

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **714 734 A2**

(51) Int. Cl.: **H02N** **2/02** (2006.01)
H02N **2/04** (2006.01)
G04C **3/14** (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: 00290/18

(22) Date de dépôt: 09.03.2018

(43) Demande publiée: 13.09.2019

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

(72) Inventeur(s):
Pascal Lagorgette, 2502 Bienne (CH)
Pascal Meyer, 2000 Neuchâtel (CH)

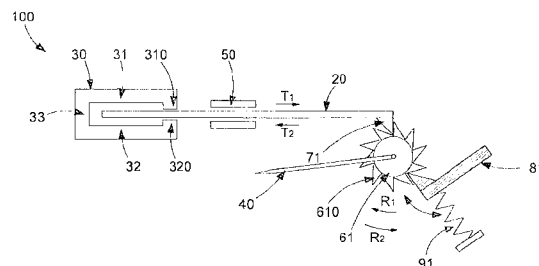
(74) Mandataire:
ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA,
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Dispositif de rotation d'une roue dentée.**

(57) L'invention concerne un dispositif de rotation (100) d'une roue dentée (61), comprenant:

- un moteur piézoélectrique linéaire comprenant:
 - un élément passif (20) de forme allongée, et
 - un actionneur piézoélectrique (30) apte à déplacer axialement l'élément passif (20) de manière bidirectionnelle,
- un organe de transmission (71) fixé à l'élément passif (20), en prise avec une denture (610) de la roue (61) de sorte à faire tourner la roue (61) d'une dent selon un premier sens de rotation (R1) lorsque l'élément passif (20) est déplacé axialement selon un premier sens de déplacement (T1), et
- un sautoir (81) mobile entre deux positions extrêmes dont une position abaissée dans laquelle il bloque une rotation de la roue dans un deuxième sens de rotation (R2) opposé au premier sens de rotation (R1).

Ce dispositif est en particulier destiné à la rotation d'une roue dentée dans une pièce d'horlogerie.



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte au domaine technique des dispositifs de rotation de roues dentées au moyen de moteurs piézoélectriques linéaires.

Arrière-plan de l'invention

[0002] Un moteur piézoélectrique linéaire comporte classiquement un élément passif et un actionneur permettant de déplacer linéairement l'élément passif en utilisant l'effet piézoélectrique. En référence à la fig. 1, on connaît en particulier les moteurs piézoélectriques 10 linéaires pour lesquels l'élément passif est un élément allongé 20 (par exemple une barre à section rectangulaire) et l'actionneur piézoélectrique comporte un résonateur 30 formé d'une paire de bras 31, 32 connectés l'un à l'autre au niveau d'une zone de connexion 33, sensiblement en forme de diapason ou de U. L'actionneur comporte en outre deux éléments piézoélectriques (non représentés), chacun attaché à l'un des bras 31, 32, et jouant le rôle de moyens d'excitation des bras pour leur imposer des vibrations. D'autre part, l'élément passif 20 s'étend sensiblement parallèlement aux bras 31, 32 du résonateur 30, son guidage axial étant assuré par des moyens de guidage 50 se trouvant à distance du résonateur. L'élément passif 20 est également en contact local avec les extrémités libres 310, 320 des bras 31, 32 du résonateur 30, de sorte que l'élément passif 20 soit déplacé axialement par friction des extrémités libres 310, 320 des bras 31, 32 sur la région de contact.

[0003] Dans des applications où il est important de réduire l'encombrement du moteur piézoélectrique, en particulier dans le domaine horloger, les bras 31, 32 du résonateur 30 doivent être de faible longueur, ce qui limite la course linéaire maximale de l'élément passif 20. La translation axiale de l'élément passif 20 dans le sens de la zone de connexion 33 est limitée par la présence de ladite zone de connexion 33 qui fait office de butée, et son déplacement axial dans l'autre sens est limitée par la longueur des bras 31, 32. Cette course limitée est problématique dans certaines situations, notamment si l'élément passif 20 engrène avec une roue 60, par exemple par l'intermédiaire d'un système à crémaillère 70, car la rotation de la roue 60 est alors restreinte. A titre d'exemple, si la course de l'élément passif 20 est limitée à environ 1 millimètre, alors le diamètre de la roue 60 doit être au maximum d'environ 0.3 millimètre pour que ladite roue 60 puisse effectuer un tour complet lors de la course. Cette dimension est trop faible pour être réalisable techniquement.

Résumé de l'invention

[0004] Le but de la présente invention est de permettre une rotation complète de la roue sans augmenter la course linéaire maximale de l'élément passif.

[0005] A cet effet, selon un premier aspect, l'invention se rapporte à un dispositif de rotation d'une roue dentée, comprenant:

– un moteur piézoélectrique linéaire comprenant:

- un élément passif de forme allongée,
- un actionneur piézoélectrique apte à déplacer axialement l'élément passif de manière bidirectionnelle,
- un organe de transmission solidaire fixé à l'élément passif, en prise avec une denture de la roue de sorte à faire tourner la roue d'une dent selon un premier sens de rotation lorsque l'élément passif est déplacé axialement selon un premier sens de déplacement,
- un sautoir mobile entre deux positions extrémales dont une position abaissée dans laquelle il bloque une rotation de la roue dans un deuxième sens de rotation opposé au premier sens de rotation.

[0006] A chaque déplacement linéaire de l'élément passif dans le premier sens de déplacement réalisé grâce à l'actionneur piézoélectrique, la roue tourne d'une dent dans le premier sens de rotation grâce à l'organe de transmission. A chaque déplacement linéaire de l'élément passif dans un deuxième sens de déplacement opposé au premier réalisé grâce à l'actionneur piézoélectrique, la roue reste immobile grâce au sautoir abaissé. La roue peut donc effectuer un tour complet dans le premier sens de rotation par des mouvements répétés de va et vient de l'élément passif.

[0007] Dans un premier mode de réalisation de l'invention, le dispositif de rotation comprend des moyens de rappel tendant à ramener le sautoir dans la position abaissée lorsque le sautoir en est dévié sous l'effet d'une rotation de la roue dans le premier sens de rotation. Les moyens de rappel sont par exemple des moyens élastiques, permettant de maintenir le sautoir contre la denture de la roue lorsque la roue tourne dans le premier sens de rotation.

[0008] Ce premier mode de réalisation est particulièrement adapté aux roues à rochet. Initialement, le sautoir est en appui dans la denture de la roue à rochet (il est dans la position abaissée). Lorsque l'élément passif se déplace dans la première direction de déplacement, il provoque une rotation de la roue d'une dent selon le premier sens de rotation, par l'intermédiaire de l'organe de transmission qui pousse le rochet de la roue avec lequel il vient en contact. Le sautoir se soulève sous l'effet du passage du rochet de la roue avec lequel il vient en contact, puis reprend sa position abaissée dès que ledit rochet est passé, sous l'effet des moyens de rappel. En revanche, lorsque l'élément passif se déplace dans la deuxième direction de déplacement, une rotation de la roue dans le deuxième sens de rotation empêchée par le sautoir. Ainsi, par des avancées et reculs successifs de l'élément passif, une rotation complète de la roue dans le premier sens de rotation peut être effectuée.

[0009] Dans un deuxième mode de réalisation de l'invention:

- l'organe de transmission est en prise avec la denture de la roue de sorte à faire tourner la roue d'une dent dans le deuxième sens de rotation lorsque l'élément passif est déplacé axialement selon un deuxième sens de déplacement opposé au premier sens de déplacement,
- le sautoir, dans sa position abaissée, bloque une rotation de la roue dans le premier sens de rotation.

[0010] Ce deuxième mode de réalisation est avantageux car il permet, au choix, de faire tourner la roue dans le premier sens de rotation ou alors dans le deuxième sens de rotation. La roue ne peut toutefois pas être à rochet: en effet, l'organe de transmission doit être capable de faire tourner la roue d'une dent dans le deuxième sens de rotation lorsque le sautoir n'est pas en position abaissée et que l'élément passif est déplacé dans le deuxième sens de déplacement. A chaque déplacement axial de l'élément passif dans le deuxième sens de déplacement réalisé grâce à l'actionneur piézoélectrique, la roue tourne d'une dent dans le deuxième sens de rotation grâce à l'organe de transmission. A chaque déplacement linéaire de l'élément passif dans le premier sens de déplacement grâce à l'actionneur piézoélectrique, la roue reste immobile grâce au sautoir abaissé. La roue peut donc effectuer un tour complet dans le deuxième sens de rotation par des mouvements répétés de va et vient de l'élément passif.

[0011] Dans un mode particulier du deuxième mode de réalisation, le dispositif de rotation comporte des moyens d'actionnement permettant de basculer le sautoir d'une position extrême à l'autre. Les moyens d'actionnement comprennent par exemple un deuxième actionneur piézoélectrique linéaire permettant d'approcher et d'éloigner le sautoir de la roue.

[0012] La position du sautoir est ainsi contrôlée de manière indépendante: la roue ne peut pas déloger le sautoir de la position abaissée comme dans le premier mode de réalisation.

[0013] Dans un mode de réalisation non limitatif, l'actionneur piézoélectrique comporte un résonateur comprenant une paire de bras connectés à l'une de leurs extrémités au niveau d'une zone de connexion, les deux autres extrémités étant dites libres, l'élément passif passant entre les extrémités libres desdits bras de sorte à être déplacé axialement par friction des extrémités libres sur sa surface.

[0014] Un tel actionneur est de faible encombrement, notamment de faible épaisseur, et est facile à fabriquer et à assembler.

[0015] Dans un mode de réalisation, le dispositif de rotation comprend des moyens de guidage axial de l'élément passif tendant à ramener l'élément passif dans sa position initiale lorsque l'élément passif en est dévié sous l'effet d'un déplacement axial de l'élément passif combiné à un blocage en rotation de la roue.

[0016] En effet, lorsque l'élément passif se réarme, c'est-à-dire revient dans sa position initiale après avoir fait tourner la roue d'une dent, il peut se soulever sous l'effet d'un contact entre l'organe de transmission et la prochaine dent que l'organe de transmission devra pousser pour faire tourner à nouveau tourner la roue. Les moyens de guidage permettent d'éviter que l'élément passif ne se désaxe, en le ramenant dans son alignement initial.

[0017] Selon un deuxième aspect, l'invention concerne une pièce d'horlogerie comportant une roue et un dispositif de rotation selon l'un des modes de réalisation présentés précédemment.

[0018] Dans un mode de réalisation, la pièce d'horlogerie comporte une aiguille solidaire en rotation de la roue.

[0019] Selon un troisième aspect, l'invention concerne un procédé de rotation d'une roue dentée au moyen d'un dispositif de rotation selon l'un des modes de réalisation présentés précédemment, comprenant les étapes suivantes successives:

- A: au moyen de l'actionneur piézoélectrique, déplacer axialement l'élément passif dans le premier sens de déplacement,
- B: au moyen de l'organe de transmission, faire tourner la roue d'une dent selon le premier sens de rotation,
- C: placer le sautoir dans la position abaissée,
- D: au moyen de l'actionneur piézoélectrique, déplacer axialement l'élément passif dans le deuxième sens de déplacement.

[0020] Dans un mode de réalisation permettant de faire tourner la roue de plus d'une dent, les étapes A, B, C et D sont répétées autant de fois que nécessaire.

Description sommaire des dessins

[0021] D'autres particularités et avantages ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

la fig. 1 déjà décrite, représente schématiquement un dispositif de rotation selon l'art antérieur,

la fig. 2 représente schématiquement un dispositif de rotation selon un premier mode de réalisation de l'invention,

la fig. 3 représente schématiquement un dispositif de rotation selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,

la fig. 4 représente schématiquement un diagramme fonctionnel des étapes d'un procédé de rotation d'une roue selon un mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0022] La fig. 2 montre un dispositif de rotation 100 d'une roue 61 selon un premier mode de réalisation de l'invention, et la fig. 3 montre un dispositif de rotation 101 d'une roue 62 selon un deuxième mode de réalisation de l'invention. Dans les deux cas, le dispositif de rotation 100, 101 comporte un moteur piézoélectrique. Le moteur piézoélectrique comprend un élément passif 20 de forme allongée, et un actionneur piézoélectrique permettant de mettre en translation (c'est-à-dire déplacer linéairement/axialement) l'élément passif 20 en utilisant l'effet piézoélectrique.

[0023] Dans le mode de réalisation illustré, l'actionneur piézoélectrique des moyens d'excitation piézoélectrique, non représentés, et un résonateur 30 comprenant deux bras 31, 32 aptes à osciller. Les moyens d'excitation sont avantageusement constitués de deux parties, chacune attachée à un bras différent. Toutefois, d'autres modes de réalisation des moyens d'excitation sont possibles, ils peuvent par exemple être constitués d'une seule partie disposés au niveau d'une jointure entre les bras. Lors de l'application d'une tension adaptée aux moyens d'excitation, les moyens d'excitation se déforment, et des contraintes mécaniques sont transmises aux bras 31, 32 qui se mettent alors à osciller. Par une conception et un montage appropriés des moyens d'excitation sur les bras, des oscillations multidimensionnelles de forme souhaitée peuvent être réalisées.

[0024] Les bras 31, 32 sont connectés au niveau d'une zone de connexion 33, et s'étendent sensiblement parallèlement l'un à l'autre depuis ladite zone de connexion 33. Le résonateur 30 a donc globalement une forme de diapason, c'est-à-dire une forme de U. Toutefois, cette forme n'est pas limitative. Les extrémités des bras non connectées à la zone de connexion 33, sont dites extrémités libres 310, 320. L'amplitude des oscillations des bras 31, 32 est maximale à ces extrémités 310, 320.

[0025] L'élément passif 20 s'étend sensiblement parallèlement aux bras 31, 32 et passe entre les extrémités libres 310, 320 desdits bras 31, 32. Ainsi, le résonateur 30 encadre une première zone extrême de l'élément passif 20. Les oscillations multidimensionnelles des extrémités libres 310, 320 des bras 31, 32 permettent d'imposer une translation axiale à l'élément passif 20, par frottement desdites extrémités 310, 320 contre l'élément passif 20. On comprend que la translation dans le sens de la zone de connexion 33 est limitée par ladite zone de connexion 33, et que la translation dans l'autre sens est limitée par la longueur des bras 31, 32.

[0026] On note que l'actionneur piézoélectrique pourrait tout à fait être d'un autre type que celui précédemment décrit, l'important étant qu'il est apte à translater axialement l'élément passif 20 dans un sens de déplacement comme dans l'autre.

[0027] Le dispositif de rotation 100, 101 comporte également des moyens de guidage 50 axial de l'élément passif 20, permettant de maintenir son orientation lors de sa translation. Les moyens de guidage 50 sont placés à distance de l'actionneur piézoélectrique. Il s'agit par exemple d'un rail.

[0028] Le dispositif de rotation comporte également un organe de transmission 71, 72 et un sautoir 81, 82. L'organe de transmission 71, 72 et le sautoir 81, 82 comportent un cran dont la forme est avantageusement adaptée à la denture de la roue. L'organe de transmission 71, 72 est fixé à une deuxième zone extrême de l'élément passif 20, opposée par rapport à la première zone extrême. L'organe de transmission 71, 72 est disposé par rapport à la roue de sorte à pouvoir faire tourner la roue dans au moins un sens de rotation lorsque l'élément passif 20 est translaté dans un sens de déplacement sous l'action de l'actionneur piézoélectrique. Le sautoir 81, 82 est mobile entre deux positions extrêmes. Dans une de ces positions, dite position abaissée, le sautoir 81, 82 est calé entre deux dents de la roue 61, 62.

[0029] Dans le premier mode de réalisation illustré à la fig. 2, la roue 61 est une roue à rochet, destinée à ne tourner que dans un premier sens de rotation R1. Une rotation dans le premier sens de rotation R1 n'est possible par l'intermédiaire de l'organe de transmission 71 que lorsque l'élément passif 20 est translaté dans un premier sens de déplacement T1: l'organe de transmission 71 vient en contact puis pousse un des rochets 610 de la roue 61, faisant tourner la roue 61 d'une dent.

[0030] Dans le premier mode de réalisation, le dispositif de rotation 100 comporte des moyens de rappel 91 se présentant sous la forme d'un élément élastique, par exemple un ressort ou une lame, tendant à pousser le sautoir 81 contre les rochets de la roue. Lorsque la roue 61 tourne dans le premier sens de rotation R1, le sautoir 81 est soulevé sous le passage d'une dent, et ramené en position abaissée sous l'effet des moyens de rappel 91, de sorte à suivre sensiblement la forme de la denture. Naturellement, lorsque le sautoir est en position abaissée, la roue à rochet 61 ne peut pas tourner dans un deuxième sens de rotation R2 opposé au premier sens de rotation R1.

[0031] Ainsi, lors d'une translation de l'élément passif 20 dans le sens de déplacement T1, la roue à rochet 61 tourne d'une dent, et lors d'une translation de l'élément passif 20 dans un sens de déplacement T2 opposé au sens de déplacement T1, la roue à rochet 61 est immobilisée par le sautoir 81. En effectuant une pluralité d'allers et retours de l'élément passif

20, il est possible de faire tourner la roue 61 dans le premier sens de rotation R1 d'une pluralité de dents. Une course maximale faible de l'élément passif 20 suffit donc.

[0032] En référence à la fig. 4, on comprend que le procédé de mise en rotation de la roue 61 au moyen du dispositif de rotation 100 décrit précédemment, comporte les étapes suivantes:

- étape A: au moyen de l'actionneur piézoélectrique 30, déplacer axialement l'élément passif 20 dans le premier sens de déplacement,
- étape B: au moyen de l'organe de transmission 71 poussant sur une dent 610 de la roue 61, faire tourner la roue 61 d'une dent selon le premier sens de rotation R1,
- étape D: au moyen de l'actionneur piézoélectrique 30, déplacer axialement l'élément passif 20 dans le deuxième sens de déplacement T2, le sautoir étant maintenu dans la position abaissée par les moyens de rappel 91 (étape C),
- répéter les étapes A, B, C, D autant de fois que nécessaire.

[0033] Dans le deuxième mode de réalisation illustré à la fig. 3, la roue 62 est à denture classique: elle est conçue pour tourner dans le premier sens de rotation R1 aussi bien que dans le deuxième sens de rotation R2. Une rotation dans le premier sens de rotation R1 est possible par l'intermédiaire de l'organe de transmission 71 lorsque l'élément passif 20 est translaté dans le premier sens de déplacement T1, et une rotation dans le deuxième sens de rotation R2 est possible par l'intermédiaire de l'organe de transmission 71 lorsque l'élément passif 20 est translaté dans le deuxième sens de déplacement T2.

[0034] Dans le deuxième mode de réalisation, le dispositif de rotation 100 comporte des moyens d'actionnement 92 se présentant sous la forme d'un deuxième actionneur piézoélectrique linéaire (mais qui pourrait prendre d'autres formes, l'important étant qu'il s'agisse d'un élément actif, contrairement au premier mode de réalisation), apte à commander la position du sautoir 82. Si l'on souhaite faire tourner la roue 62 dans le premier sens de rotation R1, l'organe de transmission 72 doit être déplacé dans le premier sens de déplacement T1 par l'intermédiaire de l'élément passif 20, de sorte à faire tourner la roue 62 d'une dent dans le premier sens de rotation R1. En parallèle, le sautoir 82 doit être en position soulevée, c'est-à-dire qu'il ne doit pas être en contact avec la roue 62 pour ne pas entraver sa rotation. Puis, le sautoir 82 doit être amené en position abaissée, de sorte à bloquer la roue 61, et l'organe de transmission 72 doit être déplacé dans le deuxième sens de déplacement T2 par l'intermédiaire de l'élément passif 20, de sorte à être réarmé. En effectuant une pluralité d'allers et retours de l'élément passif 20, il est possible de faire tourner la roue dans le premier sens de rotation R1 d'une pluralité de dents.

[0035] Au contraire, si l'on souhaite faire tourner la roue 61 dans le deuxième sens de rotation R2, l'organe de transmission 72 doit être déplacé dans le deuxième sens de déplacement T2 par l'intermédiaire de l'élément passif 20, de sorte à faire tourner la roue 62 d'une dent dans le deuxième sens de rotation R2. En parallèle, le sautoir 82 doit être en position soulevée, c'est-à-dire qu'il ne doit pas être en contact avec la roue 62 pour ne pas entraver sa rotation. Puis, le sautoir 82 doit être amené en position abaissée, de sorte à bloquer la roue 62, et l'organe de transmission 72 doit être déplacé dans le premier sens de déplacement T1 par l'intermédiaire de l'élément passif 20, de sorte à être réarmé. En effectuant une pluralité d'allers et retours de l'élément passif 20, il est possible de faire tourner la roue dans le deuxième sens de rotation R2 d'une pluralité de dents.

[0036] On comprend que le procédé de mise en rotation de la roue 62 au moyen du dispositif de rotation 101 décrit précédemment, comporte les étapes suivantes:

- étape A: au moyen de l'actionneur piézoélectrique 30, déplacer axialement l'élément passif 20 dans un sens de déplacement,
- étape B: au moyen de l'organe de transmission 72 poussant sur une dent 620 de la roue 62, faire tourner la roue 62 d'une dent selon un sens de rotation, le sautoir 82 étant dans la position soulevée,
- étape C: placer le sautoir 82 dans la position abaissée au moyen des moyens d'actionnement 92,
- étape D: au moyen de l'actionneur piézoélectrique 30, déplacer axialement l'élément passif 20 dans un sens de déplacement opposé à celui de l'étape A, le sautoir étant maintenu dans la position abaissée,
- répéter les étapes A, B, C, D autant de fois que nécessaire.

[0037] On note que dans le premier mode de réalisation comme dans le deuxième, le réarmement de l'élément passif 20 est gêné par une dent de la roue 61, 62: lors du réarmement, l'extrémité de l'élément passif 20 portant l'organe de transmission 71, 72 se soulève donc, mais est ramené dans son inclinaison initiale par les moyens de guidage dès que la dent est passée.

[0038] Le dispositif de rotation 100, 101 selon l'un des modes de réalisation de l'invention peut tout à fait être intégré à une pièce d'horlogerie de type montre-bracelet, notamment une pièce d'horlogerie comprenant une aiguille 40 coaxiale avec et solidaire en rotation de la roue 61, 62. Toutefois, le dispositif de rotation selon un des modes de réalisation de l'invention pourrait être utilisé pour entraîner en rotation non pas une aiguille, mais un disque (par exemple un disque des quantités ou un disque de phase de lune), une roue ou encore un anneau.

[0039] On comprendra que diverses modifications et/ou améliorations et/ou combinaisons évidentes pour l'homme du métier peuvent être apportées aux différentes formes d'exécution de l'invention exposée ci-dessus sans sortir du cadre de l'invention définie par les revendications annexées.

Revendications

1. Dispositif de rotation (100; 101) d'une roue dentée (61; 62), comprenant:
 - un moteur piézoélectrique linéaire comprenant:
 - un élément passif (20) de forme allongée,
 - un actionneur piézoélectrique (30) apte à déplacer axialement l'élément passif (20) de manière bidirectionnelle,
 - un organe de transmission (71; 72) fixé à l'élément passif (20), en prise avec une denture (610; 620) de la roue (61; 62) de sorte à faire tourner la roue (61; 62) d'une dent selon un premier sens de rotation (R1) lorsque l'élément passif (20) est déplacé axialement selon un premier sens de déplacement (T1),
 - un sautoir (81; 82) mobile entre deux positions extrémales dont une position abaissée dans laquelle il bloque une rotation de la roue dans un deuxième sens de rotation (R2) opposé au premier sens de rotation (R1).
2. Dispositif de rotation (100) selon la revendication précédente, comprenant des moyens de rappel (91) tendant à ramener le sautoir (81) dans la position abaissée lorsque le sautoir (81) en est dévié sous l'effet d'une rotation de la roue (61) dans le premier sens de rotation (R1).
3. Dispositif de rotation (100) selon la revendication précédente, dans lequel les moyens de rappel (91) sont des moyens élastiques, permettant de maintenir le sautoir (82) contre la denture de la roue (61) lorsque la roue tourne dans le premier sens de rotation (R1).
4. Dispositif de rotation (101) selon la revendication 1, dans lequel:
 - l'organe de transmission (72) est en prise avec la denture de la roue (62) de sorte à faire tourner la roue (62) d'une dent dans le deuxième sens de rotation (R2) lorsque l'élément passif (20) est déplacé axialement selon un deuxième sens de déplacement (T2) opposé au premier sens de déplacement (T1),
 - le sautoir (82), dans sa position abaissée, bloque une rotation de la roue dans le premier sens de rotation (R1).
5. Dispositif de rotation (101) selon la revendication précédente, comprenant des moyens d'actionnement (92) permettant de basculer le sautoir (82) d'une position extrémales à l'autre.
6. Dispositif de rotation (101) selon la revendication précédente, dans lequel les moyens d'actionnement (92) comprenant un deuxième actionneur piézoélectrique linéaire permettant d'approcher et d'éloigner le sautoir (82) de la roue (62).
7. Dispositif de rotation (100; 101) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'actionneur piézoélectrique (30) comporte un résonateur comprenant une paire de bras (31, 32) connectés à l'une de leurs extrémités au niveau d'une zone de connexion (33), les deux autres extrémités (310, 320) étant dites libres, l'élément passif (20) passant entre les extrémités libres (310, 320) desdits bras (31, 32) de sorte à être déplacé axialement par friction des extrémités libres (310, 320) sur sa surface.
8. Dispositif de rotation (100; 101) selon l'une des revendications précédentes, comprenant des moyens de guidage (50) axial de l'élément passif (20) tendant à ramener l'élément passif (20) dans sa position initiale lorsque l'élément passif (20) en est dévié sous l'effet d'un déplacement axial de l'élément passif (20) combiné à un blocage en rotation de la roue.
9. Pièce d'horlogerie comportant une roue (61, 62) et un dispositif de rotation (100; 101) selon l'une des revendications précédentes.
10. Pièce d'horlogerie selon la revendication précédente, comportant une aiguille (40) solidaire en rotation de la roue (61; 62).
11. Procédé de rotation d'une roue dentée (61; 62) au moyen d'un dispositif de rotation (100; 101) selon l'une des revendications 1 à 8, comprenant les étapes suivantes successives:
 - A: au moyen de l'actionneur piézoélectrique (30), déplacer axialement l'élément passif (20) dans le premier sens de déplacement (T1),
 - B: au moyen de l'organe de transmission (71; 72), faire tourner la roue (61; 62) d'une dent selon le premier sens de rotation (R1),
 - C: placer le sautoir (81; 82) dans la position abaissée,
 - D: au moyen de l'actionneur piézoélectrique (30), déplacer axialement l'élément passif (20) dans le deuxième sens de déplacement (T2).
12. Procédé de rotation selon la revendication précédente, comprenant l'étape suivante, réalisée suite à l'étape D: répéter les étapes A, B, C et D.

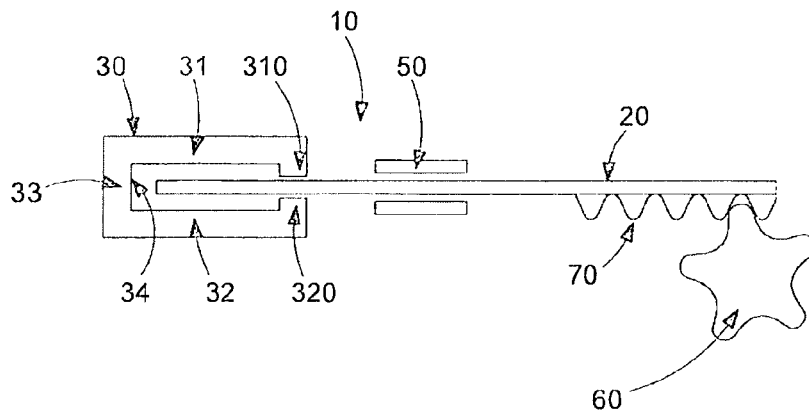


Fig. 1

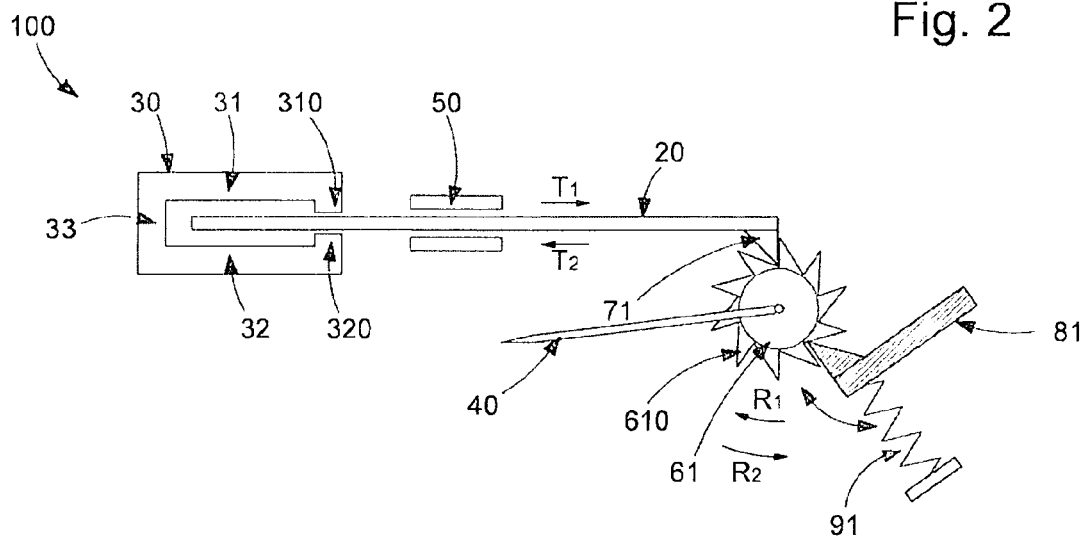


Fig. 2

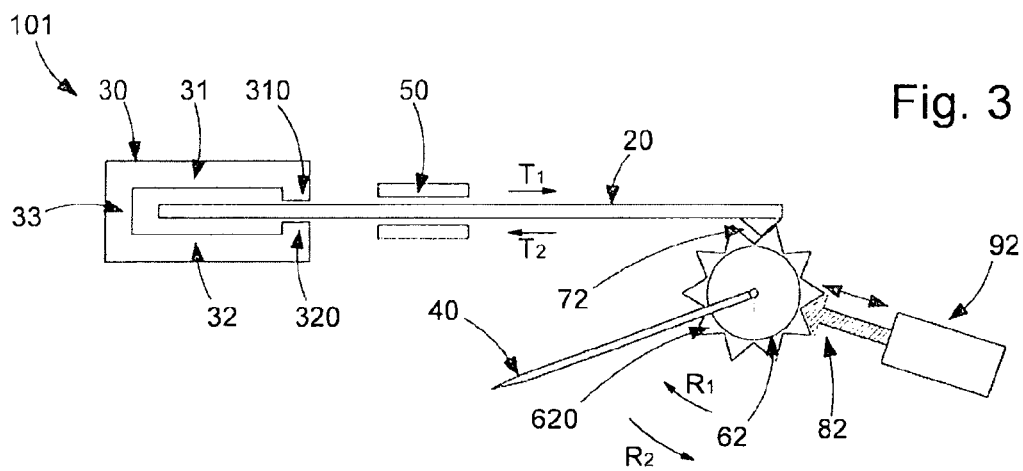


Fig. 3

Fig. 4

