

CONFÉDÉRATION SUISSE  
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 721 440 A2

(51) Int. Cl.: G04B 13/00 (2006.01)  
G04B 19/02 (2006.01)  
G04B 19/25 (2006.01)

**Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein**

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 001461/2023

(22) Date de dépôt: 21.12.2023

(43) Demande publiée: 30.06.2025

(71) Requérant:  
ETA SA Manufacture Horlogère Suisse,  
Schild-Rust-Strasse 17  
2540 Grenchen (CH)

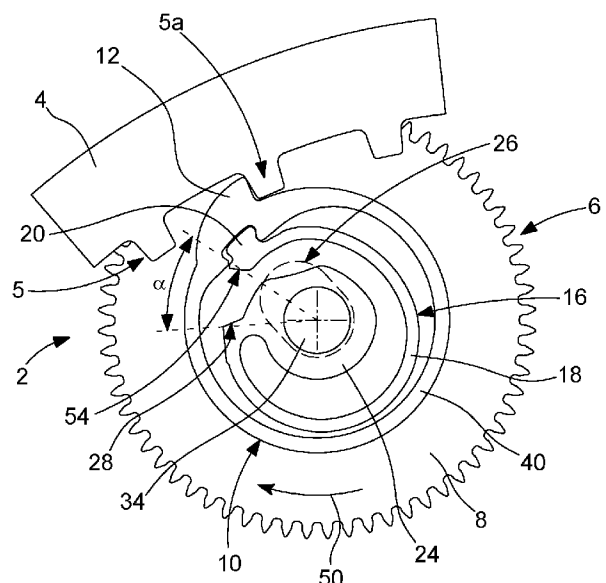
(72) Inventeur(s):  
Théo PENNINO, 2560 Nidau (CH)  
Stéphane Bachmann, 3294 Büren an der Aare (CH)

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

(54) **Mouvement horloger muni d'un mécanisme d'entraînement d'un indicateur sautant**

(57) L'invention concerne un mouvement horloger (2) muni d'un indicateur (4) et comprenant un mécanisme (6) pour l'entraînement de cet indicateur par saut. Le mécanisme comprend une planche de roue (8), une pièce rigide (10) définissant un doigt d'entraînement (12), et un ressort (16) ayant une première extrémité solidaire en rotation de la planche de roue et une deuxième extrémité solidaire en rotation de la pièce rigide. Le mécanisme est agencé de manière que le ressort travaille en contraction lors d'un chargement de ce ressort pour pouvoir engendrer un saut de l'indicateur. Ensuite, un déplacement angulaire du doigt d'entraînement, relativement à la planche de roue, est limité, lors d'une contrainte du ressort en contraction, par une butée angulaire (28) solidaire en rotation de la planche de roue, l'indicateur et le mécanisme étant agencés de manière qu'un saut de l'indicateur ne puisse, en fonctionnement normal, pas intervenir avant que ledit déplacement angulaire soit arrêté par la butée angulaire, en fin d'un chargement du ressort précédant ce saut, et corresponde alors à une distance angulaire prédéterminée ( $\alpha$ ).

L'invention concerne encore une montre comprenant un tel mouvement.



## Description

### Domaine technique de l'invention

**[0001]** La présente invention concerne un mouvement horloger muni d'un indicateur et comprenant un mécanisme d'entraînement de cet indicateur par saut, ainsi qu'une montre incorporant un mouvement horloger muni d'un tel mécanisme. En particulier, l'indicateur est un indicateur de quantième.

### Arrière-plan technologique

**[0002]** Le document EP 3828644 décrit un mécanisme d'entraînement d'un indicateur sautant qui répond avantageusement à des problèmes techniques antérieurs par le fait qu'il comprend un doigt-tambour rigide, guidé en rotation et en translation par un moyeu traversant un trou oblong du tambour, et un ressort agencé dans ce doigt-tambour et reliant ce dernier à une planche de roue.

**[0003]** Ce mécanisme d'entraînement présente divers inconvénients. Premièrement, le ressort travaille en expansion lors d'un entraînement de l'anneau des quantième et il est prévu que sa spire vient en appui contre la paroi intérieure du tambour lors du chargement du ressort, de sorte à limiter l'expansion de ce ressort pour éviter d'arriver dans le domaine plastique du ressort. Ceci a pour conséquence de diminuer subitement la longueur active du ressort. Etant donné les tolérances de fabrication des divers éléments, la durée de chargement du mécanisme d'entraînement peut varier, car l'instant où le ressort entre en contact avec la paroi intérieure du tambour peut varier d'un chargement à l'autre et la position angulaire de la zone de contact peut aussi varier. Ceci engendre une imprécision pour l'instant de déclenchement du passage de l'anneau au quantième suivant. Ensuite, un autre problème vient du fait que la force d'entraînement est transmise au doigt via la spire du ressort, laquelle doit donc présenter à cet effet une rigidité / raideur suffisante sur toute sa longueur et plus particulièrement sur la portion située entre la zone de contact à la paroi du tambour et l'organe d'accouplement à ce tambour agencé à la deuxième extrémité du ressort, cette portion devant finalement supporter l'entier d'un couple additionnel engendré jusqu'au moment du saut de l'indicateur depuis l'instant du contact.

**[0004]** Les figures du document susmentionné montrent que l'organe d'accouplement du ressort est agencé dans un logement peu profond duquel cet organe peut facilement ressortir. En effet, les deux surfaces latérales du logement sont parallèles selon une direction radiale passant par le milieu du logement et l'organe d'accouplement présente deux fiancs radiaux, la largeur angulaire de l'organe d'accouplement étant prévue inférieure à celle du logement pour permettre à cet organe de pénétrer aisément dans le logement. De plus, il est prévu que l'organe d'accouplement présente un jeu important dans le logement, pour permettre une mobilité de cet organe d'accouplement dans le logement. Ainsi, un choc relativement faible peut facilement avoir pour conséquence que l'organe d'accouplement sorte de son logement. Si tel est le cas, que ce soit lors d'un chargement du ressort en appui contre une dent de l'anneau des quantième ou avant un chargement de ce ressort, qui présente alors généralement une légère expansion due aux frottements qui s'exercent sur le tambour, l'organe d'accouplement sort du côté du flanc radial d'entraînement du doigt. Dans cette situation, la paroi latérale du tambour exerce une force radiale sur l'organe d'accouplement de sorte qu'il subit une force de frottement sur cette paroi latérale. Si l'organe d'accouplement sort de son logement lors d'un chargement du ressort en appui contre une dent de l'anneau des quantième, soit il glisse ensuite le long de la surface latérale intérieure et le saut de quantième n'aura pas lieu au moins jusqu'à ce que la roue d'entraînement ait fait un tour et que l'organe d'accouplement pénètre à nouveau dans son logement (cas le plus favorable qui a cependant pour conséquence la perte d'un affichage correct du quantième, lequel a manqué un saut journalier), soit la force de frottement est suffisante pour que le ressort se charge à nouveau en expansion, augmentant encore la force de frottement, jusqu'à ce que sa spire touche la paroi latérale et qu'un saut de quantième ait lieu à un moment indéterminé. Dans ce dernier cas, après le saut de quantième, le ressort va se détendre en entraînant le tambour. Si cette situation se répète, alors les passages suivants de quantième n'interviendront plus autour de minuit. Si l'organe d'accouplement subit un certain déplacement angulaire brusque le long de la paroi latérale, ce qui est vraisemblable, alors cette situation se répétera au moins quelques jours avec des incrémentations du quantième à des moments indéterminés et variables. Quoiqu'il en soit, le mécanisme d'entraînement du quantième n'est plus fonctionnel pour au moins quelques jours dès que l'organe d'accouplement est sorti de son logement, événement fort probable pour le mécanisme tel que représenté aux figures du document EP 3828644.

**[0005]** La géométrie de l'organe d'accouplement par rapport à son logement, permettant un grand jeu et une certaine mobilité de cet organe d'accouplement dans le logement, crée un autre problème. En effet, lors du chargement du ressort, celui-ci va déformer la spire du ressort et provoquer une rotation de l'organe d'accouplement sur lui-même. Cette rotation aura pour effet de faire glisser l'organe d'accouplement contre la paroi latérale avant du logement de sorte que le point d'application de la force du ressort sur le doigt-tambour est réduit radialement au fur et à mesure que le ressort est chargé. Ainsi, pour un niveau de chargement du ressort donné, le couple d'entraînement fourni par le ressort sur le doigt diminue proportionnellement à la diminution du bras de levier d'application de la force du ressort sur le doigt-tambour, ce qui pose un problème car la force d'entraînement du doigt sur la dent de l'indicateur diminue dans la même proportion pour un point de contact donné. Or, comme un couple d'entraînement donné est nécessaire pour faire sauter l'indicateur, le ressort devra donc générer une force d'autant plus élevée que ledit bras de levier diminue au cours du chargement du ressort, ce qui impacte négativement les performances du mouvement horloger qui charge le ressort du mécanisme d'entraînement et doit alors fournir plus de couple. Ceci demande aussi un dimensionnement plus robuste que nécessaire du ressort.

**[0006]** Finalement, un autre problème du mécanisme en question résulte du fait que, lors de l'entraînement de l'indicateur, la spire du ressort vient exercer une force radiale sur le tambour dirigée vers l'extérieur dans une zone diamétralement opposée au doigt et ainsi sensiblement selon la direction longitudinale du trou oblong, ce qui tend à éloigner ce doigt de la denture de l'anneau. Le doigt risque alors plus facilement de passer une dent sans entraînement de l'indicateur, notamment lors d'un petit choc dans une telle situation. On remarquera aussi qu'une telle situation diminue le chemin angulaire sur lequel le doigt peut entraîner une dent en restant en contact, de sorte qu'il est possible que le doigt passe la dent avant que celle-ci ne reçoive un couple d'entraînement sur une distance angulaire suffisante pour assurer un saut de quantième, l'anneau des quantième restant arrêter dans une position intermédiaire ou revenant en arrière à sa position stable précédente une fois que le doigt a passé la dent. De plus, la diminution du bras de levier pour l'application de la force d'entraînement sur la dent nécessite, pour un couple d'entraînement donné, une augmentation de la force d'entraînement nécessaire, ce qui requiert une augmentation de la force fournie par le ressort et donc de sa tension.

### Résumé de l'invention

**[0007]** L'invention a pour but de proposer un mécanisme d'entraînement d'un indicateur sautant qui ne présente pas les inconvénients de l'art antérieur décrit précédemment. L'invention a aussi pour but de fournir un mouvement horloger muni d'un indicateur et comprenant un mécanisme d'entraînement de cet indicateur par saut qui soit efficace, qui puisse être précis dans chaque mouvement horloger comprenant un tel mécanisme, et qui soit peu ou pas perturbé dans son fonctionnement par des contraintes extérieures, par exemple des chocs.

**[0008]** A cet effet, l'invention concerne un mouvement horloger muni d'un indicateur et comprenant un mécanisme pour l'entraînement de cet indicateur par saut, le mécanisme comprenant une planche de roue définissant un axe de rotation, une pièce rigide agencée au-dessus de la planche de roue et définissant un doigt d'entraînement pour l'indicateur, et un ressort formé d'une première extrémité, d'une spire et d'une deuxième extrémité, la première extrémité étant solidaire en rotation de la planche de roue et la deuxième extrémité étant solidaire en rotation de la pièce rigide au moins lors de chaque chargement du ressort précédant un saut de l'indicateur et de l'entraînement de l'indicateur par le mécanisme au cours de ce saut. La pièce rigide est mobile en rotation relativement à la planche de roue et guidée en rotation autour dudit axe de rotation par un arbre traversant une ouverture que présente cette pièce rigide et qui permet un retrait du doigt d'entraînement vers l'axe de rotation sous l'action d'une composante radiale d'une force exercée sur ce doigt d'entraînement. Le mécanisme est agencé de manière que le ressort travaille en contraction lors d'un chargement de ce ressort pour pouvoir engendrer un saut de l'indicateur.

**[0009]** Selon un mode de réalisation avantageux, un déplacement angulaire de la deuxième extrémité du ressort, et ainsi du doigt d'entraînement, relativement à la planche de roue, et ainsi à la première extrémité du ressort, est limité, lors d'une contrainte de la spire en contraction, par une butée angulaire solidaire en rotation de la planche de roue.

**[0010]** Dans un mode de réalisation préféré, l'indicateur et le mécanisme sont agencés de manière que chaque saut de l'indicateur intervient, en fonctionnement normal, après que ledit déplacement angulaire soit arrêté par la butée angulaire, en fin d'un chargement du ressort précédant ce saut, et corresponde alors à une distance angulaire déterminée (depuis la position angulaire dans laquelle le ressort est non contraint angulairement).

**[0011]** Grâce aux caractéristiques de l'invention, pour l'entraînement de l'indicateur par saut, la spire du ressort travaille en contraction sur toute sa longueur durant toute la durée du chargement du ressort pour effectuer un saut de l'indicateur et ainsi incrémenter cet indicateur. La spire du ressort est laissée libre en développement durant toute la durée du chargement. Ceci est premièrement bien moins critique, pour le dimensionnement du ressort et les caractéristiques du matériau le formant, qu'un travail en expansion où seule une partie de la spire est active dans une phase terminale du chargement du ressort. Ensuite, la durée du chargement du ressort, jusqu'à un couple de force donné pour engendrer un saut de l'indicateur, ne dépend que du ressort lui-même, en particulier de sa raideur. Tant que le ressort demeure dans son état initial et notamment avec une raideur invariable, le déplacement angulaire entre les deux extrémités du ressort reste invariable d'un chargement à l'autre, de sorte que la durée du chargement reste invariable pour chaque chargement du ressort et donc l'instant de chaque saut a lieu à un instant déterminé qui demeure très précis. De plus, le travail du ressort en contraction permet d'assurer un rayon constant pour l'application de la force d'entraînement du doigt sur la dent de l'indicateur contre laquelle appuie le doigt, ce qui permet d'optimiser cette force d'entraînement et donc le couple moteur à fournir pour effectuer un saut de l'indicateur. Finalement, grâce au travail du ressort en contraction, il n'est pas nécessaire de prévoir une paroi en périphérie du ressort ayant pour fonction de limiter l'expansion de la spire du ressort et en plus d'augmenter fortement le couple de force appliqué au doigt pour engendrer le saut de l'indicateur. Ainsi, la présente invention ne nécessite pas un doigt-tambour, bien qu'un doigt-tambour est prévu dans une variante particulière.

**[0012]** La présente invention est aussi remarquable par le fait que, dans le mode de réalisation avantageux susmentionné, le travail en contraction du ressort permet l'agencement d'une butée angulaire solidaire de la planche de roue qui limite le déplacement angulaire de la deuxième extrémité du ressort, relativement à sa première extrémité, à une distance angulaire déterminée invariable, de sorte à éviter que le ressort puisse sortir de son domaine élastique et ainsi éviter que ce ressort se détériore. Dans le mode de réalisation préféré susmentionné, la butée angulaire est agencée de manière que, en fonctionnement normal, un saut de l'indicateur n'intervient pas avant qu'une partie solidaire de la deuxième extrémité du ressort ou cette deuxième extrémité vienne en appui contre la butée angulaire. Ainsi, le mécanisme d'entraînement

présente, lors de chaque chargement du ressort, un même déplacement angulaire relatif entre le doigt d'entraînement et la planche de roue, ce déplacement angulaire relatif étant défini non plus par la raideur du ressort mais par la butée angulaire. Dans une variante avantageuse, le ressort et la butée angulaire font partie d'une même pièce.

**[0013]** Selon un autre mode de réalisation avantageux, la pièce rigide est formée par une plaquette, qui s'étend au-dessus du ressort et dans laquelle est usiné ladite ouverture, et une paroi axiale agencée en bordure de cette plaquette et qui s'abaisse en direction de la roue, sur laquelle elle peut reposer. La paroi axiale et une partie de la plaquette qui lui est superposée forment ensemble le doigt d'entraînement, lequel présente une hauteur qui s'élève au moins du dessous du ressort à la surface supérieure de la plaquette. La paroi axiale présente un logement ayant une ouverture latérale du côté du ressort. La deuxième extrémité du ressort est prolongée par un organe d'accouplement à la pièce rigide, cet organe d'accouplement étant configuré de manière à pouvoir pénétrer, lors d'un assemblage du ressort avec la pièce rigide, au moins partiellement dans le logement et, une fois en place, permettre au ressort d'appliquer un couple de force d'entraînement à la pièce rigide.

**[0014]** Dans une variante avantageuse, l'organe d'accouplement et le logement sont configurés de manière que le point de contact ou la zone de contact du logement sur lequel / laquelle s'exerce la force du ressort, via l'organe d'accouplement, ne varie sensiblement pas au cours d'un chargement du ressort. Par le terme 'sensiblement', on indique qu'une légère variation peut éventuellement intervenir dans une courte phase initiale du chargement du ressort. En particulier, le point ou la zone d'application de la force du ressort sur la pièce rigide, par l'intermédiaire de l'organe d'accouplement, ne se déplace sensiblement pas vers le centre de rotation, notamment par un glissement radial de l'organe d'accouplement ou par une rotation de celui-ci sur lui-même. A cet effet, dans une variante particulière, le logement présente une surface latérale orientée obliquement dans le sens de rotation de la planche de roue, prévu pour un entraînement de l'indicateur, relativement à une direction radiale, dans la configuration de chargement du ressort, passant par le milieu de cette surface latérale, et l'organe d'accouplement présente un flanc latéral, en regard de la surface latérale, qui est aussi incliné obliquement, relativement à une direction radiale définie par l'axe de rotation, dans le même sens que la surface latérale et qui appuie au moins partiellement contre cette surface latérale lors d'un chargement du ressort et d'un entraînement de l'indicateur lors du saut de cet indicateur qui suit.

**[0015]** Dans une variante préférée, l'organe d'accouplement et le logement sont configurés de manière que l'organe d'accouplement ne peut sensiblement pas subir de rotation sur lui-même, dans le sens de rotation de la planche de roue, lors du chargement du ressort. Par le terme 'sensiblement', on indique qu'une légère rotation peut éventuellement intervenir dans une courte phase initiale du chargement du ressort. A cet effet, l'organe d'accouplement présente avantageusement un talon arrière de blocage d'une rotation de l'organe d'accouplement sur lui-même dans ledit sens de rotation de la planche de roue. Cette caractéristique combinée aux configurations du logement et de l'organe d'accouplement, dans la variante particulière mentionnée ci-avant, est efficace pour empêcher toute rotation de l'organe d'accouplement sur lui-même dans le sens de rotation de la planche de roue, et ainsi d'empêcher que le point d'application de la force du ressort sur la pièce rigide muni du doigt ne varie, en particulier ne diminue. On maintient donc constant le couple d'entraînement du doigt pour une force donnée appliquée par le ressort. Cette propriété est favorable au rendement du mécanisme d'entraînement car la conversion de l'énergie emmagasinée dans le ressort en couple d'entraînement du doigt sur l'indicateur est directement proportionnelle au rayon d'application de la force du ressort sur la pièce rigide. Ainsi pour une force d'entraînement nécessaire au saut de l'indicateur donné, le mécanisme exposé ici n'a pas besoin de compenser la perte de bras de levier par un couple supplémentaire. On notera que l'énergie mécanique consommée par le mécanisme d'entraînement, prélevée sur le mouvement horloger, influence directement ses performances.

### Brève description des figures

**[0016]** Les buts, avantages et caractéristiques de l'invention seront décrits ci-après de manière plus détaillée à l'aide des dessins annexés, donnés à titre d'exemples nullement limitatifs, dans lesquels:

- la Figure 1 est une vue de dessus d'un mécanisme horloger, selon un premier mode de réalisation de l'invention, prévu pour un entraînement d'un indicateur sautant, notamment par saut semi-instantané;
- la Figure 2 est une vue éclatée en perspective du mécanisme horloger de la figure 1;
- la Figure 3 est une vue en perspective du doigt-tambour et du ressort du mécanisme horloger de la Figure 1, montrés dans une position retournée;
- la Figure 4 est une vue, similaire à celle de la Figure 3, du doigt-tambour et du ressort du mécanisme horloger selon un deuxième mode de réalisation de l'invention;
- la Figure 5 est une vue, similaire à celle de la Figure 3, du doigt-tambour et du ressort du mécanisme horloger selon un troisième mode de réalisation de l'invention;

- les Figures 6A à 6D montrent partiellement un mouvement horloger selon le premier mode de réalisation respectivement dans quatre états successifs intervenant lors d'un entraînement d'un anneau des quantième par le mécanisme d'entraînement;
- les Figures 7A et 7B montrent partiellement le mouvement horloger de la Figure 6A respectivement dans deux états successifs intervenant lors d'un entraînement rapide de l'anneau des quantième, par un organe de commande usuel, dans le sens d'entraînement de l'anneau des quantième;
- les Figures 8A et 8B montrent partiellement le mouvement horloger de la Figure 6A respectivement dans deux états successifs intervenant lors d'un entraînement des aiguilles d'affichage de l'heure dans le sens antihoraire et donc de la planche de roue dans le sens opposé au sens d'entraînement de cette planche de roue lors de l'entraînement de l'anneau des quantième.

### Description détaillée de l'invention

**[0017]** En référence aux Figures 1 à 3, on décrira un premier mode de réalisation préféré d'un mécanisme d'entraînement d'un indicateur sautant, notamment par saut semi-instantané, et en référence aux Figures 6A à 8B on décrira le fonctionnement d'un mouvement horloger selon l'invention incorporant un tel mécanisme d'entraînement. L'indicateur sautant est par exemples un indicateur des minutes, des heures, des quantième, des jours ou des mois.

**[0018]** Le mécanisme 6 pour l'entraînement d'un indicateur sautant, notamment un anneau de quantième 4, comprend une planche de roue 8 ayant un axe de rotation 22, une pièce rigide 10 agencée au-dessus de la planche de roue et définissant un doigt d'entraînement 12 pour l'indicateur, et un ressort 16 formé d'une première extrémité 17, d'une spire 18 et d'une deuxième extrémité 19. La pièce rigide 10 est mobile en rotation relativement à la planche de roue 8 et guidée en rotation autour de l'axe de rotation 22 par un arbre traversant une ouverture 26 que présente cette pièce rigide. L'ouverture définit dans la variante représentée, à titre d'exemple non limitatif, un trou oblong (ainsi on parlera par la suite de la description d'un trou oblong 26). De manière générale, la première extrémité 17 est solidaire en rotation de la planche de roue 8 et la deuxième extrémité 19 est solidaire en rotation de la pièce rigide au moins lors de chaque chargement du ressort précédant un saut de l'indicateur et de l'entraînement de l'indicateur par le mécanisme pendant ce saut. Dans une variante principale, l'indicateur est un indicateur de quantième, en particulier un anneau des quantième. La première extrémité 17 du ressort 16 est reliée à une partie centrale 24 qui est solidaire en rotation de la planche de roue 8. De préférence le ressort et la partie centrale forment une seule et même pièce. Le mécanisme 6 comprend un moyeu central 34 définissant un arbre qui traverse le trou oblong 26 de la pièce rigide 10 et guide en rotation et en translation cette pièce rigide relativement à la planche de roue 8, cette dernière et la partie centrale 24 étant chassées sur le moyeu central 34. Le doigt d'entraînement 12 présente un flanc d'entraînement 14 sensiblement radial et un flanc extérieur 13 qui est arqué et dont la pente diminue progressivement, relativement à une direction perpendiculaire au rayon, en s'approchant du flanc d'entraînement.

**[0019]** La pièce rigide 10 est formée par une plaquette 38, qui s'étend au-dessus du ressort et dans laquelle est usiné un trou oblong 26, et une paroi axiale 40 agencée en bordure de cette plaquette et qui s'abaisse en direction de la planche de roue, sur laquelle elle peut reposer dans une variante. Une partie de la paroi axiale 40 et une partie de la plaquette 38 qui lui est superposée forment ensemble le doigt d'entraînement 12, lequel présente une hauteur H qui s'étend au moins du dessous du ressort 16 à la surface supérieure 39 de la plaquette. Ainsi, la pièce rigide 10 forme un doigt-tambour qui définit un espace intérieur 11 dans lequel est agencé le ressort.

**[0020]** La paroi axiale 40 présente, au niveau du doigt d'entraînement 12, un logement 42 une ouverture latérale du côté du ressort 16. La deuxième extrémité 19 du ressort est prolongée par un organe 20 d'accouplement à la pièce rigide 10, cet organe d'accouplement 20 étant configuré de manière à pouvoir pénétrer au moins partiellement dans le logement et permettre ainsi au ressort d'appliquer un couple de force d'entraînement à la pièce rigide 10. En particulier, l'organe d'accouplement est rigide.

**[0021]** Dans le premier mode de réalisation, l'organe d'accouplement est configuré pour pouvoir pénétrer au moins partiellement dans le logement par l'ouverture latérale. De plus, le logement 42 présente avantageusement une surface latérale 46 orientée obliquement dans le sens de rotation 50 de la planche de roue 8, prévu pour un entraînement de l'indicateur 4, relativement à une direction radiale, dans la configuration de chargement du ressort, passant par le milieu de la surface latérale, et l'organe d'accouplement 20 présente un flanc latéral 48, en regard de la surface latérale, qui est aussi incliné obliquement dans le même sens que la surface latérale et qui appuie au moins partiellement contre la surface latérale lors de chaque chargement du ressort 16 pour l'entraînement de l'indicateur sautant par le mécanisme 6. Cette caractéristique particulière permet d'assurer un maintien précis de l'organe d'accouplement dans une position d'entraînement donnée à l'intérieur du logement dès que le ressort est mis sous tension lors d'un chargement. En d'autres termes, le point de contact ou la zone de contact du logement 42 sur lequel / laquelle s'exerce la force du ressort, via l'organe d'accouplement 20, ne varie sensiblement pas au cours d'un chargement du ressort. Seule une légère variation peut éventuellement intervenir dans une courte phase initiale du chargement du ressort.

**[0022]** De manière avantageuse, l'organe d'accouplement et le logement sont configurés de manière que l'organe d'accouplement 20 ne peut sensiblement pas subir de rotation sur lui-même, dans le sens de rotation de la planche de roue,

lors du chargement du ressort. Seule une légère rotation peut éventuellement intervenir dans une courte phase initiale du chargement du ressort. Selon une caractéristique particulière, l'organe d'accouplement 20 présente à cet effet un talon arrière 52 prévu pour bloquer une rotation de l'organe d'accouplement sur lui-même, une fois en place dans le logement 42, dans le sens de rotation 50 de la planche de roue (sens de rotation prévu pour l'entraînement de l'indicateur). Ce talon arrière est prolongé par une surface de contact 54 qui vient en appui contre la butée angulaire 28 en fin de chargement du ressort, pour engendrer ensuite un saut de l'indicateur. De préférence, la butée angulaire 28 est située entre la première extrémité 17 du ressort et l'anneau rigide 24, dans le prolongement angulaire de la spire 18 du ressort, et est définie par la seule et même pièce formant l'anneau rigide et le ressort.

**[0023]** Une fois l'organe d'accouplement 20 assemblé au doigt-tambour 10, sans contraintes extérieures et notamment sans un choc, cet organe d'accouplement demeure accouplé au doigt-tambour en tout temps quel que soit l'état du mécanisme, c'est-à-dire dans un état du ressort non contraint angulairement dans les périodes sans interaction entre la denture 5 de l'indicateur 4 et le doigt d'entraînement 12, dans un état où le ressort travaille en contraction lors d'un chargement de celui-ci avant un saut de l'indicateur, lors d'un saut de cet indicateur, et aussi lorsque le ressort est contraint en expansion notamment lorsque la planche de roue 8 est entraînée en rotation dans le sens de rotation opposé au sens prévu pour entraîner l'indicateur 4, afin d'effectuer une correction de l'heure en sens antihoraire. En conclusion, en fonctionnement normal du mouvement horloger, l'organe d'accouplement 20 demeure accouplé au doigt-tambour comme prévu, c'est-à-dire en place dans le logement 42, et ainsi solidaire du doigt-tambour.

**[0024]** De manière remarquable, le mécanisme 6 est agencé de manière que, si l'organe d'accouplement 20 sort éventuellement du logement 42 lors d'un choc, cet organe d'accouplement ne peut pas se déplacer dans le sens de rotation 50 de la planche de roue 8 au-delà de ce logement, quel que soit l'état dans lequel se trouve le mécanisme avant un tel choc. En cas d'un choc engendrant une force sur l'organe d'accouplement pouvant éventuellement résulter en une sortie de cet organe d'accouplement de son logement, ce qui est très peu probable, le ressort se trouve ensuite dans un état qui permet de ramener l'organe d'accouplement vers le logement. La pièce rigide et l'organe d'accouplement sont agencés de manière que, si l'organe d'accouplement 20 se trouve en amont du logement 42 relativement au sens d'entraînement de la planche de roue, l'entraînement du ressort par la planche de roue ramène l'organe d'accouplement dans le logement après que le doigt d'entraînement 12 soit venu en appui contre une dent 5a de l'indicateur 4, pour effectuer le prochain saut prévu, et avant que ce prochain saut de l'indicateur intervienne, de sorte qu'aucun saut de cet indicateur n'est manqué, l'indicateur continuant ainsi d'afficher une information correcte.

**[0025]** Dans une variante avantageuse, le logement 42 présente une dimension minimale du côté de son ouverture qui est légèrement inférieure à une dimension maximale de l'organe d'accouplement perpendiculairement à la direction radiale, relativement à l'axe de rotation 22 (confondu à l'axe central de l'anneau rigide 24), du ressort dans un état détendu angulairement. Plus généralement, l'organe d'accouplement et le logement sont agencés de manière que l'organe d'accouplement ne peut pas ressortir du logement par au moins une translation relativement à la pièce rigide, c'est-à-dire sans subir au moins une rotation sur lui-même (rotation autour de son centre géométrique selon un axe parallèle à l'axe de rotation 22). Pour entrer dans le logement par l'ouverture latérale, l'organe d'accouplement doit donc effectuer une légère rotation sur lui-même. Cette caractéristique spécifique assure qu'une fois l'organe d'accouplement inséré convenablement dans le logement 42 et donc en place, il risque très peu de ressortir du logement, bien que ceci n'est pas impossible dans des cas exceptionnels, lors de chocs spécifiques.

**[0026]** A la Figure 4 est représenté un mécanisme 6A d'entraînement d'un indicateur par saut selon un deuxième mode de réalisation de l'invention. Ce mécanisme 6A se distingue essentiellement de celui du premier mode de réalisation en ce que l'organe d'accouplement 20A a une forme différente et le profil du logement 42A prévu pour le recevoir est également différent. Le logement 42A, agencé dans la paroi latérale 40A du doigt-tambour 10A, présente une forme générale triangulaire et s'ouvre progressivement en direction de l'espace intérieur 11 du doigt-tambour 10A dans lequel est agencé le ressort 16. La forme de la partie de l'organe d'accouplement 20A qui s'insère dans le logement par l'ouverture latérale correspond sensiblement à celle du logement. Cette configuration permet à l'organe d'accouplement de s'insérer aisément dans le logement, mais permettrait a priori à cet organe d'en sortir éventuellement en cas de choc, bien que le logement soit prévu relativement profond, sans autres moyens prévus pour empêcher un tel événement. Les moyens prévus ici pour maintenir au mieux l'organe d'accouplement dans le logement, notamment en cas de choc, sont la forme de la partie intérieure de l'organe d'accouplement et la forme de la partie centrale 24 ainsi que l'agencement relatif de cette partie intérieure et de cette partie centrale. Dans la plupart des situations possibles, la partie intérieure de l'organe d'accouplement vient en butée contre la partie centrale 24 avant que l'organe d'accouplement ne sorte complètement du logement. De plus, l'organe d'accouplement 20A est sensiblement aligné sur l'axe longitudinal du trou oblong 26 de sorte que, lorsqu'il subit une accélération sensiblement radiale et en particulier selon l'axe longitudinal du logement 42A en direction de l'axe de rotation, le doigt-tambour 10A, plus massif, subit un même mouvement radial dans la même direction, ce qui tend à maintenir l'organe d'accouplement dans le logement.

**[0027]** Dans ce deuxième mode de réalisation, une fois introduit dans son logement 42A, l'organe d'accouplement 20A est maintenu en place dans son logement par l'exercice d'une force radiale du ressort contre la paroi latérale 40A du doigt-tambour 10A. Cette force radiale est augmentée lors d'un changement rapide du quantième ou lors d'une correction de l'heure en sens antihoraire et passant par minuit, par le fait que le doigt d'entraînement subit alors un retrait vers l'axe de rotation 22 via un déplacement radial du doigt-tambour, de sorte que l'organe d'accouplement reste normalement dans

le logement même lorsque le ressort 16 est contraint en expansion dans ces situations, étant donné que le doigt-tambour subit une rotation relativement à la planche de roue 8 dans un sens inverse au sens de rotation relatif de ce doigt-tambour intervenant lors d'un entraînement de l'anneau des quantités par le mécanisme 6A. De préférence, comme dans le premier mode de réalisation, le logement 42A présente avantageusement une surface latérale 46A orientée obliquement dans le sens de rotation normal de la planche de roue, prévu pour un entraînement de l'indicateur, relativement à une direction radiale, dans la configuration de chargement du ressort, passant par le milieu de cette surface latérale, et l'organe d'accouplement 20A présente un flanc latéral 48A, en regard de la surface latérale, qui est aussi incliné obliquement dans le même sens, relativement à l'axe de rotation 22, que la surface latérale et qui appuie au moins partiellement contre cette surface latérale lors de chaque entraînement de l'indicateur par le mécanisme. La surface latérale et le flanc latéral présentent une relativement grande longueur. Cette caractéristique particulière permet d'assurer un bon maintien de l'organe d'accouplement dans le logement dès que le ressort 16 est mis sous tension en contraction. En particulier, le point de contact ou la zone de contact du logement sur lequel / laquelle s'exerce la force du ressort, via l'organe d'accouplement, ne varie pas au cours d'un chargement du ressort. De plus, l'organe d'accouplement 20A ne peut pas subir de rotation sur lui-même, dans le sens de rotation de la planche de roue, lors du chargement du ressort.

**[0028]** A la Figure 5 est représenté un mécanisme 6B d'entraînement d'un indicateur par saut selon un troisième mode de réalisation de l'invention, lequel se distingue des modes de réalisation précédents premièrement par le fait que l'organe d'accouplement 20B est inséré dans un logement 42B duquel il ne peut pas sortir par l'ouverture latérale. Le corollaire de cette caractéristique concerne l'assemblage du ressort 16 à la pièce rigide 60, la pièce d'accouplement 20B devant dans ce cas être insérée axialement dans le logement 42B. L'organe d'accouplement présente un talon arrière 52 et une surface de contact 54 prévue pour venir en appui contre la butée angulaire 28 en fin de chargement du ressort avant un saut de l'indicateur. Ensuite, le mécanisme 6B se distingue de celui des modes précédents par la pièce rigide 60 qui ne forme pas un doigt-tambour, cette pièce rigide étant formée d'une plaquette allongée 62 présentant à une première extrémité le trou oblong 26 et à la seconde extrémité une paroi latérale 64 qui s'abaisse (ou s'élève suivant la position spatiale de cette pièce) de la plaquette allongée et dont la majeure partie forme le doigt d'entraînement 12. On remarquera que la partie centrale 24B, à laquelle est reliée la première extrémité 17 du ressort 16, n'est pas chassée sur le moyeu central (non représenté) mais présente une partie saillante interne 66 qui s'insère dans un creux du moyeu central de sorte à être solidaire en rotation de la planche de roue.

**[0029]** Par la suite, on revient au premier mode de réalisation, lequel est préféré, pour exposer, à l'aide des Figures 6A à 8B, plus en détails le fonctionnement du mouvement horloger 2, en particulier du mécanisme 6 d'entraînement d'un anneau de quantités 4. On notera que sur les Figures 6A à 8B, la plaquette 38 du doigt-tambour 10 n'est pas représentée pour mieux montrer les éléments situés dans l'espace intérieur 11 du doigt-tambour.

**[0030]** La pièce rigide 10 est mobile en rotation relativement à la planche de roue 8 et guidée en rotation autour de l'axe de rotation 22 par un arbre, formé par le moyeu 34, traversant le trou oblong 26, lequel permet un retrait du doigt d'entraînement vers l'axe de rotation sous l'action de l'interaction de la denture 5 de l'indicateur 4 avec le flanc extérieur 13 qui génère une force progressivement radiale. Un tel retrait est utile pour permettre un escamotage du doigt d'entraînement 12 lors d'une correction rapide de l'anneau des quantités 4 dans le sens de rotation 30 de cet indicateur (sens de rotation normal prévu lors de chaque entraînement de cet indicateur par le mécanisme 6) ou lors d'une correction de l'heure dans un sens antihoraire, ainsi que dans le cas où le doigt viendrait en butée sur le flanc supérieur de la denture 5 dans le cas d'une mauvaise indexation de l'indicateur. Le mécanisme est agencé de manière que le ressort 16 travaille en contraction lors d'un chargement de ce ressort pour pouvoir engendrer un saut, notamment un saut semi-instantané de l'indicateur. De plus, un déplacement angulaire de la deuxième extrémité 19 du ressort, et ainsi du doigt d'entraînement 12, relativement à la planche de roue 8, et ainsi à la première extrémité 17 du ressort, est limité, lors d'une contrainte de la spire 18 en contraction résultant d'un chargement du ressort, par une butée angulaire 28 solidaire en rotation de la planche de roue 8. De préférence, l'indicateur et le mécanisme sont agencés de manière que, en fonctionnement normal, un saut de l'indicateur intervient après que le déplacement angulaire soit arrêté par la butée angulaire 28, en fin d'un chargement du ressort précédant ce saut, et correspond alors à une distance angulaire  $\alpha$  déterminée par la butée angulaire. On notera que dans un mode de réalisation avantageux, en fonctionnement normal, un saut de l'indicateur intervient avant que le déplacement angulaire soit arrêté par la butée angulaire 28. La butée angulaire est dans ce cas une butée de protection du ressort.

**[0031]** Dans un mode de réalisation général, le mécanisme d'entraînement ne présente pas de butée angulaire. Le ressort travaille en contraction et la spire de ce ressort demeure libre dans son développement entre les deux extrémités du ressort au cours des périodes de chargement.

**[0032]** Aux Figures 6A à 6D sont représentés quatre états successifs du mécanisme 6 d'entraînement de l'anneau des quantités 4 par saut, notamment par saut semi-instantané. Ces Figures 6A à 6D montrent le mécanisme 6 et l'anneau des quantités 4, lors d'un entraînement de cet anneau pour le passage à un quantième suivant à minuit, respectivement: - Au moment où le doigt d'entraînement 12 arrive en contact contre une dent 5a de l'anneau 4 et où le ressort 16 est sensiblement détendu angulairement (à savoir non contraint angulairement); - en fin du chargement du ressort 16 lorsque la surface de contact 54 de l'organe d'accouplement 20 arrive en appui contre la butée angulaire 28 après avoir subi le déplacement angulaire  $\alpha$  relativement à la planche de roue 8; - lors du saut de quantième engendré par l'apport de

l'énergie mécanique emmagasinée dans le ressort contracté à ce doigt-tambour; - en fin du saut lorsque l'anneau des quantités a atteint sensiblement sa position stable suivante.

**[0033]** On notera que, afin d'éviter qu'une dent 5a de l'indicateur 4 puisse passer dessus ou dessous le doigt d'entraînement 12 lors d'un entraînement de l'indicateur, il est prévu que la hauteur entre la planche de roue 8 et le dessous de la denture 5, jeu compris, demeure constamment située entre la hauteur inférieure et la hauteur supérieure du doigt d'entraînement relativement à la planche de roue, jeu compris. A cet effet, dans une variante avantageuse, la hauteur inférieure du doigt est prévue plus petite que l'épaisseur des dents de la denture 5. De préférence, dans une montre incorporant le mouvement horloger 2, la distance entre la hauteur supérieure du doigt et un cadran recouvrant le mécanisme d'entraînement et l'indicateur est prévue également plus petite que l'épaisseur des dents de la denture 5. La grande hauteur du doigt 12, laquelle peut s'élever au moins depuis le dessous du ressort 16 jusqu'au-dessus de la plaquette 38 qui définit la surface supérieure du mécanisme 6, permet aisément d'éviter le passage d'une dent 5a sous ou sur le doigt 12.

**[0034]** Les Figures 7A et 7B concernent le comportement du mécanisme 6 lors d'une correction rapide de l'anneau des quantités 4, via un organe de commande manipulable par un utilisateur de manière classique, en soirée où la planche de roue 8 et le doigt-tambour 10 sont par exemple initialement dans la configuration de la Figure 7A, de sorte que le doigt 12 se trouve entre la dent 5a et la dent 5b qui la précède relativement au sens de rotation 30, si bien que le doigt 12 est dans la trajectoire de la dent 5b de l'indicateur. L'avance rapide de l'anneau 4 est prévue dans le sens de rotation 30 correspondant au sens d'entraînement unique de l'anneau des quantités. Comme montré à la Figure 7B, la dent 5b de la denture 5 vient en contact avec le flanc extérieur arqué 13 du doigt 12 lors de l'entraînement en rotation de l'anneau 4 et exerce alors sur ce doigt une force progressivement radiale qui déplace le doigt-tambour 10, grâce à la présence du trou oblong 26 dont l'axe longitudinal est sensiblement aligné avec le doigt, de manière que le doigt subit un retrait en direction du moyeu central et donc de l'axe de rotation 22. Ainsi le doigt 12 s'escamote en laissant la dent 5b suivre le flanc extérieur 13 du doigt jusqu'à ce que cette dent dépasse angulairement le doigt. Lors du déplacement radial du doigt-tambour, le ressort se contracte radialement et l'organe d'accouplement 20 se rapproche du moyeu central et de la partie centrale 24, laquelle présente une cavité évasée prévue pour recevoir une partie intérieure de l'organe d'accouplement 20 lorsque qu'il s'approche de cette partie centrale lors de la correction rapide de l'anneau des quantités. On notera que le ressort 16, plus précisément sa spire 18, est aussi contraint en expansion lors de la correction rapide de l'anneau des quantités, simultanément à la contrainte radiale que subit le ressort vers l'axe de rotation de la planche de roue.

**[0035]** Les Figures 8A et 8B concernent le comportement du mécanisme 6 lors d'une correction d'une heure affichée par le mécanisme horloger, qui entraîne en rotation la planche de roue 8, dans un sens antihoraire en passant par minuit. Dans ce cas, l'anneau des quantités 5 reste immobile dans la position stable dans laquelle il se trouve lors de cette correction de l'heure. La succession des états du mécanisme 6 est semblable à celle qui a lieu lors de la correction rapide de l'affichage du quantième décrite précédemment. Lors de la rotation de la planche de roue 8 et ainsi du doigt-tambour 10 dans un sens opposé / inverse au sens de rotation normal 50 (correspondant au sens horaire de l'affichage de l'heure), le flanc extérieur arqué 13 du doigt 12 arrive en appui contre une dent 5a de la denture 5 (Figure 8A) et le doigt-tambour continue sa rotation, toutefois plus lentement que la planche de roue, alors que le doigt d'entraînement se déplace radialement vers l'axe de rotation 22, de sorte que ce doigt s'escamote alors que la dent immobile longe le flanc extérieur 13 du doigt. A nouveau le ressort 16 est contraint en expansion lors d'une telle correction.

**[0036]** Le mécanisme 6 est configuré pour éviter un blocage lors d'une correction rapide du quantième ou lors d'une correction de l'heure dans le sens antihoraire.

**[0037]** L'invention concerne aussi une montre comprenant un mouvement horloger 2 selon l'invention incorporé dans une boîte, cette boîte incorporant aussi un cadran agencé de manière à permettre l'affichage d'une donnée évoluant temporellement par sauts, en particulier l'affichage du quantième.

## Revendications

1. Mouvement horloger (2) muni d'un indicateur (4) et comprenant un mécanisme (6, 6A, 6B) pour l'entraînement de cet indicateur par saut, le mécanisme comprenant une planche de roue (8) définissant un axe de rotation (22), une pièce rigide (10, 10A, 60) agencée au-dessus de la planche de roue et définissant un doigt d'entraînement (12) pour l'indicateur, et un ressort (16) formé d'une première extrémité (17), d'une spire (18) et d'une deuxième extrémité (19), la première extrémité étant solidaire en rotation de la planche de roue et la deuxième extrémité étant solidaire en rotation de la pièce rigide au moins lors de chaque chargement du ressort précédant un saut de l'indicateur et de l'entraînement de l'indicateur par le mécanisme au cours de ce saut, la pièce rigide étant mobile en rotation relativement à la planche de roue et guidée en rotation autour dudit axe de rotation (22) par un arbre traversant une ouverture (26) que présente cette pièce rigide et qui permet un retrait du doigt d'entraînement vers l'axe de rotation sous l'action d'une composante radiale d'une force exercée sur ce doigt d'entraînement; caractérisé en ce que le mécanisme est agencé de manière que le ressort (16) travaille en contraction lors de chaque chargement de ce ressort pour pouvoir engendrer ensuite un saut de l'indicateur.
2. Mouvement horloger selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un déplacement angulaire de la deuxième extrémité du ressort, et ainsi du doigt d'entraînement (12), relativement à la planche de roue, et ainsi à la première extrémité du

ressort, est limité, lors d'une contrainte de la spire en contraction, par une butée angulaire (28) solidaire en rotation de la planche de roue (8).

3. Mouvement horloger selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'indicateur et le mécanisme sont agencés de manière qu'un saut de l'indicateur intervient, en fonctionnement normal, après que ledit déplacement angulaire soit arrêté par la butée angulaire, en fin d'un chargement du ressort précédant ce saut, et corresponde alors à une distance angulaire déterminée ( $\alpha$ ).
4. Mouvement horloger selon une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la première extrémité (17) du ressort (16) est reliée à une partie centrale (24, 24B) qui est solidaire en rotation de la planche de roue (8).
5. Mouvement horloger selon la revendication 4, caractérisé en ce que le mécanisme (6) comprend un moyeu central (34) définissant l'arbre qui traverse ladite ouverture (26) de la pièce rigide (10, 10A, 60) et guide en rotation et en translation cette pièce rigide, la planche de roue (8) et la partie centrale (24) étant solidaires en rotation du moyeu central.
6. Mouvement horloger selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la pièce rigide est formée par une plaquette (38, 62), qui s'étend au-dessus du ressort et dans laquelle est usiné ladite ouverture (26), et une paroi axiale (40, 40A, 64) agencée en bordure de cette plaquette et qui s'abaisse en direction de la planche de roue, au moins une partie de la paroi axiale et une partie de la plaquette qui lui est superposée formant ensemble le doigt d'entraînement, lequel présente une hauteur (H) qui s'étend au moins du dessous du ressort à la surface supérieure (39) de la plaquette.
7. Mouvement horloger selon la revendication 6, caractérisé en ce que la pièce rigide (10, 10A) forme un doigt-tambour qui définit un espace intérieur (11) dans lequel est situé le ressort (16).
8. Mouvement horloger selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que la paroi axiale (40, 40A) présente un logement (42, 42A) ayant une ouverture latérale du côté du ressort (16) ; et en ce que la deuxième extrémité (19) du ressort est prolongée par un organe d'accouplement à la pièce rigide (10), cet organe d'accouplement (20, 20A) étant configuré de manière à pouvoir pénétrer au moins partiellement dans le logement par l'ouverture latérale et permettre alors au ressort d'appliquer un couple de force à la pièce rigide (10, 10A) et ainsi au doigt d'entraînement d'entraîner l'indicateur.
9. Mouvement horloger selon la revendication 8, caractérisé en ce que le logement (42, 42A) et l'organe d'accouplement (20, 20A) sont configurés de manière que le point de contact ou la zone de contact du logement sur lequel / laquelle s'exerce la force du ressort, via l'organe d'accouplement, ne varie sensiblement pas au cours dudit chargement du ressort.
10. Mouvement horloger selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que le logement (42, 42A) et l'organe d'accouplement (20, 20A) sont configurés de manière que l'organe d'accouplement ne peut sensiblement pas subir de rotation sur lui-même, dans le sens de rotation de la planche de roue, au cours dudit chargement du ressort.
11. Mouvement horloger une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que le logement (42, 42A) présente une surface latérale (46, 46A) orientée obliquement dans le sens de rotation (50) de la planche de roue (8), prévu pour un entraînement de l'indicateur, relativement à une direction radiale, dans la configuration de chargement du ressort, passant par le milieu de cette surface latérale, et l'organe d'accouplement (20, 20A) présente un flanc latéral (48, 48A), en regard de la surface latérale, qui est aussi incliné obliquement, relativement audit axe de rotation, dans le même sens que la surface latérale (46, 46A) et qui appuie au moins partiellement contre cette surface latérale lors d'un chargement du ressort et lors de l'entraînement de l'indicateur au cours du saut qui suit.
12. Mouvement horloger une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que l'organe d'accouplement (20) présente un talon arrière (52) de blocage d'une rotation de l'organe d'accouplement sur lui-même dans ledit sens de rotation (50) de la planche de roue.
13. Mouvement horloger selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'indicateur est un indicateur des minutes, des heures, des quantième, des jours ou des mois, cet indicateur comprenant une denture.
14. Mouvement horloger selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'indicateur (4) est un anneau de quantième comprenant une denture intérieure (5).
15. Montre caractérisée en qu'elle comprend un mouvement horloger (2) selon une quelconque des revendications précédentes.

Fig. 1

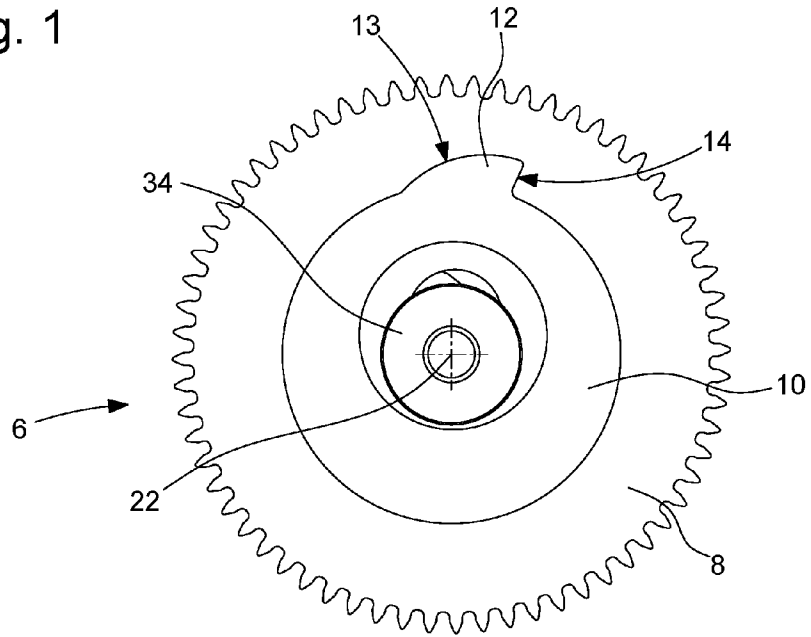


Fig. 2

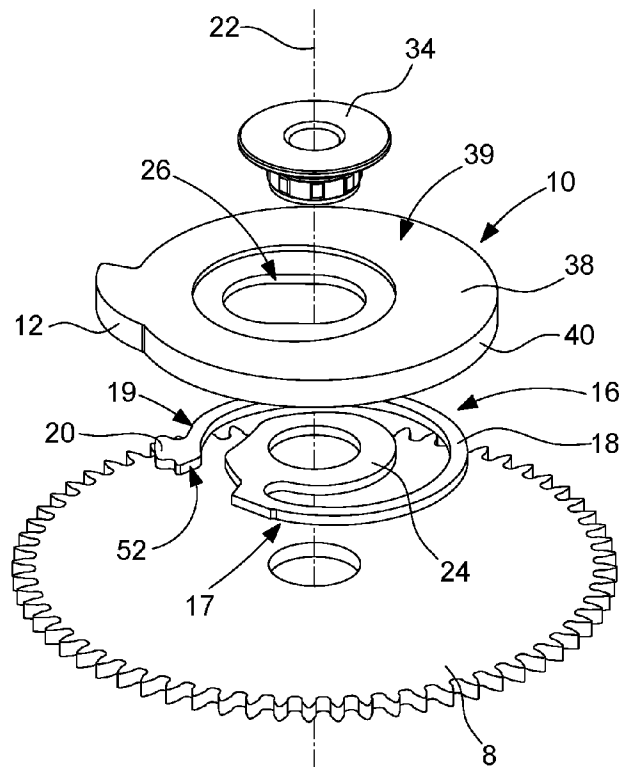


Fig. 3

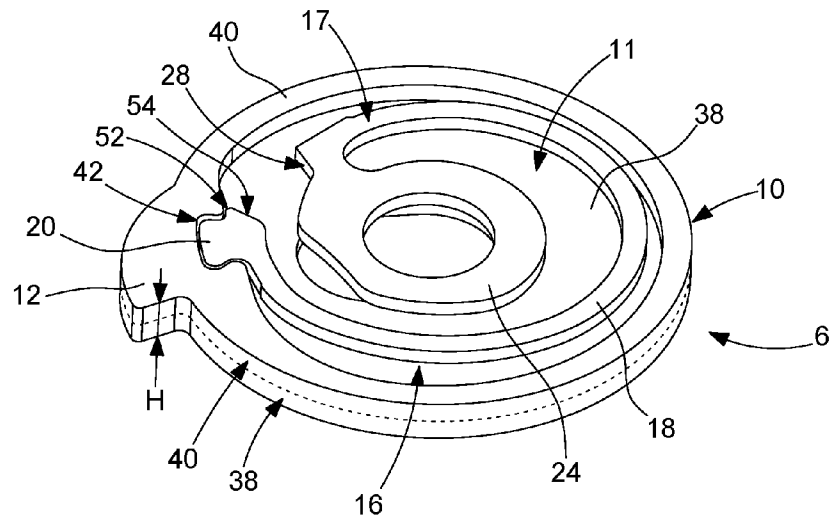


Fig. 4

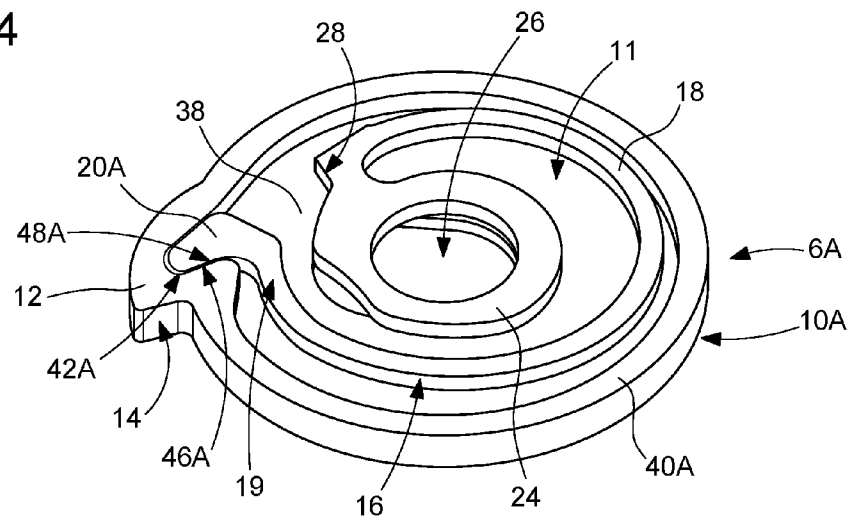


Fig. 5

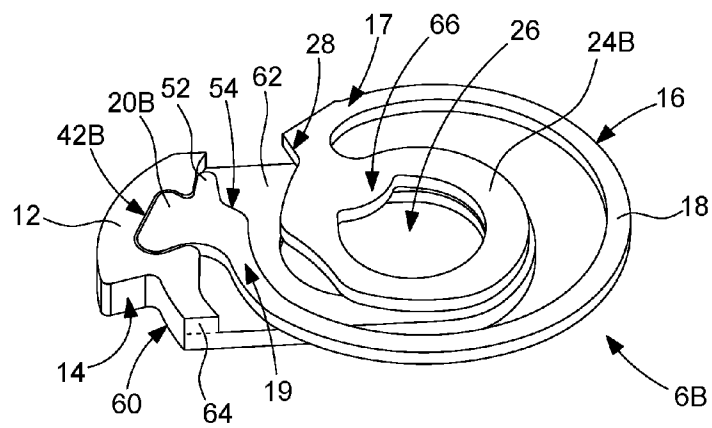


Fig. 6A

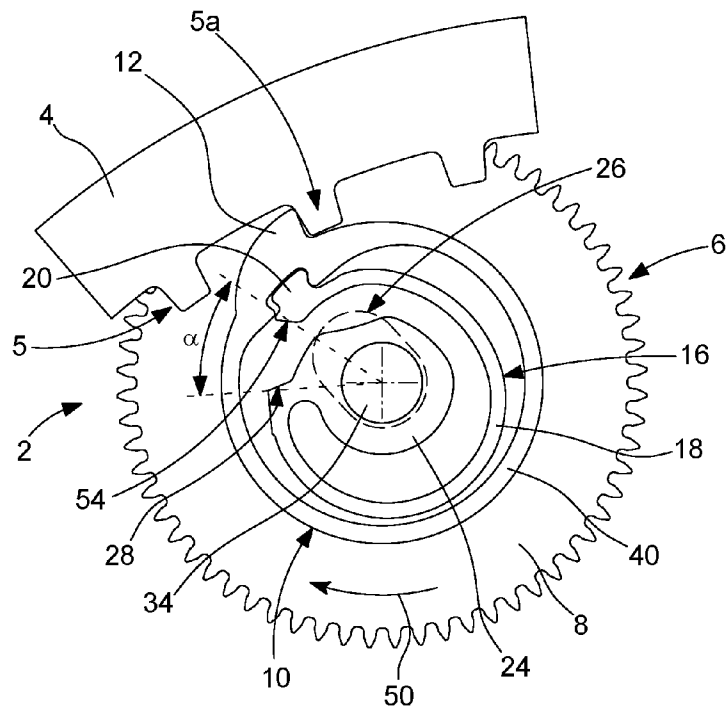


Fig. 6B

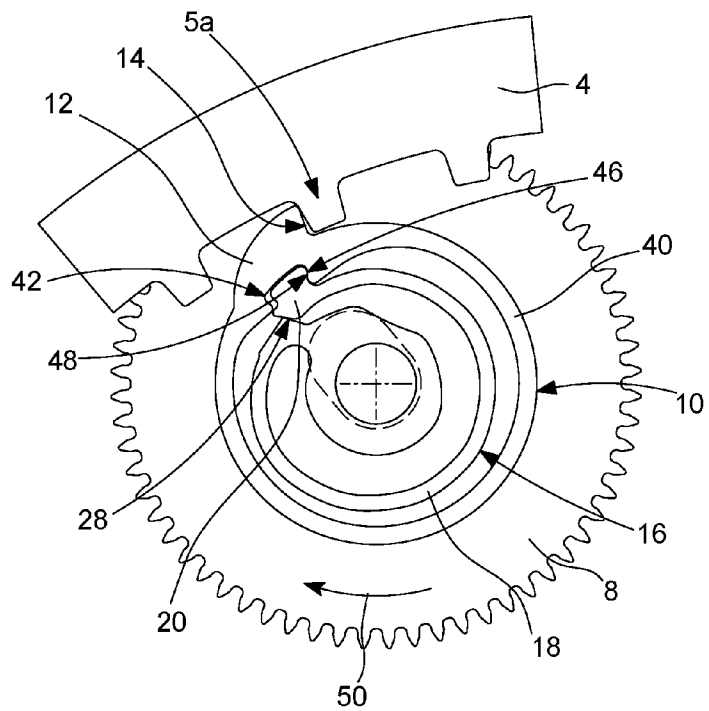


Fig. 6C

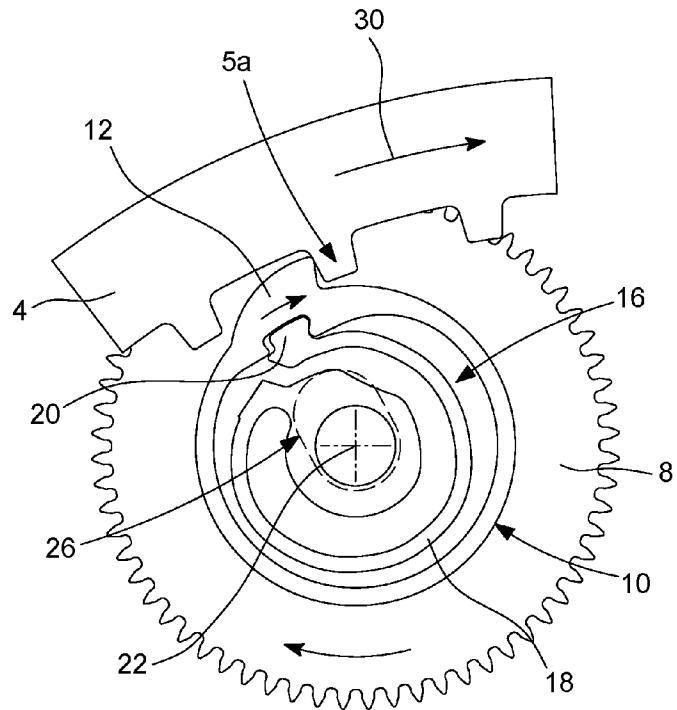


Fig. 6D

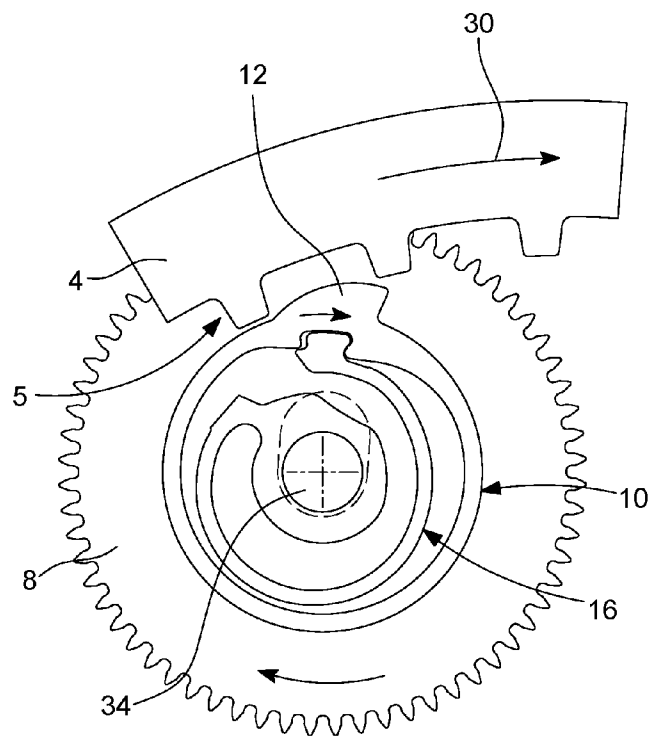


Fig. 7A

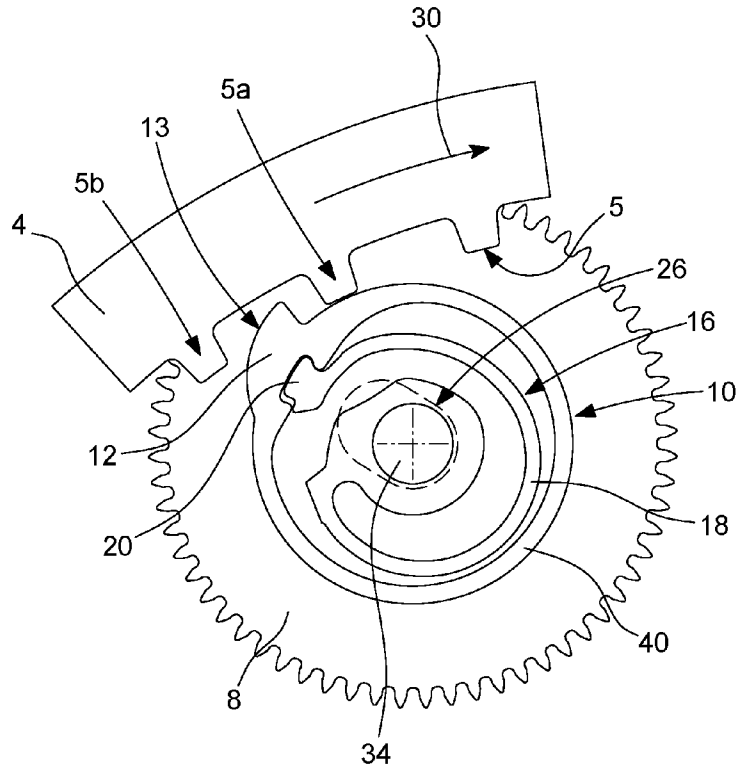


Fig. 7B

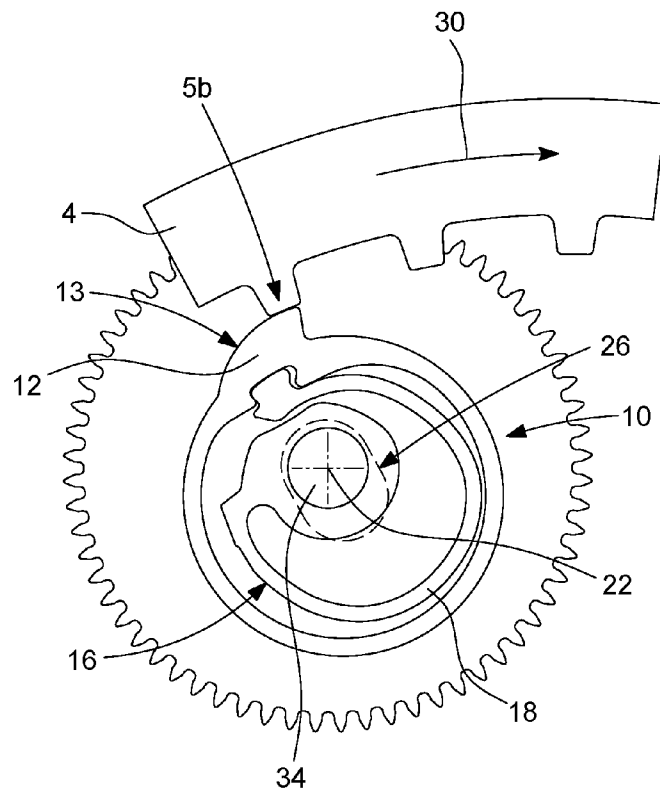
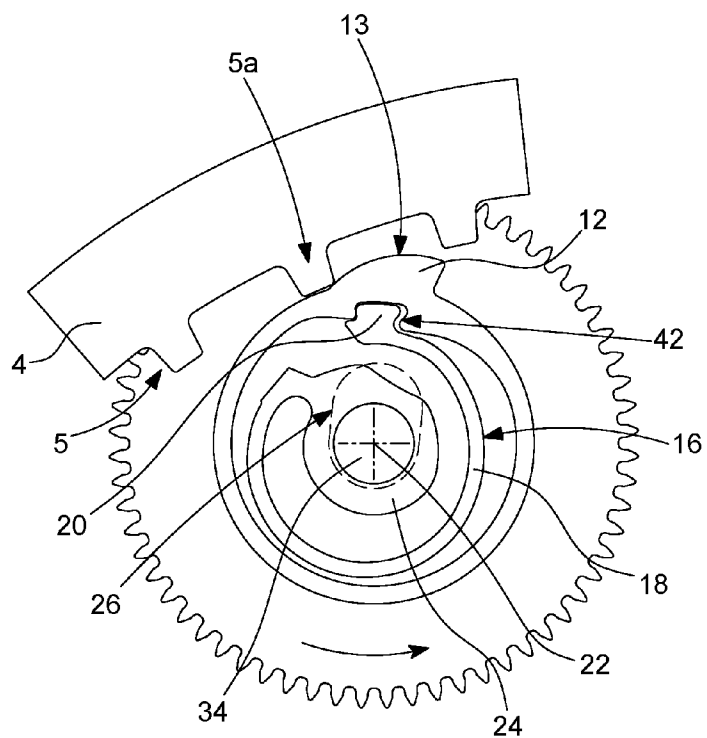


Fig. 8A



**Fig. 8B**

