



CONFÉDÉRATION SUISSE  
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **714 165 B1**

(51) Int. Cl.: **G04B** **17/04** (2006.01)  
**G04B** **15/08** (2006.01)

**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**

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

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 01096/18

(22) Date de dépôt: 14.09.2018

(43) Demande publiée: 15.03.2019

(30) Priorité: 14.09.2017 FR 1758541

(24) Brevet délivré: 30.11.2021

(45) Fascicule du brevet publié: 30.11.2021

(73) Titulaire(s):  
LVMH Swiss Manufactures SA,  
Rue Louis-Joseph-Chevrolet 6a  
2300 La Chaux-de-Fonds (CH)

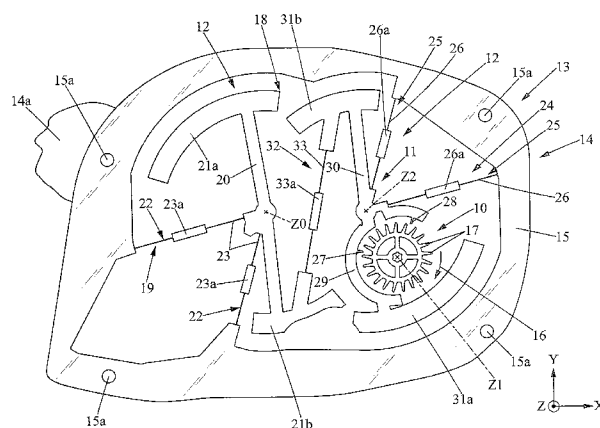
(72) Inventeur(s):  
Thomas Mercier, 2300 La Chaux-de-Fonds (CH)  
Guy Semon, 90350 Evette-Salbert (FR)  
Wout Johannes Benjamin Ypma, 2628 XB Delft (NL)  
Sybren Lennard Weeke, 9697 NC Blijham (NL)

(74) Mandataire:  
Stolmár & Partner Intellectual Property S.à.r.l.  
Rue du Cendrier 15 CP 1489  
1201 Genève (CH)

(54) **Dispositif pour pièce d'horlogerie, mouvement horloger et pièce d'horlogerie comprenant un tel dispositif.**

(57) L'invention a pour objet un dispositif, oscillant, pour pièce d'horlogerie comprenant un mécanisme (13) de forme plane comportant des premier et deuxième organes inertiels (18, 11) rotatifs reliés entre eux par une liaison de couplage (32).

La liaison de couplage est disposée pour que les premier et deuxième organes inertiels tournent toujours en sens opposés avec des moments cinétiques dans un rapport de 0,9 à 1,1.



## Description

### DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention est relative aux dispositifs pour pièces d'horlogerie, ainsi qu'aux mouvements horlogers et aux pièces d'horlogerie comprenant de tels dispositifs.

### ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

[0002] On connaît des dispositifs pour pièces d'horlogerie comprenant un mécanisme de forme plane s'étendant selon un plan moyen, ledit mécanisme comportant :

- un support,
- un premier organe inertiel relié au support par une première suspension élastique disposée pour que ledit premier organe inertiel ait un mouvement alternatif sensiblement en rotation autour d'un premier axe de rotation, avec un certain moment cinétique LO autour du premier axe de rotation,
- un deuxième organe inertiel relié au support par une deuxième suspension élastique disposée pour que ledit deuxième organe inertiel ait un mouvement alternatif sensiblement en rotation autour d'un deuxième axe de rotation, avec un certain moment cinétique LA autour du deuxième axe de rotation,
- une liaison de couplage reliant le premier organe inertiel au deuxième organe inertiel.

[0003] Le document EP3032350A1 décrit un exemple d'un tel dispositif.

[0004] La présente invention a notamment pour but de perfectionner les dispositifs de ce type, notamment pour améliorer leur précision temporelle. En particulier, l'expérience montre que les dispositifs du type susmentionné, s'ils sont peu sensibles aux chocs et accélérations linéaires, peuvent être perturbés dans leur fonctionnement par des accélérations en rotation, et ce bien que les accélérations en rotation subies par de tels mécanismes soient notablement plus faibles que les accélérations linéaires dues notamment aux chocs. Cet inconvénient devient particulièrement sensible lorsque le mécanisme fonctionne avec une relativement faible fréquence d'oscillation, par exemple moins de 50 Hz.

### OBJETS ET RESUME DE L'INVENTION

[0005] A cet effet, selon l'invention, un dispositif du genre en question est caractérisé en ce que la liaison de couplage est disposée pour que le premier organe inertiel et le deuxième organe inertiel tournent toujours en sens opposés et pour qu'un rapport des moments cinétiques LO/LA soit compris entre 0,9 et 1,1.

[0006] Grâce à ces dispositions, on limite les perturbations créées par les accélérations en rotation et on améliore nettement la précision temporelle du dispositif.

[0007] Dans divers modes de réalisation du dispositif selon l'invention, on peut éventuellement avoir recours en outre à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- LO/LA est compris entre 0,99 et 1,01 ;
- la liaison de couplage comporte une branche élastique reliant le premier organe inertiel au deuxième organe inertiel ;
- la liaison de couplage est reliée au premier organe inertiel et au deuxième organe inertiel respectivement en deux points disposés de part et d'autre d'une ligne droite reliant les premier et deuxième axes de rotation dans le plan moyen ;
- ledit deuxième organe inertiel est une ancre adaptée pour coopérer avec un organe de distribution d'énergie pourvu de dents et destiné à être sollicité par un dispositif de stockage d'énergie, ladite ancre étant commandée par ledit premier organe inertiel pour régulièrement et alternativement bloquer et libérer l'organe de distribution d'énergie, de sorte que ledit organe de distribution d'énergie se déplace pas à pas sous la sollicitation du dispositif de stockage d'énergie selon un cycle de mouvement répétitif, et ladite ancre étant adaptée pour transférer de l'énergie mécanique audit premier organe inertiel au cours de ce cycle de mouvement répétitif ;
- ledit deuxième organe inertiel comporte un corps principal adapté pour coopérer avec l'organe de distribution d'énergie et un bras de liaison qui sont diamétralement opposés par rapport au deuxième axe de rotation, le corps principal et le bras de liaison ayant respectivement des masses inertielles diamétralement opposées par rapport au deuxième axe de rotation ;
- le dispositif constitue un mécanisme monolithique ;
- le dispositif est conçu pour que les premier et deuxième organes inertiels oscillent à une fréquence comprise entre 4 Hz et 50 Hz ;
- le dispositif est conçu pour que les premier et deuxième organes inertiels oscillent à une fréquence comprise entre 5 Hz et 15 Hz.

[0008] Par ailleurs, l'invention concerne également un mouvement horloger comprenant le dispositif tel que défini ci-dessus et un organe de distribution d'énergie pourvu de dents et destiné à être sollicité par un dispositif de stockage d'énergie.

[0009] Enfin, l'invention concerne également une pièce d'horlogerie comprenant un mouvement tel que défini ci-dessus.

## BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0010] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description suivante d'une de ses formes de réalisation, donnée à titre d'exemple non limitatif, en regard des dessins joints.

[0011] Sur les dessins :

- la figure 1 est une vue schématique d'une pièce d'horlogerie pouvant comprendre un mécanisme selon une forme de réalisation de l'invention,
- la figure 2 est un schéma bloc du mouvement de la pièce d'horlogerie de la figure 1,
- la figure 3 est une vue en plan d'une partie du mouvement de la figure 2 selon une forme de réalisation de l'invention, comprenant le régulateur, l'ancre et l'organe de distribution d'énergie.

## DESCRIPTION PLUS DETAILLEE

[0012] Sur les différentes figures, les mêmes références désignent des éléments identiques ou similaires.

[0013] La figure 1 représente une pièce d'horlogerie 1 telle qu'une montre, comprenant :

- un boîtier 2,
- un mouvement horloger 3 contenu dans le boîtier 2,
- généralement, un remontoir 4,
- un cadran 5,
- un verre 6 recouvrant le cadran 5,
- un indicateur de temps 7, comprenant par exemple deux aiguilles 7a, 7b respectivement pour les heures et les minutes, disposé entre le verre 6 et le cadran 5 et actionné par le mouvement horloger 3.

[0014] Comme représenté schématiquement sur la figure 2, le mouvement horloger 3 peut comprendre par exemple :

- un dispositif 8 de stockage d'énergie mécanique, généralement un ressort de barillet,
- une transmission mécanique 9 mue par le dispositif 8 de stockage d'énergie mécanique,
- l'indicateur de temps 7 susmentionné,
- un organe de distribution d'énergie 10 (par exemple une roue d'échappement),
- une ancre 11 adaptée pour séquentiellement retenir et libérer l'organe de distribution d'énergie 10,
- un régulateur 12, qui est un mécanisme comportant un organe réglant inertiel oscillant, contrôlant l'ancre 11 pour la déplacer régulièrement de façon que l'organe de distribution d'énergie soit déplacé pas à pas à intervalles de temps constants.

[0015] L'ancre 11 et le régulateur 12 forment un mécanisme 13. Comme représenté sur la figure 3, le mécanisme 13 peut être avantageusement un système monolithique formé dans une même plaque 14 (habituellement plane) et dont les pièces mobiles sont conçues pour se déplacer essentiellement dans un plan moyen XY de ladite plaque 14 (X et Y sont deux axes perpendiculaires définissant le plan de la plaque 14, tandis que l'épaisseur de la plaque 14 s'étend selon un axe Z perpendiculaire aux axes XY).

[0016] La plaque 14 peut être de faible épaisseur, par exemple environ 0,05 à environ 1 mm, selon la nature du matériau de la plaque 14.

[0017] La plaque 14 peut avoir des dimensions transversales, dans le plan XY de la plaque (notamment largeur et longueur, ou diamètre), comprises entre environ 10 mm et 40 mm.

[0018] La plaque 14 peut être fabriquée en tout matériau rigide adapté, ayant de préférence un module d'Young faible pour présenter de bonnes propriétés d'élasticité et une fréquence d'oscillation basse. Des exemples de matériaux utilisables pour réaliser la plaque 14 incluent le silicium, le nickel, l'alliage fer/nickel, l'acier, le titane. Dans le cas du silicium, l'épaisseur de la plaque 14 peut par exemple être comprise entre 0,2 et 0,6 mm.

[0019] Tel qu'entendu ici, on entend par mécanisme monolithique, un mécanisme composé d'éléments qui, par la nature ou la forme de leur assemblage, sont solidaires les uns des autres au point que toute déformation d'un composant entraîne une déformation des autres parties. Le mécanisme monolithique peut avantageusement être formé dans une seule pièce de matériau, éventuellement traité pour présenter une couche externe de nature différente du reste du matériau (par exemple une couche oxydée). En variante, le mécanisme monolithique peut aussi comporter certaines parties rapportées (par exemple collées, soudées ou autre) dans le plan de la plaque 14.

[0020] Les différents organes formés dans la plaque 14, sont par exemple obtenus par réalisation d'ouvertures dans la plaque 14, obtenues par tout procédé de fabrication utilisé en micromécanique, en particulier les procédés utilisés pour la fabrication des MEMS.

[0021] Dans le cas d'une plaque 14 de silicium, la plaque peut être localement évidée par exemple par gravure ionique réactive profonde (DRIE - „Deep Reactive Ion Etching“) ou éventuellement par découpe laser pour les petites séries.

[0022] Dans le cas d'une plaque 14 de fer/nickel, la plaque pourrait être notamment réalisée par le procédé LIGA, ou par découpe laser.

**[0023]** Dans le cas d'une plaque 14 d'acier ou de titane, la plaque 14 peut être évidée par exemple par électroérosion par fil (WEDM).

**[0024]** Les parties constitutives du mécanisme vont maintenant être décrites plus en détail. Certaines de ces parties sont rigides et d'autres (notamment celles dénommées branches élastiques ou poutres) sont élastiquement déformables, essentiellement en flexion. La différence entre les parties rigides et les parties élastiques, est leur raideur dans le plan XY de la plaque 14, qui est due à leur forme et en particulier à leur élancement. L'élancement peut être mesuré notamment par le rapport d'élancement (rapport longueur / largeur de la partie concernée). Par exemple, les parties rigides ont une raideur au moins environ 100 fois plus élevée dans le plan XY, que les parties élastiques. Des dimensions typiques pour les liaisons élastiques, par exemple les branches élastiques qui seront décrites ci-après, incluent des longueurs comprises par exemple entre 5 et 13 mm et des largeurs comprises par exemple entre 0,01 mm (10 µm) et 0,04 mm (40 µm), notamment environ 0,025 mm (25 µm). Compte tenu des largeurs des poutres et de l'épaisseur de la plaque 14, le rapport d'élancement de ces poutres en coupe longitudinale (épaisseur / largeur) est compris entre 5 et 60. Le rapport d'élancement en coupe (épaisseur / largeur) le plus grand possible est à privilégier pour limiter les modes d'oscillation hors plan.

**[0025]** La plaque 14 comporte un support 15 qui est solidarisé à une platine de support 14a, par exemple par des vis ou similaires (non représentées) traversant des trous 15a du support 15. La platine de support 14a est solidarisée au boîtier 2 de la pièce d'horlogerie 1. Le support 15 peut éventuellement être en forme de cadre comme dans l'exemple de la figure 3.

**[0026]** L'organe de distribution d'énergie 10 peut être une roue d'échappement montée rotative par exemple sur la platine de support 14a, de façon à pouvoir tourner autour d'un axe de rotation Z1 (dit troisième axe de rotation) perpendiculaire au plan XY de la plaque 14. L'organe de distribution d'énergie 10 est sollicité par le dispositif de stockage d'énergie 8 dans un unique sens de rotation 16.

**[0027]** L'organe de distribution d'énergie 10 présente des dents externes 17.

**[0028]** Le régulateur 12 comporte un organe réglant 18 rigide et une suspension élastique 19 qui relie l'organe réglant 18 au support 15 de façon que l'organe réglant 18 soit mobile sensiblement en rotation autour d'un axe de rotation Z0 (dit premier axe de rotation) perpendiculaire au plan de la plaque 14. L'organe réglant 18 peut éventuellement comporter un bras central 20 s'étendant diamétralement de part et d'autre du premier axe de rotation Z0 jusqu'à des extrémités solidaires respectivement de deux masses 21a, 21b. Les masses 21a, 21b peuvent être en forme d'arcs de cercle centrés sur le premier axe de rotation Z0.

**[0029]** La suspension élastique 19 qui relie l'organe réglant 18 du régulateur 12 au support 15, peut comporter par exemple deux liaisons élastiques de suspension 22. Chaque liaison élastique de suspension 22 peut comprendre par exemple une branche élastique 23. Chaque branche élastique 23 peut éventuellement comporter un tronçon rigide 23a, par exemple vers le centre de ladite branche élastique 23. Les branches élastiques 23 peuvent s'étendre sensiblement radialement par rapport au premier axe de rotation Z0, depuis le support 15 jusqu'au bras central 20 de l'organe réglant 18.

**[0030]** L'ancre 11 est une pièce rigide qui est reliée élastiquement au support 15, de façon à pouvoir osciller, par exemple selon un mouvement sensiblement en rotation autour d'un axe Z2 (dit deuxième axe de rotation) perpendiculaire au plan XY. Avantagusement, l'ancre 11 peut être reliée au support 15 par une suspension élastique 24, comprenant par exemple deux liaisons élastiques de suspension 25. Chaque liaison élastique de suspension 25 peut comprendre par exemple une branche élastique 26. Chaque branche élastique 26 peut éventuellement comporter un tronçon rigide 26a, par exemple vers le centre de ladite branche élastique 26. Les branches élastiques 26 peuvent s'étendre sensiblement radialement par rapport au deuxième axe de rotation Z2, depuis le support 15 jusqu'à une partie sensiblement centrale de l'ancre 11.

**[0031]** L'ancre 11 comporte deux organes d'arrêt 27, 28 en forme d'ergots faisant saillie sensiblement vers le troisième axe de rotation Z1, qui sont adaptés pour coopérer avec les dents 17 de l'organe de distribution d'énergie 10.

**[0032]** Les organes d'arrêt 27, 28 peuvent être disposés dans la partie interne concave d'un corps principal 29 de forme arquée appartenant à l'ancre 11, englobant partiellement l'organe de distribution d'énergie 10.

**[0033]** L'ancre 11 peut en outre comporter un bras de liaison 30 qui s'étend à partir du corps principal 29 jusqu'à une extrémité libre, et qui est disposé radialement par rapport au deuxième axe de rotation Z2.

**[0034]** Le deuxième axe de rotation Z2 peut être disposé par exemple sensiblement à la jonction entre le bras de liaison 30 et la partie arquée 29.

**[0035]** L'ancre 11 peut en outre comporter deux masses inertielles 31a, 31b qui sont diamétralement opposées par rapport au deuxième axe de rotation Z2 et qui sont solidaires respectivement du corps principal 29 et de l'extrémité libre du bras de liaison 30. Les masses 31a, 31b peuvent être en forme d'arcs de cercle centrés sur le deuxième axe de rotation Z2.

**[0036]** L'organe réglant 18 et l'ancre 11 sont en outre reliés entre eux par une liaison de couplage 32 qui impose que l'organe réglant 18 et l'ancre 11 aient des mouvements contrarotatifs, c'est-à-dire des mouvements de rotation en opposition de phase respectivement autour des premier et deuxième axes de rotation Z0 et Z2. La liaison de couplage est également disposée pour qu'en fonctionnement, l'organe réglant 18 et l'ancre 11 présentent des moments cinétiques respectifs LO et LA sensiblement égaux, respectivement autour des premier et deuxième axes de rotation Z0 et Z2. Le rapport LO/LA peut être compris entre 0,9 et 1,1, avantagusement entre 0,99 et 1,01.

**[0037]** La liaison de couplage 32 peut relier deux parties opposées respectives de l'organe réglant 18 et de l'ancre 11. Elle peut comporter par exemple une branche élastique de couplage 33. Par „deux parties opposées“, on entend deux parties situées de part et d'autre d'une ligne droite joignant les premier et deuxième axes de rotation Z0, Z2.

**[0038]** Par exemple, la branche élastique de couplage 33 peut relier entre elles les masses 21b, 31b susmentionnées. Eventuellement, la branche élastique de couplage 33 peut comporter un tronçon rigide 33a, par exemple vers le centre de ladite branche élastique de couplage 33.

**[0039]** L'ancre 11 est ainsi commandée par ledit organe réglant 18 pour régulièrement et alternativement bloquer et libérer l'organe de distribution d'énergie 10 à l'aide des organes d'arrêt 27, 28, de sorte que ledit organe de distribution d'énergie 10 se déplace pas à pas dans la direction 16 sous la sollicitation du dispositif de stockage d'énergie 8 selon un cycle de mouvement répétitif, et ladite ancre 11 est en outre adaptée pour transférer de l'énergie mécanique à l'organe réglant 18 au cours de ce cycle de mouvement répétitif, de façon connue en soi.

**[0040]** Grâce aux mouvements contrarotatifs de l'ancre 11 et de l'organe réglant 18, le mécanisme est insensible ou peu sensible aux accélérations en rotation subies par le mécanisme, et ce malgré les faibles fréquences d'oscillation du mécanisme (l'organe réglant 18 et l'ancre 11 oscillent typiquement à une fréquence comprise entre 4 Hz et 50 Hz, notamment comprise entre 5 Hz et 15 Hz).

**[0041]** On notera qu'au lieu d'utiliser l'ancre 11 pour équilibrer les mouvements de l'organe réglant 18, on pourrait utiliser un deuxième organe inertiel quelconque, monté rotatif autour d'un axe de rotation parallèle à l'axe de rotation de l'organe réglant, relié à l'organe réglant 18 pour que les deux pièces soient contrarotatives et ayant un moment d'inertie LA du même ordre que LO, comme défini ci-dessus. D'une façon générale, les mécanismes selon l'invention comportent des premier et deuxième organes inertiels reliés entre eux par une liaison de couplage disposée pour que le premier organe inertiel et le deuxième organe inertiel tournent toujours en sens opposés et pour que le rapport de leurs moments cinétiques LO/LA soit compris entre 0,9 et 1,1.

**[0042]** On notera que les dispositifs réalisés selon l'invention se prêtent particulièrement à une réalisation selon le procédé décrit dans la demande de brevet français FR1753603 déposée le 25 avril 2017.

## Revendications

1. Dispositif pour pièce d'horlogerie comprenant un mécanisme (13) de forme plane s'étendant selon un plan moyen (XY), ledit mécanisme (13) comportant :
  - un support (15),
  - un premier organe inertiel (18) relié au support (15) par une première suspension élastique (19) disposée pour que ledit premier organe inertiel (18) ait un mouvement alternatif sensiblement en rotation autour d'un premier axe de rotation (Z0), avec un certain moment cinétique LO autour du premier axe de rotation (Z0),
  - un deuxième organe inertiel (11) relié au support (15) par une deuxième suspension élastique (25) disposée pour que ledit deuxième organe inertiel (11) ait un mouvement alternatif sensiblement en rotation autour d'un deuxième axe de rotation (Z2), avec un certain moment cinétique LA autour du deuxième axe de rotation (Z2),
  - une liaison de couplage (32) reliant le premier organe inertiel (18) au deuxième organe inertiel (11),**caractérisé en ce que** la liaison de couplage (32) est disposée pour que le premier organe inertiel (18) et le deuxième organe inertiel (11) tournent toujours en sens opposés et pour qu'un rapport des moments cinétiques LO/LA soit compris entre 0,9 et 1,1.
2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel LO/LA est compris entre 0,99 et 1,01.
3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la liaison de couplage (32) comporte une branche élastique (33) reliant le premier organe inertiel (18) au deuxième organe inertiel (11).
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la liaison de couplage (32) est reliée au premier organe inertiel (18) et au deuxième organe inertiel (11) respectivement en deux points disposés de part et d'autre d'une ligne droite reliant les premier et deuxième axes de rotation (Z0, Z2) dans le plan moyen (XY).
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit deuxième organe inertiel (11) est une ancre (11) adaptée pour coopérer avec un organe de distribution d'énergie (10) pourvu de dents (17) et destiné à être sollicité par un dispositif de stockage d'énergie (8), ladite ancre (11) étant commandée par ledit premier organe inertiel (18) pour régulièrement et alternativement bloquer et libérer l'organe de distribution d'énergie (10), de sorte que ledit organe de distribution d'énergie (10) se déplace pas à pas sous la sollicitation du dispositif de stockage d'énergie (8) selon un cycle de mouvement répétitif, et ladite ancre (11) étant adaptée pour transférer de l'énergie mécanique audit premier organe inertiel (18) au cours de ce cycle de mouvement répétitif.
6. Dispositif selon la revendication 5, dans lequel ledit deuxième organe inertiel (11) comporte un corps principal (29) adapté pour coopérer avec l'organe de distribution d'énergie (10) et un bras de liaison (30) qui sont diamétralement opposés par rapport au deuxième axe de rotation (Z2), le corps principal (29) et le bras de liaison (30) ayant respectivement des masses inertielles (31a, 31b) diamétralement opposées par rapport au deuxième axe de rotation (Z2).

## CH 714 165 B1

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, constituant un mécanisme monolithique.
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, conçu pour que les premier et deuxième organes inertiels (18, 11) oscillent à une fréquence comprise entre 4 Hz et 50 Hz.
9. Dispositif selon la revendication 8, conçu pour que les premier et deuxième organes inertiels (18, 11) oscillent à une fréquence comprise entre 5 Hz et 15 Hz.
10. Mouvement horloger (3) comprenant un dispositif (13) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 et un organe de distribution d'énergie (10) pourvu de dents (17) et destiné à être sollicité par un dispositif de stockage d'énergie (8).
11. Pièce d'horlogerie (1) comprenant un mouvement horloger (3) selon la revendication 10.

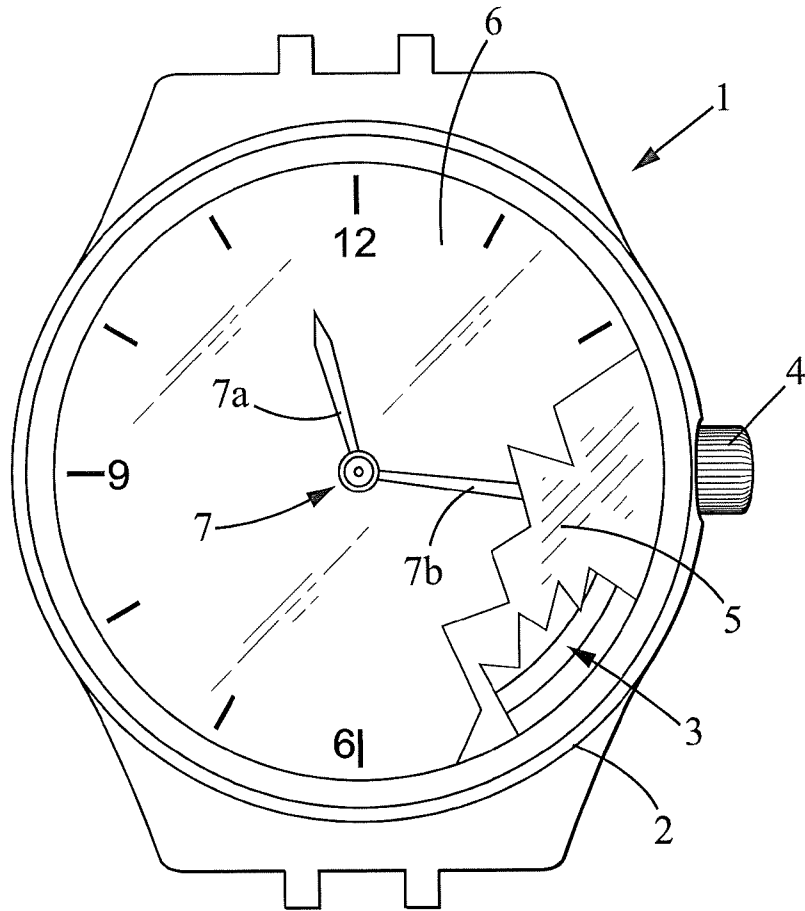


FIG. 1

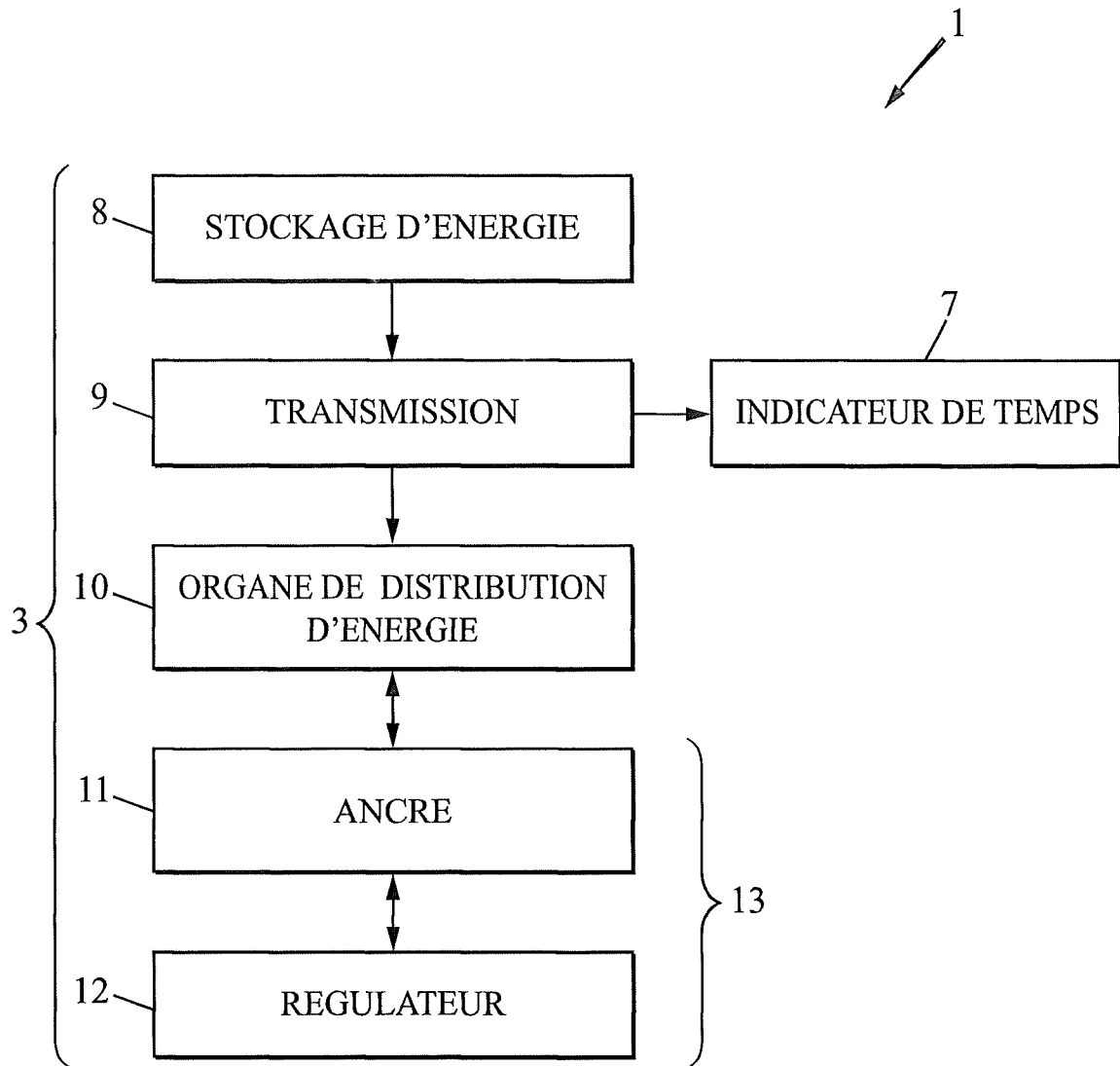


FIG. 2

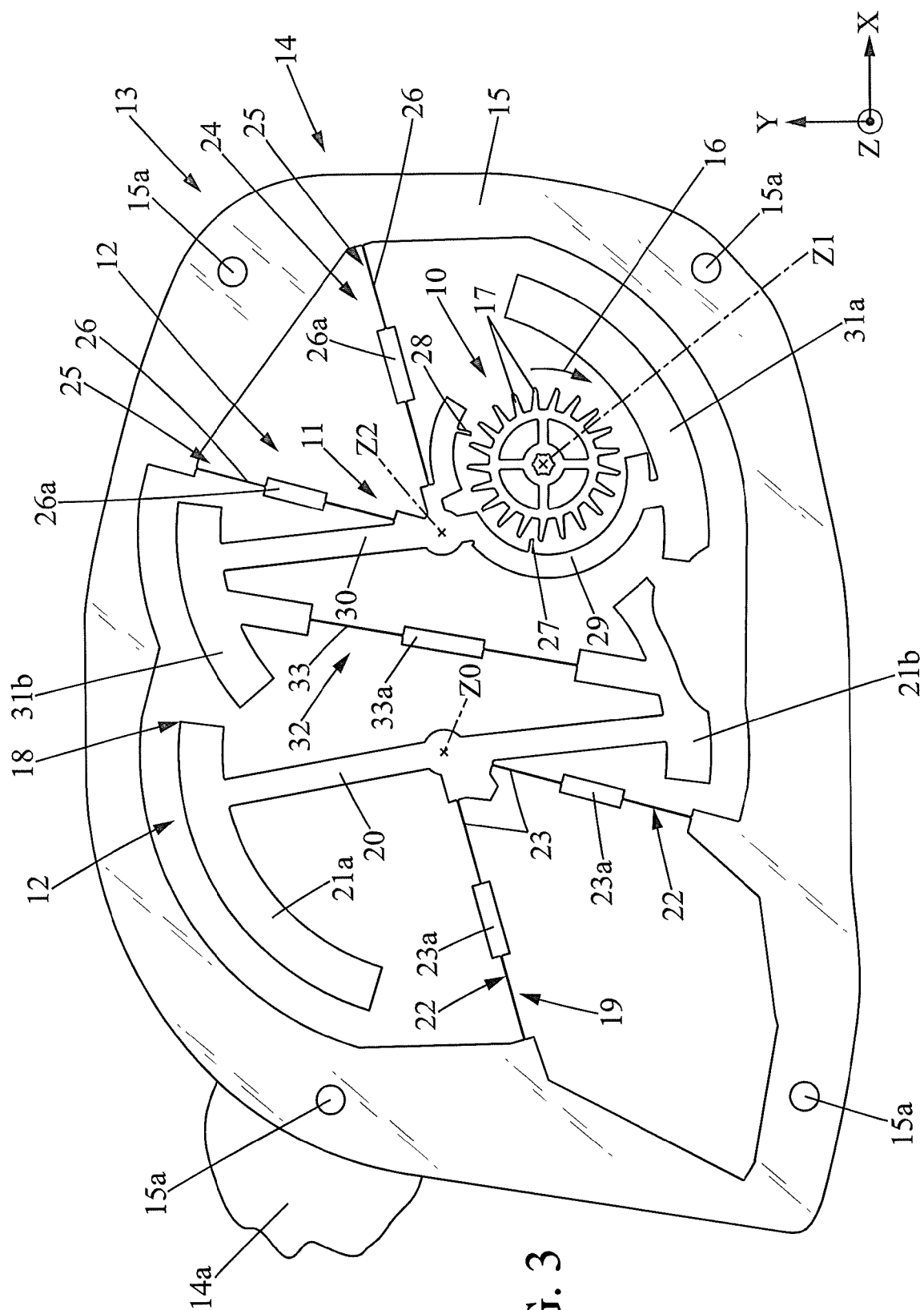


FIG. 3