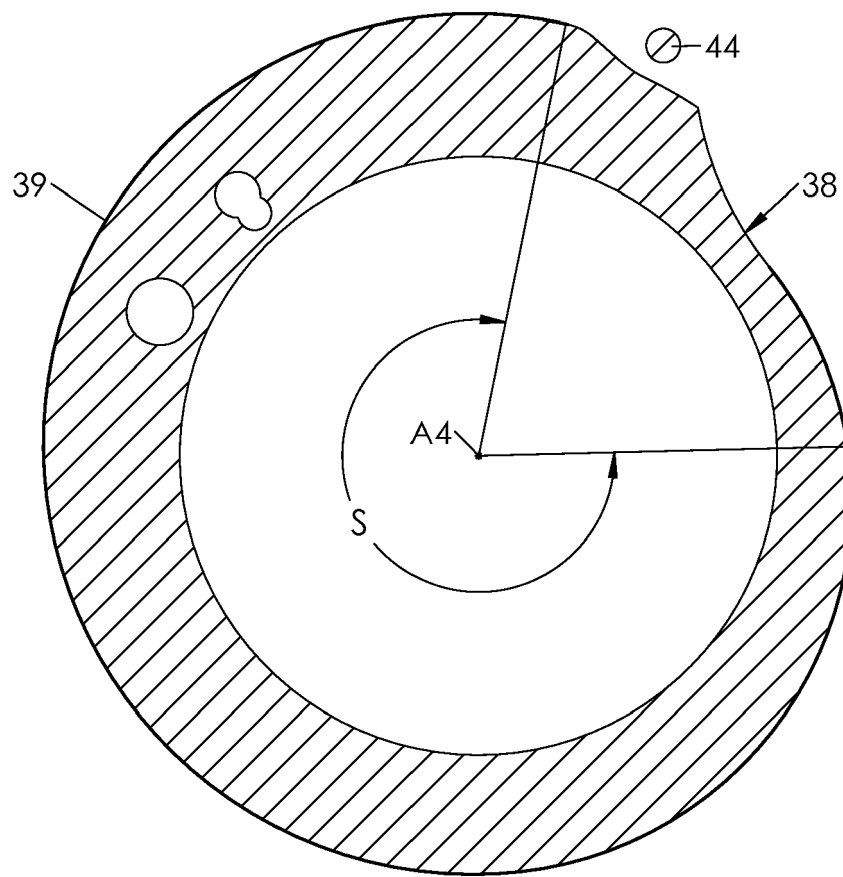


FIG.7

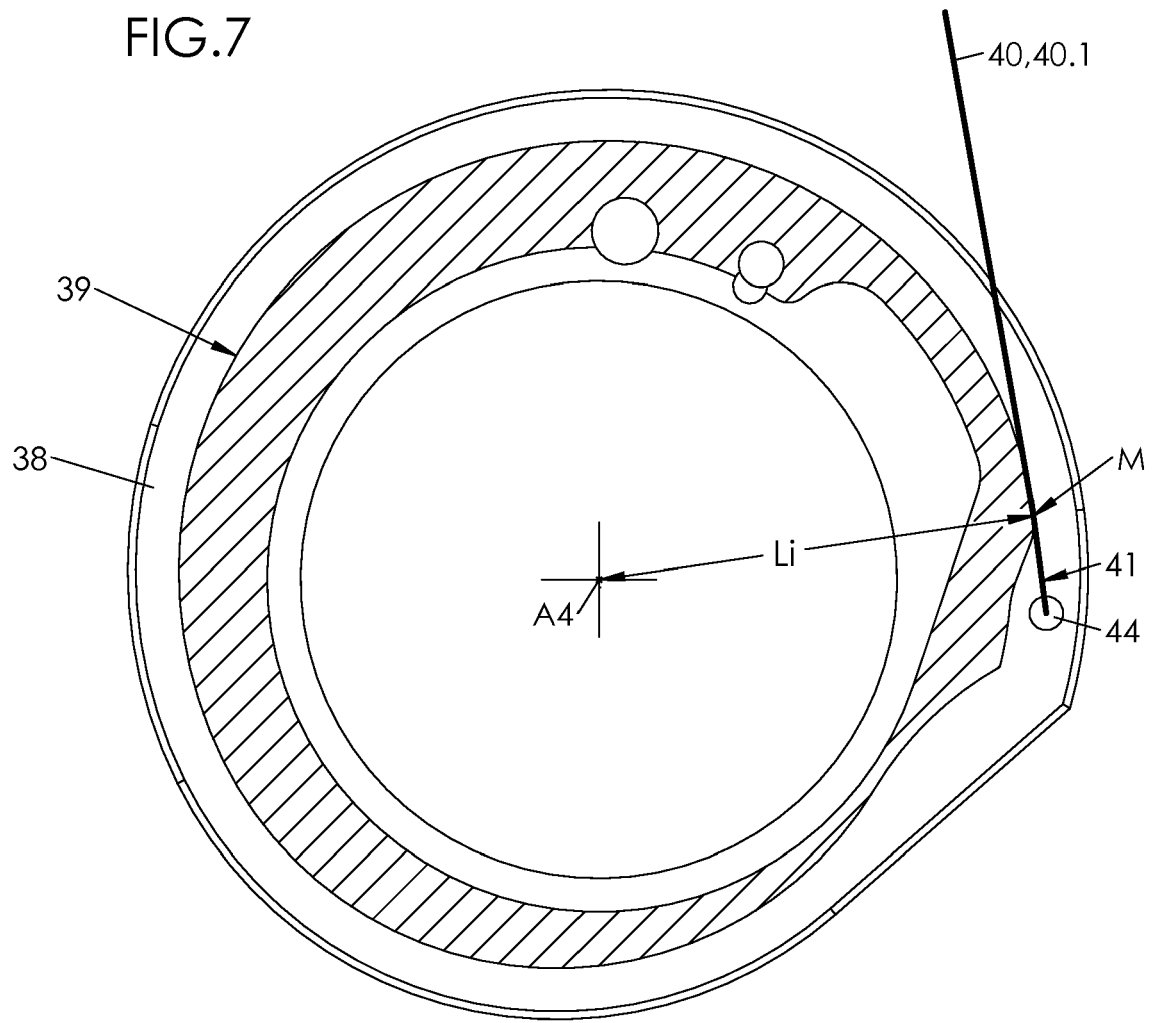
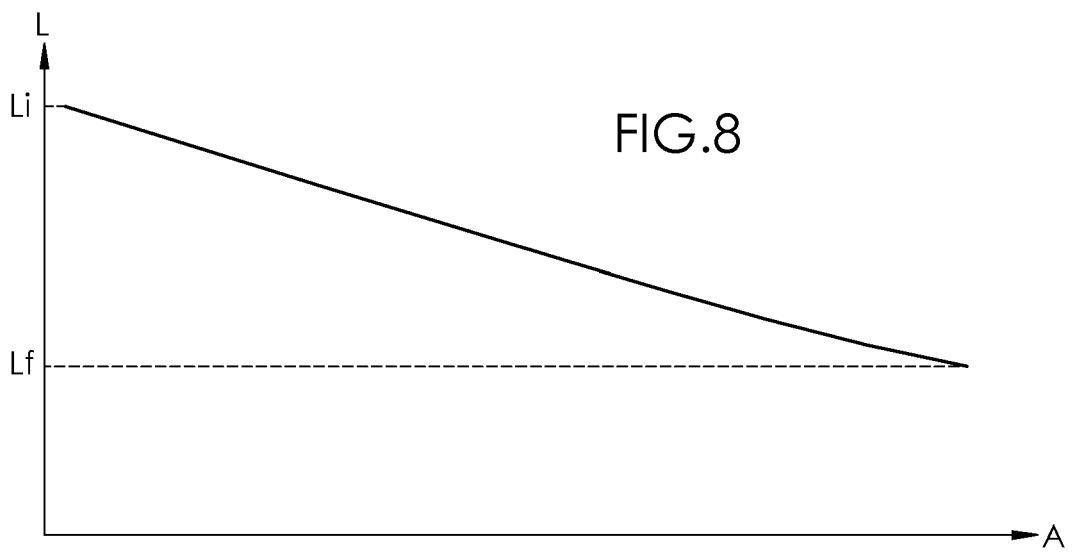


FIG.8



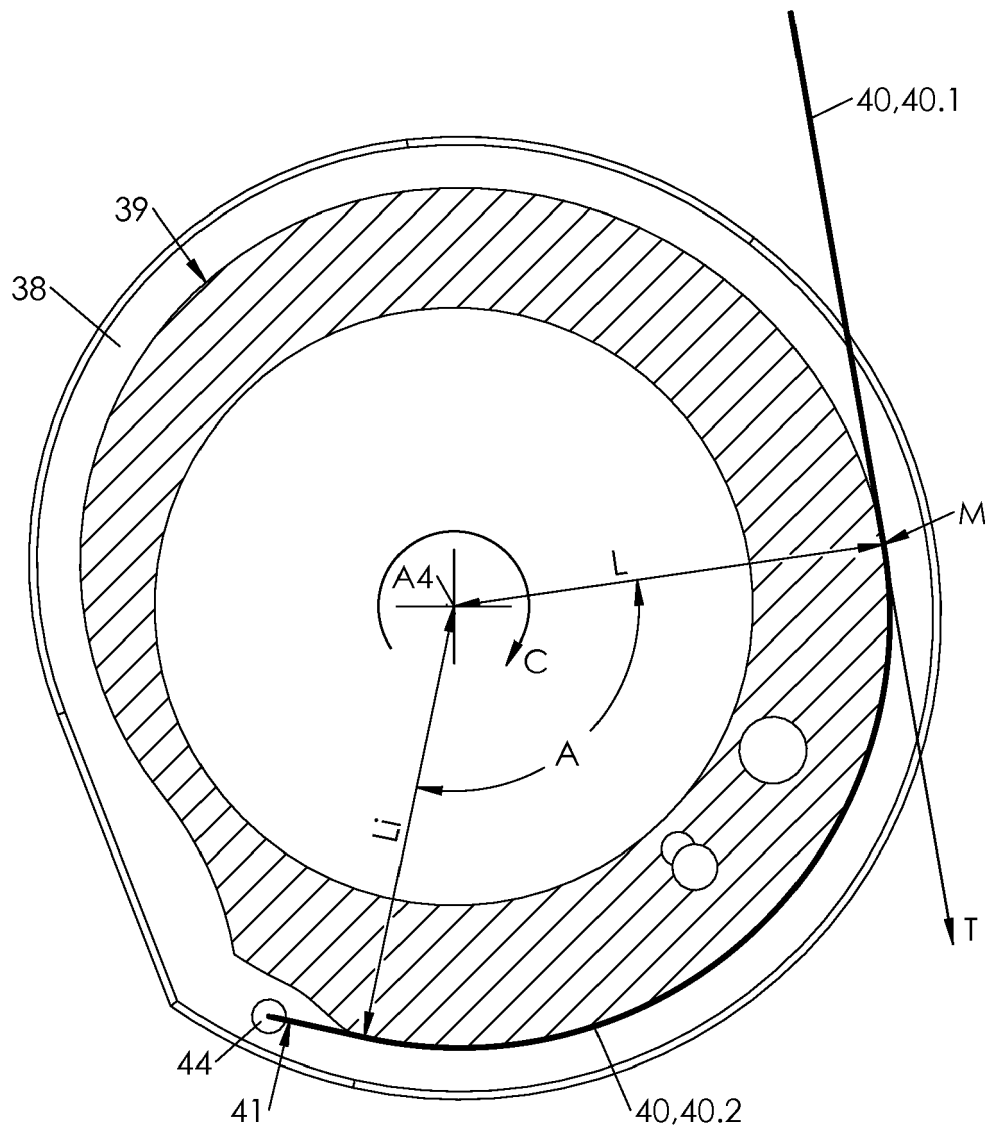


FIG.9

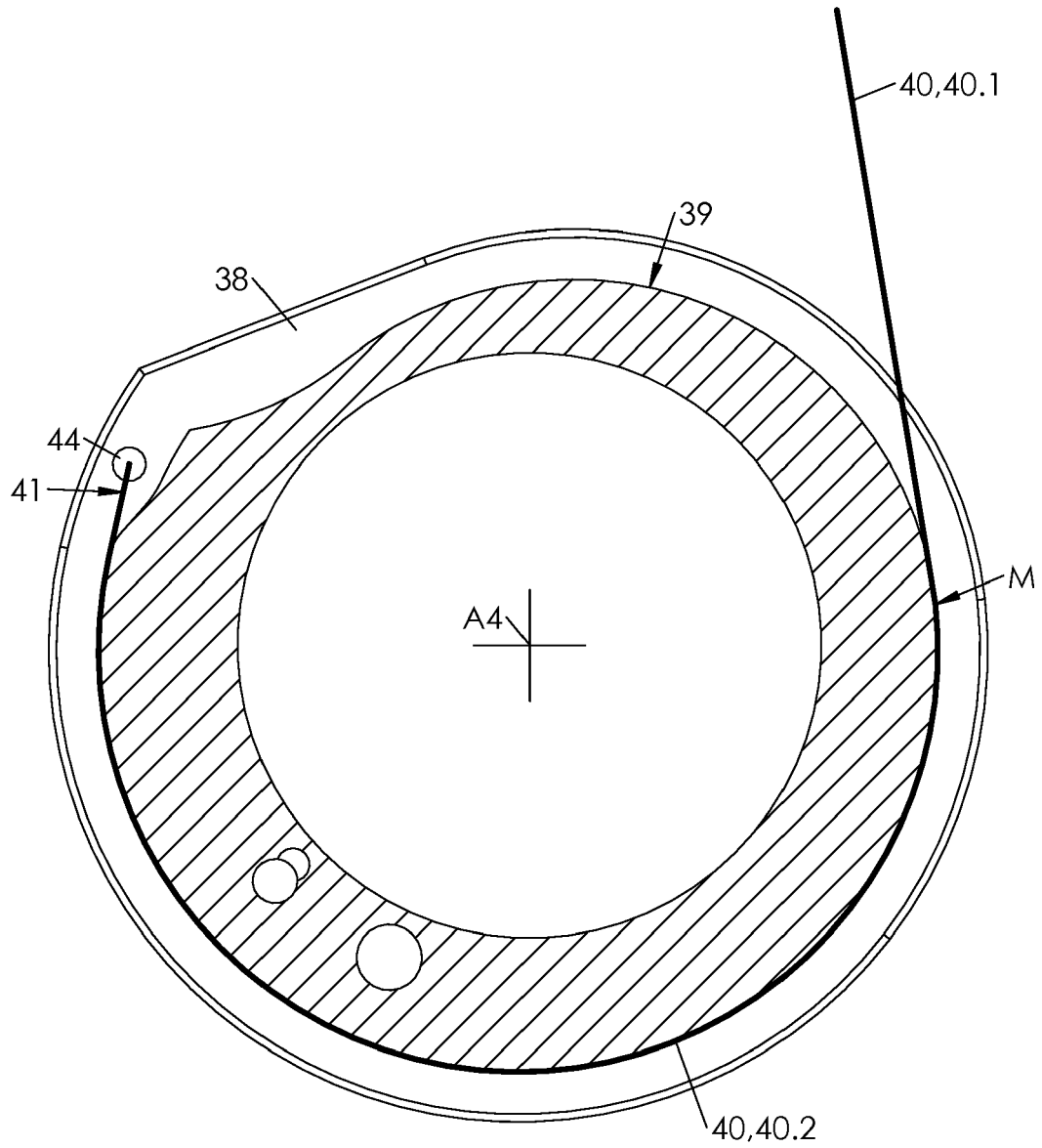


FIG.10

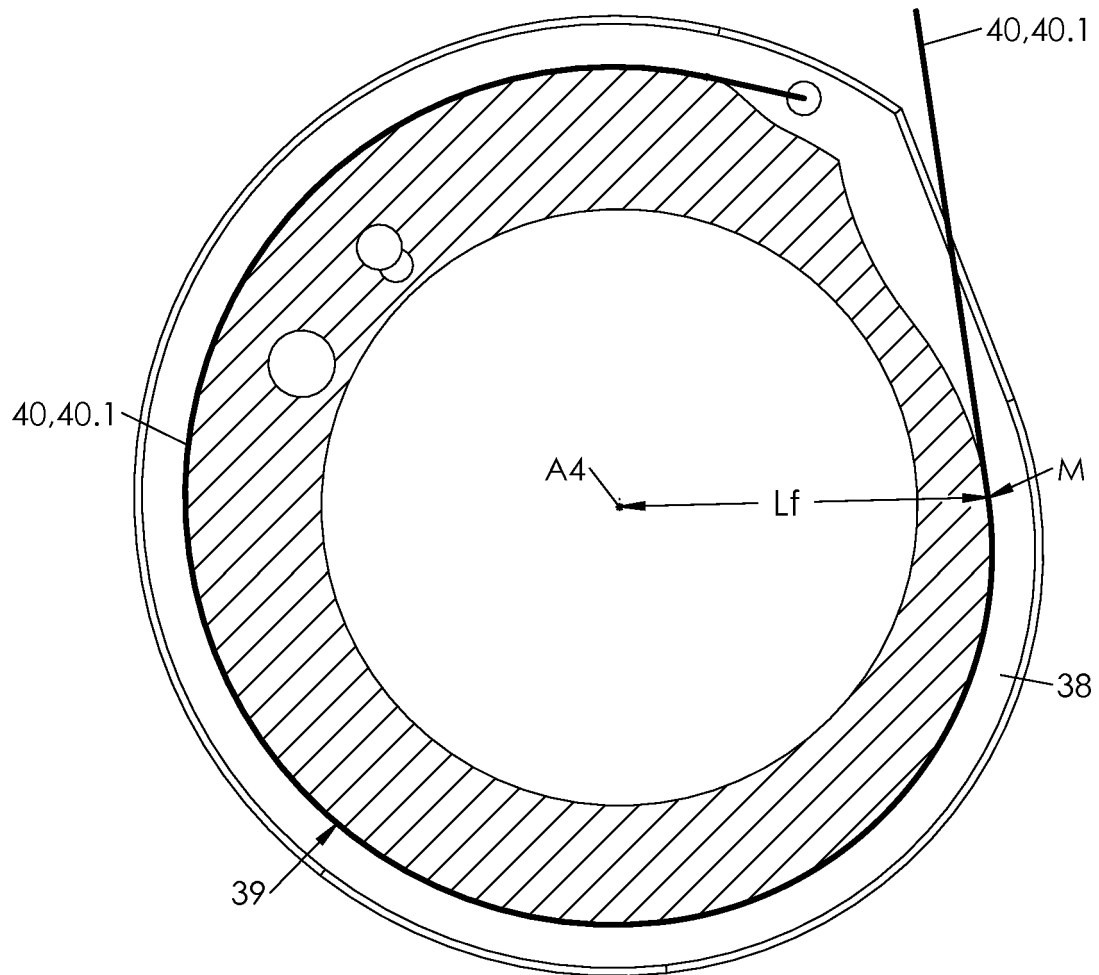


FIG.11



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 17 20 9993

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	US 593 274 A (HAHLWEG) 9 novembre 1897 (1897-11-09) * figures *	1-6	INV. G04B21/12
A	CH 707 271 A2 (MONTRES BREGUET SA [CH]) 30 mai 2014 (2014-05-30) * abrégé; figure 2 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		8 juin 2018	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 17 20 9993

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.

08-06-2018

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
	US 593274 A	09-11-1897	AUCUN	
15	CH 707271 A2	30-05-2014	AUCUN	
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0460

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

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.

Littérature non-brevet citée dans la description

- **F. LECOULTRE.** Les Montres Compliquées. 2013
[0004]