



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 714 857 A2

(51) Int. Cl.: G04B 17/22 (2006.01)
G04B 17/06 (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: 00310/19

(22) Date de dépôt: 14.03.2019

(43) Demande publiée: 30.09.2019

(30) Priorité: 16.03.2018 JP 2018-050030

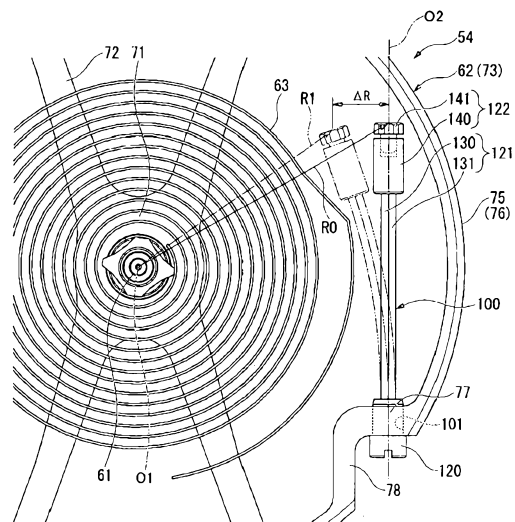
(71) Requéérant:
Seiko Instruments Inc., 8, Nakase 1-chome Mihama-ku
Chiba-shi Chiba (JP)

(72) Inventeur(s):
Masahiro Nakajima, Chiba-shi, Chiba (JP)
Takuma Kawauchiya, Chiba-shi, Chiba (JP)
Hisashi Fujieda, Chiba-shi, Chiba (JP)
Kengo Ito, Chiba-shi, Chiba (JP)

(74) Mandataire:
BOVARD SA Conseils en propriété intellectuelle,
Optingenstrasse 16
3013 Bern (CH)

(54) **Balancier-spiral thermocompensé, mouvement et pièce d'horlogerie.**

(57) Il est proposé un balancier-spiral thermocompensé, un mouvement et une pièce d'horlogerie permettant de régler simplement, avec une précision élevée, une quantité de correction de coefficient thermique et ayant une excellente performance de compensation thermique avec une qualité élevée. Un balancier-spiral thermocompensé selon la présente demande comprend: un corps de balancier-spiral qui comprend un arbre de balancier (61) s'étendant selon un premier axe (O1) et qui tourne autour du premier axe (O1) de par la puissance d'un spiral (63); et une unité de réglage (100) qui comprend un moins deux pièces bimatérielles (121) qui s'étendent respectivement le long de deuxièmes axes (O2), à partir de positions symétriques par rotation autour du premier axe (O1) sur le corps de balancier-spiral. Dans chaque pièce bimatérielles (26) des matériaux (130, 131) ayant des coefficients de dilatation thermique différents sont accolés selon une direction coupant le deuxième axe (O2) respectif, ainsi qu'une partie formant masselotte (122) qui est attachée à la pièce bimatérielles (121) de manière à être déplaçable selon une deuxième direction axiale le long du deuxième axe (O2).



Description**ARRIÈRE-PLAN DE L'INVENTION****1. Domaine de l'invention**

[0001] La présente invention concerne un balancier-spiral thermocompensé, un mouvement et une pièce d'horlogerie.

2. Description de l'art antérieur afférent

[0002] Un balancier-spiral qui remplit la fonction d'un régulateur de vitesse d'une pièce d'horlogerie mécanique comprend un arbre de balancier s'étendant selon un axe, une roue de balancier fixée à l'arbre de balancier, ainsi qu'un spiral. L'arbre de balancier et la roue de balancier tournent sur l'axe dans un sens et dans le sens contraire (oscillent), de manière périodique, en fonction d'expansions et de contractions du spiral.

[0003] Dans le balancier-spiral décrit ci-dessus, on considère comme important que la période d'oscillation soit réglée sur une valeur prédéterminée spécifiée. Si la période d'oscillation s'écarte de la valeur spécifiée, la marche de la pièce d'horlogerie mécanique (le degré de prise de retard ou d'avance de la pièce d'horlogerie) change.

[0004] La période d'oscillation T du balancier-spiral est donnée par l'équation (1) qui suit. Dans l'équation (1), I est le «moment d'inertie» du balancier-spiral et K est la «raideur du spiral».

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{K}} \quad \text{Equation (1)}$$

[0005] Sur la base de l'équation (1), si le moment d'inertie I du balancier-spiral et la raideur K du spiral changent en fonction d'un changement de température ou analogue, la période d'oscillation T du balancier-spiral change. En particulier, dans certains cas, la roue de balancier mentionnée plus haut est faite d'un matériau ayant un coefficient de dilatation positif (un matériau qui s'expande pour une augmentation de température). Dans ce cas, si la température augmente, le diamètre de la roue de balancier augmente et le moment d'inertie I augmente. D'un autre côté, dans certains cas, le spiral est réalisé en un matériau (par exemple en acier) ayant un module d'Young avec un coefficient thermique négatif. Dans ce cas, si la température augmente, la raideur K diminue.

[0006] Pour cette raison, lorsque la température augmente, le moment d'inertie I augmente et la raideur K diminue, si bien que la période d'oscillation T voit sa durée augmenter. Il en résulte que la période d'oscillation T du balancier-spiral devient plus courte à une température basse et devient plus longue à une température élevée, si bien que le comportement thermique (caractéristique thermique) de la pièce d'horlogerie est d'avancer aux basses températures et de retarder aux hautes températures.

[0007] Ici, comme mesure correctrice pour améliorer la dépendance de la période d'oscillation T à la température, il est concevable d'utiliser un matériau d'élasticité constante (par exemple le Coelivar ou analogue) comme matériau constitutif du spiral. En employant un matériau élastique constant, on conçoit que la variation de la raideur K en fonction d'un changement de température peut être supprimée et que la dépendance de la période d'oscillation T à la température peut être supprimée. Cependant, pour supprimer les variations du coefficient thermique du module d'Young, il y a un problème qui est qu'une maîtrise d'une fabrication précise est requise et qu'il est difficile de fabriquer le spiral.

[0008] Par ailleurs, comme mesure correctrice pour améliorer la dépendance de la période d'oscillation T à la température, une constitution dans laquelle des pièces bimétal constitutives de la roue de balancier sont prévues en des positions symétriques par rotation (invariance par rotation) est également envisageable (voir, par exemple, le document JP-B-43-26 014 (document de brevet 1)). On réalise la pièce bimétal en empilant des matériaux en plaque ayant des coefficients de dilatation différents.

[0009] Avec cette constitution, lors d'une augmentation de température, la pièce bimétal est déformée, par exemple vers l'intérieur selon une direction radiale, en fonction de la différence entre les coefficients de dilatation des matériaux en plaque respectifs. Par conséquent, au moyen d'une réduction du diamètre moyen de la roue de balancier, le moment d'inertie I peut être réduit. Il en résulte qu'il est concevable que le comportement thermique (caractéristique thermique) du moment d'inertie I peut être corrigé et que la dépendance de la période d'oscillation T à la température peut être supprimée.

[0010] Toutefois, dans la constitution décrite ci-dessus proposée dans le document de brevet 1, dans le cas d'un réglage du degré de correction du coefficient thermique (le degré de déformation de la pièce bimétal selon la direction radiale, en fonction du changement de température) par chacune des pièces bimétal, il est nécessaire d'attacher séparément une vis ou analogue à la pièce bimétal et de détacher cette vis ou analogue de la pièce bimétal. Pour cette raison, il est compliqué de régler le degré de correction du coefficient thermique et il est difficile d'effectuer un réglage avec une précision élevée.

[0011] En outre, par exemple, dans le cas où chacune des pièces bimétal n'est pas réalisée à la forme désirée du fait d'une fluctuation de fabrication ou analogue, les degrés des corrections de coefficient thermique par les pièces bimétal tendent à être variables. Dans le cas où les degrés des corrections de coefficient thermique diffèrent entre les différentes pièces bimétal, le centre de gravité du balancier-spiral est déporté par rapport à l'axe de rotation. Il en résulte qu'il est possible que le balancier-spiral ait un balourd et que la variation de la période d'oscillation T selon l'orientation du balancier-spiral devienne plus grande (communément appelée la différence due à l'orientation).

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

[0012] Un aspect de la présente demande est de proposer un balancier-spiral thermocompensé, un mouvement et une pièce d'horlogerie permettant de régler simplement, avec une précision élevée, l'importance de la correction de coefficient thermique et obtenant une performance excellente en termes de compensation thermique, avec une qualité élevée.

[0013] Un aspect de la présente demande est de proposer un balancier-spiral thermocompensé comprenant: un corps de balancier-spiral qui comprend un arbre de balancier s'étendant selon un premier axe et qui tourne autour du premier axe de par la puissance d'un spiral; et une unité de réglage qui comprend des pièces bimatérielles qui s'étendent respectivement le long de deuxièmes axes, à partir de positions symétriques par rotation autour du premier axe sur le corps de balancier-spiral, et dans lesquelles des matériaux ayant des coefficients de dilatation thermique différents sont accolés selon une direction coupant le deuxième axe, ainsi qu'une partie formant masselotte qui est attachée à la pièce bimatérielles de manière à être déplaçable selon une deuxième direction axiale le long du deuxième axe.

[0014] Selon le présent aspect, du fait que la pièce bimatérielles se déforme en fonction d'un changement de température, un diamètre moyen du corps de balancier-spiral est changé. Par conséquent, il est possible de corriger la caractéristique thermique du moment d'inertie.

[0015] En particulier, dans le présent aspect, en réglant la position de la partie formant masselotte selon la deuxième direction axiale par rapport à la pièce bimatérielles, il est possible de modifier la position du centre de la partie formant masselotte selon la deuxième direction axiale. Par conséquent, il est possible de régler continuellement le coefficient thermique du moment d'inertie du balancier-spiral. Par conséquent, il est possible de régler d'une manière simple, avec une précision élevée, le degré de correction du coefficient thermique, comparé à la constitution de l'art antérieur dans laquelle des composants distincts tels que des vis et analogues sont attachés et détachés.

[0016] Dans l'aspect, le corps de balancier-spiral peut comprendre l'arbre de balancier, et une roue de balancier qui comprend une serge entourant l'arbre de balancier depuis un extérieur selon une première direction radiale orthogonale au premier axe et qui est attachée à l'arbre de balancier, l'unité de réglage pouvant s'étendre depuis la serge.

[0017] Selon le présent aspect, comme l'unité de réglage équipe la serge, il est possible de maintenir l'unité de réglage à distance du premier axe selon la première direction radiale. Par conséquent, il devient possible d'augmenter la variation de rayon (la différence de distance entre la distance d'une extrémité de bout de l'unité de réglage au premier axe à une température prédéterminée et la distance de l'extrémité de bout de l'unité de réglage au premier axe après un changement de température, selon la première direction radiale) de l'unité de réglage et il est possible d'augmenter l'importance de la correction de coefficient thermique par la pièce bimatérielles.

[0018] Dans l'aspect, la partie formant masselotte peut comprendre une partie fixée qui est fixée à la pièce bimatérielles, et une partie déplaçable qui est attachée à la partie fixée, de manière à être déplaçable selon la deuxième direction axiale.

[0019] Selon le présent aspect, en déplaçant seulement la partie déplaçable de la partie formant masselotte par rapport à la partie fixée et la pièce bimatérielles, on ne modifie pas la longueur efficace (la longueur du segment découvert de la pièce bimatérielles, dans l'unité de réglage) de la pièce bimatérielles avec un déplacement de la partie déplaçable. En d'autres termes, comme il est possible de ne modifier que la position du centre de la partie formant masselotte (la quantité dont la pièce bimatérielles est déformée en fonction d'une variation de température n'est pas changée), il est possible de régler d'une manière encore plus simple l'importance de la correction de coefficient thermique.

[0020] Dans l'aspect, la pièce bimatérielles peut s'étendre en porte-à-faux à partir du corps de balancier-spiral, la partie formant masselotte pouvant être attachée à une extrémité de bout de la pièce bimatérielles.

[0021] Selon le présent aspect, comme les unités de réglage s'étendent en porte-à-faux, il est possible de garantir la variation de rayon en fonction de la variation de température et il est possible d'augmenter la quantité dont le coefficient thermique est corrigé par la pièce bimatérielles.

[0022] De plus, comme la partie formant masselotte est attachée à l'extrémité de bout de la pièce bimatérielles, il est possible d'augmenter la masse de l'extrémité de bout, qui est la partie de l'unité de réglage la plus déformée. Pour cette raison, il est possible d'augmenter la quantité dont le coefficient thermique est corrigé par la pièce bimatérielles. En outre, en attachant la partie formant masselotte à l'extrémité de bout de la pièce bimétal, il est possible de faire qu'une extrémité d'embase de l'unité de réglage soit tenue solidement dans le corps de balancier-spiral. Par conséquent, il est possible d'empêcher que l'unité de réglage entière branle en fonction d'un réglage de la partie formant masselotte et il est possible de régler l'importance de la correction de coefficient thermique avec une précision encore plus élevée.

[0023] Dans l'aspect, l'unité de réglage peut être portée par le corps de balancier-spiral de manière à avoir une orientation réglable autour du deuxième axe.

[0024] Selon le présent aspect, comme l'orientation de l'unité de réglage autour du deuxième axe peut être réglée, il est possible de modifier l'orientation de la pièce bimatérial en fonction du coefficient thermique du module d'Young du spiral. Par conséquent, le degré de correction du coefficient thermique par la pièce bimatérial peut être modifiée pour être aussi bien positif que négatif, et le coefficient thermique du moment d'inertie du balancier-spiral peut être corrigé de manière à être aussi bien positif que négatif. En d'autres termes, il devient aisé de compenser une modification du coefficient thermique du module d'Young par une caractéristique thermique du moment d'inertie du balancier-spiral. En particulier, comme dans le présent aspect, en réglant le moment d'inertie du balancier-spiral par l'orientation de la pièce bimatérial en plus de la position de la partie formant masselotte, il est possible de régler avec une précision plus élevée l'importance de la correction de coefficient thermique. Il en résulte que la période d'oscillation du balancier-spiral peut être constante et qu'un balancier-spiral présentant une excellente compensation thermique peut être proposé.

[0025] De plus, dans le présent aspect, même si l'orientation de la pièce bimatérial est modifiée, la longueur de l'unité de réglage selon la deuxième direction axiale reste la même. Pour cette raison, contrairement au cas d'un changement de la longueur efficace de la pièce bimétal que l'on a dans l'art antérieur, il est possible d'éviter que le centre de gravité du balancier-spiral soit déporté à la température prédéterminée (la température normale (par exemple environ 23°C)). Il en résulte qu'il est possible d'éviter l'apparition d'un balourd et de réduire la différence due à l'orientation.

[0026] Dans l'aspect, le spiral peut être fait d'un matériau élastique constant.

[0027] Selon le présent aspect, il est possible de réduire la variation du module d'Young en fonction d'un changement de température et de supprimer une dépendance de la période d'oscillation à la température. En outre, dans le présent aspect, comme une variation du coefficient thermique du module d'Young peut être corrigée par l'angle de pivotement de l'unité de réglage, le management de la fabrication du spiral devient aisé. Pour cette raison, il est possible d'améliorer l'efficacité de la fabrication du spiral et de réduire les coûts.

[0028] Dans l'aspect, un centre de la pièce bimatérial peut être positionné sur le deuxième axe.

[0029] Selon le présent aspect, comme le centre de l'unité de réglage est positionné sur le deuxième axe, il est possible d'empêcher que le centre de l'unité de réglage soit décalé hors du deuxième axe par la position de la partie formant masselotte dans le cas d'un réglage de la position de la partie formant masselotte selon la deuxième direction axiale. Il en résulte que, comme il est possible d'éviter que le centre de gravité du balancier-spiral soit déporté en fonction de l'angle de pivotement de l'unité de réglage, il est possible de réduire sûrement la différence due à l'orientation.

[0030] Un mouvement selon un autre aspect de la présente demande peut

[0031] Une pièce d'horlogerie selon encore un autre aspect de la présente demande peut comprendre un balancier-spiral selon l'aspect.

[0032] Selon le présent aspect, comme le balancier-spiral thermocompensé de l'aspect est incorporé, il est possible de proposer un mouvement et une pièce d'horlogerie de qualité élevée, avec une faible variation affectant la marche.

[0033] Selon la présente demande, il est possible de proposer un balancier-spiral thermocompensé, un mouvement et une pièce d'horlogerie permettant de régler aisément l'importance de la correction de coefficient thermique, avec une précision élevée, et obtenant une performance excellente s'agissant de la compensation thermique, avec une qualité élevée.

BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0034]

- La fig. 1 est une vue externe d'une pièce d'horlogerie selon un premier mode de réalisation.
- La fig. 2 est une vue en plan d'un mouvement selon le premier mode de réalisation, à savoir la vue en plan obtenue lorsqu'on regarde depuis le côté avant.
- La fig. 3 est une vue en plan d'un balancier-spiral selon le premier mode de réalisation, à savoir la vue en plan obtenue lorsqu'on regarde depuis le côté avant.
- La fig. 4 est une vue latérale du balancier-spiral selon le premier mode de réalisation.
- La fig. 5 est une vue en coupe selon la ligne V-V présente sur la fig. 3.
- La fig. 6 est une vue éclatée, en perspective, d'une unité de réglage selon le premier mode de réalisation.
- La fig. 7 est une vue en coupe selon la ligne VII-VII présente sur la fig. 6.
- La fig. 8 est une vue en coupe analogue à la fig. 7.

CH 714 857 A2

- La fig. 9 est une vue partielle, en plan, du balancier-spiral, pour expliquer un fonctionnement de l'unité de réglage.
- La fig. 10 est une vue en coupe représentant l'unité de réglage agrandie, dans un état où l'unité de réglage est dans une position de référence.
- La fig. 11 est une vue en coupe représentant l'unité de réglage agrandie, dans un état où un angle de pivotement θ de l'unité de réglage est de 45 degrés.
- La fig. 12 est une vue en coupe représentant l'unité de réglage agrandie, dans un état où l'angle de pivotement θ de l'unité de réglage est de 90 degrés.
- La fig. 13 est une vue en coupe représentant l'unité de réglage agrandie, dans un état où l'angle de pivotement de cette unité de réglage est de -45 degrés.
- La fig. 14 est une vue en coupe représentant l'unité de réglage agrandie, dans un état où l'angle de pivotement θ de cette unité de réglage est de -90 degrés.
- La fig. 15 est un schéma illustrant la relation entre l'orientation de la pièce bimatérial et la quantité de déformation de la pièce bimatérial dans le cas où on fait varier l'angle de pivotement θ de l'unité de réglage depuis -90 degrés jusqu'à 90 degrés.
- La fig. 16 est un graphe représentant la relation entre l'angle de pivotement θ et la variation de rayon ΔR de l'unité de réglage.
- La fig. 17 est un graphe représentant la relation entre la température ($^{\circ}\text{C}$) et la marche, en fonction d'une différence sur le coefficient thermique du module d'Young d'un spiral.
- La fig. 18 est une vue en perspective d'une unité de réglage selon un deuxième mode de réalisation.
- La fig. 19 est une vue en coupe selon la ligne XIX–XIX présente sur la fig. 18.
- La fig. 20 est une vue en perspective d'une unité de réglage selon un troisième mode de réalisation.
- La fig. 21 est une vue en coupe selon la ligne XXI–XXI présente sur la fig. 20.
- La fig. 22 est une vue en plan d'un balancier-spiral selon un exemple de variante, à savoir la vue en plan obtenue lorsqu'on regarde depuis le côté avant.
- La fig. 23 est une vue partielle, en plan, du balancier-spiral selon l'exemple de variante.

DESCRIPTION DES MODES DE RÉALISATION

[0035] Dans ce qui suit, on va décrire des modes de réalisation de la présente invention en se référant aux dessins. Les composants qui correspondent les uns aux autres dans les modes de réalisation décrits plus bas sont désignés par les mêmes numéros de référence et, dans certains cas, leur description sera omise.

Premier mode de réalisation

Pièce d'horlogerie

[0036] La fig. 1 est une vue externe d'une pièce d'horlogerie 1. Afin de rendre les dessins faciles à appréhender, dans chacun des dessins vus plus bas, une partie des composants de la pièce d'horlogerie sont omis et chacun des composants de la pièce d'horlogerie est représenté de manière simplifiée dans certains cas.

[0037] Comme le montre la fig. 1, la pièce d'horlogerie 1 du présent mode de réalisation est obtenue en montant un mouvement 2, un cadran 3, diverses aiguilles 4 à 6, et ainsi de suite dans une boîte de pièce d'horlogerie 7.

[0038] La boîte de pièce d'horlogerie 7 comprend un corps de boîte 11, un couvercle de boîte (non représenté) et une glace de couvercle 12. Une couronne 15 est prévue à la position à 3 heures (côté droit sur la fig. 1), sur une surface latérale du corps de boîte 11. La couronne 15 est prévue pour manœuvrer le mouvement 2 depuis l'extérieur du corps de boîte 11. La couronne 15 est fixée à une tige de remontoir 19 insérée dans le corps de boîte 11.

Mouvement

[0039] La fig. 2 est une vue en plan du mouvement 2 tel que vu depuis le côté avant.

[0040] Comme le montre la fig. 2, le mouvement 2 est constitué de manière que plusieurs objets en rotation (mobiles ou analogues) sont montés rotatifs sur une platine 21 formant un châssis du mouvement 2. Dans la description qui suit, le

côté de la platine 21 avec la glace de couvercle 12 de la boîte de pièce d'horlogerie 7 (le côté avec le cadran 3) est appelé le «côté arrière» du mouvement 2 et le côté de la platine 21 avec le couvercle de boîte (le côté opposé au cadran 3) est appelé le «côté avant» du mouvement 2. En outre, chacun des objets en rotation décrits plus bas a, comme direction axiale, la direction antéro-postérieure du mouvement 2.

[0041] La tige de remontoir 19 mentionnée plus haut est montée dans la platine 21. La tige de remontoir 19 est utilisée pour corriger la date ou l'heure. La tige de remontoir 19 est rotative sur un axe de la tige de remontoir 19 et elle est déplaçable selon une direction axiale. La tige de remontoir 19 est positionnée selon la direction axiale au moyen d'un dispositif de commutation comprenant une tirette 23, une bascule 24, un ressort de bascule 25, ainsi qu'un sautoir de tirette 26.

[0042] Lorsqu'on tourne la tige de remontoir 19, un pignon de remontoir 31 tourne par l'intermédiaire de la rotation d'un pignon coulant (non représenté). De par la rotation du pignon de remontoir 31, une roue de couronne 32 et un rochet 33 tournent à la suite et un ressort de barillet (non représenté) logé dans un barillet de mouvement 34 est armé.

[0043] Le barillet de mouvement 34 est monté entre la platine 21 et un pont de barillet 35 de manière à être rotatif. Un deuxième mobile 41, un troisième mobile 42 et un quatrième mobile 43 sont montés entre la platine 21 et un pont de rouage 45 de manière à être rotatifs.

[0044] Lorsque le barillet de mouvement est tourné par une force de restitution produite par le ressort de barillet, le deuxième mobile 41, le troisième mobile 42 et le quatrième mobile 43 sont tournés en succession de par la rotation du barillet de mouvement 34. Le barillet de mouvement 34, le deuxième mobile 41, le troisième mobile 42 et le quatrième 43 forment un rouage avant.

[0045] Dans le rouage avant décrit ci-dessus, l'aiguille des minutes 5 (voir la fig. 1) est assujettie au deuxième mobile 41. L'aiguille des heures 4 mentionnée plus haut est attachée à une roue des heures (non représentée) qui tourne selon la rotation du deuxième mobile 41. En outre, l'aiguille des secondes 6 (voir la fig. 1) est agencée pour tourner sur la base de la rotation du quatrième mobile 43.

[0046] Un échappement de régulation de vitesse 51 est monté dans le mouvement 2.

[0047] L'échappement de régulation de vitesse 51 comprend un mobile d'échappement 52, une ancre 53 et un balancier-spiral 54 (balancier-spiral thermocompensé).

[0048] Le mobile d'échappement 52 est monté entre la platine 21 et le pont de rouage 45 de manière à être rotatif. Le mobile d'échappement 52 est tourné de par une rotation du quatrième mobile 43.

[0049] L'ancre 53 est montée entre la platine 21 et un pont d'ancre 55 de manière à être à même d'osciller. L'ancre 53 comprend une paire de palettes 56a et 56b. Les palettes 56a et 56b sont alternativement en prise avec une roue d'échappement 52a du mobile d'échappement 52, de par l'oscillation de l'ancre 53. Le mobile d'échappement 52 arrête de tourner temporairement lorsque l'une des palettes 56a et 56b est en prise avec la roue d'échappement 52a. En outre, le mobile d'échappement 52 tourne lorsque les palettes 56a et 56b sont à l'écart de la roue d'échappement 52a. Par une répétition continue de ces opérations, le mobile d'échappement 52 est tourné de manière intermittente. De par la rotation intermittente du mobile d'échappement 52, le rouage (le rouage avant) fonctionne de manière intermittente, si bien que la rotation du rouage avant est contrôlée.

Balancier-spiral

[0050] La fig. 3 est une vue en plan du balancier-spiral 54 tel que vu depuis le côté avant. La fig. 4 est une vue latérale du balancier-spiral 54.

[0051] Comme le montre les figures 3 et 4, le balancier-spiral 54 règle la vitesse du mobile d'échappement 52 (il fait que ce mobile d'échappement 52 est libéré à un rythme constant). Le balancier-spiral 54 comprend principalement un arbre de balancier 61, une roue de balancier 62 et un spiral 63.

[0052] Comme le montre la fig. 4, l'arbre de balancier 61 est retenu entre la platine 21 et un pont de balancier 65 de manière à être rotatif sur un premier axe O1. Dans la description qui suit, dans certains cas, la direction selon le premier axe O1 est appelée la première direction axiale, une direction orthogonale au premier axe O1 est appelée une première direction radiale et une direction tournant autour du premier axe O1 est appelée une première direction circonférentielle. Dans le cas présent, la première direction axiale coïncide avec la direction antéro-postérieure.

[0053] L'arbre de balancier 61 fait des va-et-vient autour du premier axe O1, avec une période d'oscillation constante, de par la puissance transmise depuis le ressort de barillet 63. Une extrémité de l'arbre de balancier 61, à savoir son extrémité avant selon la première direction axiale, est retenue par le pont de balancier 65, par l'intermédiaire d'un palier (non représenté). Une extrémité de l'arbre de balancier 61, à savoir son extrémité arrière selon la première direction axiale, est retenue par un palier (non représenté) formé dans la platine 21.

[0054] Un double plateau 67 est adapté extérieurement sur l'extrémité de l'arbre de balancier 61 qui est l'extrémité arrière selon la première direction axiale. Le double plateau 67 a une forme tubulaire disposée de manière à être coaxiale avec le premier axe O1. Une cheville de plateau 68 est prévue sur une partie du double plateau 67 selon la première direction circonférentielle. La cheville de plateau 68 répète les actions consistant à se mettre en prise avec et à se libérer de la

fourchette de l'ancre 53 de manière synchronisée avec les va-et-vient du balancier-spiral 54. Par conséquent, l'ancre 53 effectue des va-et-vient, si bien que les palettes 56a et 56b répètent les opérations consistant à se mettre en prise avec et à se libérer du mobile d'échappement 52.

[0055] Comme le montre la fig. 3, la roue de balancier 62 est fixée au côté avant du double plateau 67 dans l'arbre de balancier 61 selon la première direction axiale. La roue de balancier 62 comprend principalement un moyeu 71, des rayons 72 et une serge 73. Dans le présent mode de réalisation, le moyeu 71, les rayons 72 et la serge 73 sont réalisés en un métal (par exemple en laiton ou analogue), de manière monobloc.

[0056] Le moyeu 71 est fixé à l'arbre de balancier 61 par chassage ou analogue.

[0057] Le rayon 72 est en saillie à partir du moyeu 71, vers l'extérieur selon la première direction radiale. Dans le présent mode de réalisation, il est possible de modifier de manière appropriée la position du rayon 72 selon la première direction circonférentielle, le nombre de rayons 72 et ainsi de suite.

[0058] La serge 73 a une forme annulaire agencée de manière à être coaxiale avec le premier axe O1 dans son ensemble, puisque les deux extrémités d'une paire de portions de serge 75, selon la première direction circonférentielle, sont raccordées l'une à l'autre. La serge 73 entoure le moyeu 71, depuis l'extérieur selon la première direction radiale. Une extrémité du rayon 72, à savoir son extrémité extérieure selon la première direction radiale, est raccordée à une surface périphérique interne de la serge 73.

[0059] Chacune des portions de serge 75 est formée de manière à être symétrique par rotation (symétrie d'ordre 2 dans le présent mode de réalisation) autour du premier axe O1. Une cible de rotation est un exemple d'une expression pour caractériser une figure et il s'agit d'un concept connu. Par exemple, si n est un entier supérieur ou égal à 2 et lorsqu'une cible de rotation se recouvre elle-même lorsqu'elle est tournée de $360/n$ degrés autour d'un certain centre (pour le cas d'une figure en deux dimensions) ou d'un axe (pour le cas d'une forme tridimensionnelle), cette caractéristique est appelée une symétrie d'ordre n , une symétrie de phase n , une symétrie de $360/n$ degrés ou analogue. Par exemple, dans le cas où $n = 2$, lorsqu'elle est pivotée de 180° , la cible de rotation se recouvre elle-même et elle possède une symétrie d'ordre 2.

[0060] Chacune des portions de serge 75 comprend une portion en arc circulaire 76, une première portion coudée 77 et une deuxième portion coudée 78.

[0061] Les portions en arc circulaire 76 respectives ont des formes d'arc ayant le même rayon de courbure autour du premier axe O1 comme centre.

[0062] La première portion coudée 77 est raccordée à une première extrémité de la portion en arc circulaire 76 selon la première direction circonférentielle. La première portion coudée 77 est coudée depuis une portion en arc circulaire 76, vers le premier axe O1, le long d'une direction tangentielle de la serge 73.

[0063] La deuxième portion coudée 78 est raccordée à une deuxième extrémité d'une portion en arc circulaire 76 selon la première direction circonférentielle. La deuxième portion coudée 78 est coudée depuis une portion en arc circulaire 76, vers le premier axe O1, le long d'une direction tangentielle de la serge 73.

[0064] La première portion coudée 77 d'une portion de serge 75 parmi les portions de serge 75 respectives est raccordée à la deuxième portion coudée 78 de l'autre portion de serge 75. La deuxième portion coudée 78 d'une portion de serge 75 parmi les portions de serge 75 respectives est connectée à la première portion coudée 77 de l'autre portion de serge 75. Par conséquent, la serge 77 est monobloc, de forme annulaire. Dans le présent mode de réalisation, la première portion coudée 77 d'une portion de serge 75 (ou de l'autre portion de serge 75) et la deuxième portion coudée 78 de l'autre portion de serge 75 (ou ladite une portion de serge 75) sont perpendiculaires l'une à l'autre.

[0065] Le spiral 63 est un spiral plat en forme de spirale lorsqu'il est vu dans une vue en plan selon la première direction axiale. Le spiral 63 s'enroule le long d'une courbe d'Archimède. Une extrémité intérieure du spiral 63 est connectée à l'arbre de balancier 61 au moyen d'une virole 79. Une extrémité externe du spiral 63 est connectée au pont de balancier 63 au moyen d'un piton (non représenté). Le spiral 63 a comme rôle de stocker de l'énergie transmise du quatrième mobile 43 au mobile d'échappement 52 et de transmettre cette puissance à l'arbre de balancier 61.

[0066] Dans le présent mode de réalisation, un matériau élastique constant (par exemple le Coelinvair ou analogue) est employé de manière appropriée pour le spiral 63. Le spiral 63 présente une caractéristique thermique positive du module d'Young sur la plage de température d'utilisation. Dans ce cas, le coefficient thermique du module d'Young du spiral 63 est choisi de manière à faire que la période d'oscillation du balancier-spiral 54 soit aussi constant que possible pour une caractéristique thermique du moment d'inertie de la roue de balancier 62 avec un changement de température. En même temps, le spiral 63 peut être fait d'un matériau autre qu'un matériau élastique constant. Dans ce cas, pour le spiral 63, il est possible d'utiliser un acier général ayant un coefficient thermique négatif (une caractéristique selon laquelle la raideur augmente avec une augmentation de température) du module d'Young.

Unité de réglage

[0067] Ici, une unité de réglage 100 est portée par la première portion coudée 77 de chaque portion de serge 75 décrite plus haut, en porte-à-faux. L'unité de réglage 100 a la forme d'une barre s'étendant selon un deuxième axe O2 parallèle à une tangente de la serge 73, à l'intérieur de cette serge 73. Dans ce qui suit, dans certains cas, une direction selon le

deuxième axe O2 est appelée une deuxième direction axiale, une direction orthogonale au deuxième axe O2 est appelée une deuxième direction radiale, et une direction tournant autour du deuxième axe O2 est appelée une deuxième direction circonférentielle. Dans le présent mode de réalisation, les unités de réglage 100 possèdent une symétrie de rotation autour du premier axe O1. Pour cette raison, dans la description qui suit, une unité de réglage 100 va être décrite à titre d'exemple.

[0068] La fig. 5 est une vue en coupe selon la ligne V-V de la fig. 3.

[0069] Comme le montre la fig. 5, un trou de montage 101 passant à travers la première portion coudée 77 selon la deuxième direction axiale est formée dans cette première portion coudée 77. Le trou de montage 101 est de forme circulaire (une forme circulaire parfaite) lorsqu'il est vu dans une vue avant selon la deuxième direction axiale. La forme du trou de montage 101 n'est pas limitée à la forme circulaire et elle peut être une forme rectangulaire, une forme triangulaire et analogue.

[0070] Des fentes 102 sont formées respectivement dans la première portion coudée 77, des deux côtés du trou de montage 101 selon la deuxième direction radiale. Chacune des fentes 102 s'étend selon la deuxième direction radiale et une extrémité intérieure selon la deuxième direction radiale communique avec le trou de montage 101. Chacune des fentes 102 traverse la première portion coudée 77 selon la deuxième direction axiale.

[0071] Comme le montre la fig. 3, l'unité de réglage 100 est formée en assemblant une portion de support 120, une pièce bimatérial 121 et une partie formant masselotte 122, depuis un côté extrémité retenue (côté extrémité fixée) jusqu'à un côté extrémité de bout (côté extrémité libre) selon la deuxième direction axiale.

[0072] La fig. 6 est une vue éclatée, en perspective, de l'unité de réglage.

[0073] Comme le montrent les fig. 3 et 6, la portion de support 120 est réalisée, par exemple en un métal. La portion de support 120 a une forme tubulaire à fond, ouverte vers le côté extrémité de bout de l'unité de réglage 100 selon la deuxième direction axiale. La portion de support 120 a une forme qui est circulaire telle que vue dans une vue en plan selon la deuxième direction axiale et qui correspond au trou de montage 101 décrit plus haut. La portion de support 120 est montée à force (tenue élastique) dans le trou de montage 101.

[0074] Comme le montre la fig. 5, la différence de largeur entre la portion de support 120 et le trou de montage 101 est choisie à une valeur telle que l'unité de réglage 100 peut tourner autour du deuxième axe O2 dans le cas où un couple prédéterminé autour du deuxième axe O2 (deuxième direction circonférentielle) est appliqué à l'unité de réglage 100. En d'autres termes, puisqu'une surface circonférentielle externe de la portion de support 120 tourne autour du deuxième axe O2 en glissant sur une surface périphérique interne du trou de montage 101, l'unité de réglage 100 du présent mode de réalisation est telle qu'on peut en régler l'angle de pivotement sur le deuxième axe O2. La forme de la section transversale de la portion de support 120 n'est pas limitée à la forme circulaire et elle peut être une forme rectangulaire, une forme triangulaire, ou analogue. En outre, dans le présent mode de réalisation, le cas où la forme de la section transversale de la portion de support 120 correspond au trou de montage 101 est décrit, mais la portion de support 120 et le trou de montage 101 peuvent avoir des formes différentes l'une de l'autre dès lors que la portion de support 120 est conformée de manière à être rotative sur le deuxième axe O2.

[0075] Comme le montre la fig. 3, une extrémité d'embase de la portion de support 120 selon la deuxième direction axiale saillie de la première portion coudée 77, vers l'extérieur de la serge 73. Spécifiquement, l'extrémité d'embase de la portion de support 120 se trouve dans une zone délimitée par la première portion coudée 77 de l'une des portions de serge 75 et la deuxième portion coudée 78 de l'autre portion de serge 75 appartenant à la serge 73.

[0076] Comme le montre la fig. 4, une portion d'accouplement 126 est formée sur une surface d'extrémité d'embase de la portion de support 120. La portion d'accouplement 126 est une gorge s'étendant selon la deuxième direction radiale, avec une forme linéaire. Un outil peut être mis en prise avec la portion d'accouplement 126. En d'autres termes, l'unité de réglage 100 est prévue pour pouvoir être pivotée sur le deuxième axe O2 au moyen d'un outil en prise avec la portion d'accouplement 126. Dès lors que la portion d'accouplement 126 a une forme lui permettant d'être en prise avec un outil, cette portion d'accouplement 126 n'est pas limitée à une gorge.

[0077] Comme le montrent les fig. 3 et 5, la pièce bimatérial 121 est fixée dans la portion de support 120. Par exemple, la pièce bimatérial 121 est montée à force ou insérée dans la portion de support 120 et fixée à cette portion de support 120 au moyen d'un adhésif ou analogue. La pièce bimatérial 121 est en forme de plaque s'étendant linéairement selon la deuxième direction axiale.

[0078] La pièce bimatérial 121 est constituée en faisant se recouvrir deux matériaux en plaque (un élément de dilatation faible 130 et un élément de dilatation élevé 131) ayant des coefficients de dilatation thermique différents, selon la deuxième direction radiale. Dans le présent mode de réalisation, l'invar (alliage Ni-Fe), le silicium, des céramiques ou analogue est utilisé de manière appropriée pour l'élément de dilatation basse 130. Du cuivre, un alliage à base de cuivre, de l'aluminium ou analogue est utilisé de manière appropriée pour l'élément de dilatation élevée 131. L'élément de dilatation basse 130 et l'élément de dilatation élevée 131 ont des formes équivalentes entre elles (une forme de la section transversale perpendiculaire au deuxième axe O2 est rectangulaire). Dans l'exemple représenté, la zone frontière entre l'élément de dilatation basse 130 et l'élément de dilatation élevée 131 est positionnée sur le deuxième axe O2. Il est préférable que le centre de l'unité de réglage 100 soit positionné sur le deuxième axe O2. Pour cette raison, les épaisseurs de plaque de l'élément de dilatation basse 130 et de l'élément de dilatation élevée 131 peuvent être différentes l'une de l'autre.

(l'épaisseur de plaque peut être changée de manière appropriée). Dans le cas où les épaisseurs de plaque de l'élément de dilatation basse 130 et de l'élément de dilatation haute 131 diffèrent l'une de l'autre, la zone frontière entre l'élément de dilatation 130 et l'élément de dilatation élevée 131 s'étend parallèlement au deuxième axe O2.

[0079] La pièce bimatérial 121 (l'élément de dilatation basse 130 et l'élément de dilatation élevée 131) est arrangée de manière que son orientation selon la deuxième direction radiale peut être modifiée en fonction d'un pivotement de l'unité de réglage 100 sur le deuxième axe O2. La pièce bimatérial 121 est prévue pour se déformer selon la deuxième direction radiale en fonction d'un changement de température, en utilisant la différence entre les coefficients de dilatation thermique de l'élément de dilatation basse 130 et de l'élément de dilatation élevée 131. Un fonctionnement spécifique de la pièce bimatérial 121 va être décrit ci-dessous.

[0080] La fig. 7 est une vue en coupe selon la ligne VII–VII présente sur la fig. 6. La fig. 8 est une vue en coupe qui correspond à la fig. 7.

[0081] Comme le montrent les fig. 6 à 8, la partie formant masselotte 122 comprend une partie fixée 140 et une partie déplaçable 141. Dans le présent mode de réalisation, la partie fixée 140 et la partie déplaçable 141 sont toutes deux faites de métal.

[0082] La partie fixée 140 a une forme tubulaire disposée de manière à être coaxiale avec le deuxième axe O2. Un trou traversant 143 de la partie fixée 140 a une forme épaulée si bien que son diamètre interne décroît en direction du côté extrémité de bout selon la deuxième direction axiale. Spécifiquement, le trou traversant 143 comprend une portion de grand diamètre 143a positionnée du côté extrémité d'embase selon la deuxième direction axiale, une portion de petit diamètre 143b positionnée côté extrémité de bout selon la deuxième direction axiale, ainsi qu'un épaulement 143c reliant la portion de grand diamètre 143a et la portion de petit diamètre 143b.

[0083] Une extrémité de bout de la pièce bimatérial 121 est fixée dans la portion de grand diamètre 143a. Par exemple, la pièce bimatérial 121 est montée à force ou insérée dans la partie fixée 140 et fixée à la partie fixée 140 au moyen d'un adhésif ou analogue. La surface d'extrémité de bout de la pièce bimatérial 121 est proche de ou en contact avec l'épaulement 143c selon la deuxième direction axiale, dans la portion de grand diamètre 143a. Par conséquent, le positionnement de la partie fixée 140 selon la deuxième direction axiale est réalisé sur la pièce bimatérial 121.

[0084] Un taraudage est formé dans la surface périphérique interne de la portion de petit diamètre 143b. Il est possible de modifier de manière appropriée le diamètre interne du trou traversant 143. Par exemple, le diamètre interne du trou traversant 143 peut être constant sur toute la deuxième direction axiale.

[0085] La partie déplaçable 141 a une forme de vis. Un filetage est formé dans une tige 141 a de la partie déplaçable 141. La tige 141 a est vissée dans la portion de petit diamètre 143b.

[0086] Une tête 141b de la partie déplaçable 141 saille vers l'extérieur selon la deuxième direction radiale, depuis une extrémité de bout de la tige 141 a selon la deuxième direction axiale. La tête 141b a une forme polygonale telle que vue dans une vue en plan selon la deuxième direction axiale. Dans le présent mode de réalisation, une portion de diamètre extérieur maximal de la tête 141b coïncide avec un diamètre externe de la partie fixée 140. En même temps, il est possible de modifier de manière appropriée la forme ou le diamètre externe de la tête 141 b telle que vue dans une vue en plan.

[0087] Comme le montre la fig. 8, lorsqu'on tourne la partie déplaçable 141 dans le sens de vissage par rapport à la partie fixée 140, cette partie déplaçable 141 se déplace vers le côté extrémité d'embase de la partie fixée 140 et la pièce bimatérial 121 selon la deuxième direction axiale. Par conséquent, le centre (centre de gravité) de la partie formant masselotte 122 se déplace vers le côté extrémité d'embase selon la deuxième direction axiale. D'un autre côté, comme le montre la fig. 7, lorsqu'on fait tourner la partie déplaçable 141 dans le sens de dévissage par rapport à la partie fixée 140, cette partie déplaçable 141 se déplace vers le côté extrémité de bout de la partie fixée 140 et de la pièce bimatérial 121 selon la deuxième direction axiale. Par conséquent, le centre de la partie formant masselotte 122 se déplace vers le côté extrémité de bout selon la deuxième direction axiale.

[0088] De cette manière, la partie formant masselotte 122 du présent mode de réalisation est telle que la position de son centre selon la deuxième direction axiale peut être réglée à l'aide d'un déplacement de la partie déplaçable 141 selon la deuxième direction axiale par rapport à la partie fixée 140 et la pièce bimatérial 121.

Méthode de correction de température

[0089] Maintenant, on va décrire une méthode de réglage de l'importance de la correction de coefficient thermique dans le balancier-spiral 54. D'abord, une méthode de correction thermique reposant sur l'orientation de la pièce bimatérial 121 va être décrite. La fig. 9 est une vue partielle, en plan, qui représente le balancier-spiral 54 et qui est prévue pour expliquer un fonctionnement de l'unité de réglage 100.

[0090] Dans l'état représenté sur la fig. 9, l'élément de dilatation basse 130 et l'élément de dilatation élevée 131 dans la pièce bimatérial 121 sont alignés selon la première direction radiale dans un état où l'élément de dilatation basse 130 est placé à l'intérieur selon la première direction radiale.

[0091] Dans le balancier-spiral 54 du présent mode de réalisation, lorsqu'il se produit un changement de température, la pièce bimatérial 121 se courbe et se déforme en fonction de la différence entre les coefficients de dilatation thermique

de l'élément de dilatation basse 130 et de l'élément de dilatation élevée 131. En particulier, dans le cas où la température augmente par rapport à une température prédéterminée T_0 (température normale (par exemple environ 23°C)), l'élément de dilatation élevée 131 se dilate plus que l'élément de dilatation basse 130. Par conséquent, l'unité de réglage 100 est déformée vers un côté (le côté intérieur selon la première direction radiale sur la fig. 9) de l'élément de dilatation basse 130 et de l'élément de dilatation élevée 131, selon la direction d'empilement. Dans le cas où la température diminue par rapport à la température prédéterminée T_0 , l'élément de dilatation élevée 131 se contracte plus que l'élément de dilatation basse 130. Par conséquent, l'unité de réglage 100 est déformée vers l'autre côté (le côté extérieur selon la première direction radiale sur la fig. 9) selon la direction d'empilement.

[0092] Moyennant la déformation de l'unité de réglage 100, la distance entre l'extrémité de bout de l'unité de réglage 100 et le premier axe O1 selon la première direction radiale est modifiée. En particulier, dans le cas où la distance entre l'extrémité de bout de l'unité de réglage 100 et le premier axe O1 selon la première direction radiale à la température prédéterminée T_0 est une distance R_0 et où la distance entre l'extrémité de bout de l'unité de réglage 100 et le premier axe O1 selon la première direction radiale après un changement de température est une distance R_1 , la différence entre la distance R_0 et la distance R_1 est une variation de rayon ΔR selon la première direction radiale. Un diamètre moyen de la roue de balancier 62 peut être diminué ou augmenté en fonction de la variation de rayon ΔR , et le moment d'inertie du balancier-spiral 54 autour du premier axe O1 peut être modifié. En d'autres termes, dans le cas où la température augmente, il est possible de diminuer le moment d'inertie en diminuant le diamètre moyen de la roue de balancier 62. Dans le cas où la température diminue, il est possible d'augmenter le moment d'inertie en augmentant le diamètre moyen de la roue de balancier 62. Par conséquent, il est possible de corriger le coefficient thermique du moment d'inertie.

[0093] A propos, dans le cas où un matériau élastique constant est employé pour le spiral 63 comme dans le présent mode de réalisation, il est possible que le coefficient thermique du module d'Young varie positivement ou négativement en fonction des conditions de fabrication dans le procédé de fabrication (par exemple la dissolution ou le traitement thermique) du spiral.

[0094] A l'inverse, dans le présent mode de réalisation, il est possible de modifier l'orientation (l'angle de pivotement θ sur le deuxième axe O2) de la pièce bimatérial 121 en fonction du coefficient thermique du module d'Young du spiral 63. En particulier, un outil est mis en prise dans la portion d'accouplement 126 de l'unité de réglage 100 représentée sur la fig. 4. Lorsqu'on tourne l'outil sur le deuxième axe O2, l'unité de réglage 100 tourne sur le deuxième axe O2 tandis que la surface circonférentielle externe de la portion de support 120 glisse sur la surface périphérique interne du trou de montage 101. Par conséquent, l'angle de pivotement θ est modifié.

[0095] Les fig. 10 à 14 sont des vues en coupe représentant l'unité de réglage 100 agrandie.

[0096] Dans l'état représenté sur la fig. 10, l'élément de dilatation basse 130 et l'élément de dilatation élevée 131 sont alignés selon la première direction axiale dans un état où l'élément de dilatation 130 est placé sur le côté avant selon la première direction axiale. Cet état est choisi comme étant la position de référence (0 degré) de l'unité de réglage 100, l'angle de pivotement θ sur le deuxième axe O2 est réglé. Par exemple, sur la fig. 11, l'unité de réglage 100 est pivotée de 45 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre (sens +), sur le deuxième axe O2, à partir de la position de référence. Sur la fig. 12, l'unité de réglage 100 est pivotée de 90 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre (sens +), sur le deuxième axe O2, à partir de la position de référence.

[0097] Sur la fig. 13, l'unité de réglage 100 est pivotée de -45 degrés dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (sens -), sur le deuxième axe O2, à partir de la position de référence. Sur la fig. 14, l'unité de réglage 100 est pivotée de -90 degrés dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (sens -), sur le deuxième axe O2, à partir de la position de référence.

[0098] La fig. 15 est un schéma illustrant la relation entre l'orientation la pièce bimatérial 121 et la quantité de déformation de la pièce bimatérial 121 dans le cas où l'angle de pivotement θ de l'unité de réglage 100 est changé depuis -90 degrés jusqu'à 90 degrés, la température étant la même (température élevée). Sur la fig. 15, l'axe des X représente la composante (ci-après appelée la composante X) selon la première direction radiale du vecteur déformation de la pièce bimatérial 121. En outre, l'axe des Y représente la composante (ci-après appelée la composante Y) selon la première direction axiale du vecteur déformation de la pièce bimatérial 121. Dans ce cas, sur la fig. 15, le sens -X correspond à l'intérieur selon la première direction radiale, et le sens +X correspond à l'extérieur selon la première direction radiale. En outre, sur la fig. 15, la pièce bimatérial 121 positionnée au niveau de l'origine représente l'état constatable à la température prédéterminée T_0 (avant déformation).

[0099] Comme le montre la fig. 15, dans le cas où l'unité de réglage 100 est à la position de référence (0 degré), la pièce bimatérial 121 est déformée seulement vers le côté avant selon la première direction axiale (A1 sur la fig. 15). Pour cette raison, à la position de référence, la composante Y du vecteur déformation de la pièce bimatérial 121 atteint un maximum et la composante X du vecteur déformation de la pièce bimatérial 121 est égale à 0. Dans ce cas, comme la variation de rayon ΔR est égale à 0, le coefficient thermique du moment d'inertie n'est pas modifié.

[0100] Lorsque l'unité de réglage 100 est pivotée dans le sens + à partir de la position de référence, cette pièce bimatérial 121 se déforme également vers l'extérieur selon la première direction radiale, si bien qu'une composante +X du vecteur déformation de la pièce bimatérial 121 existe (A2 et A3 sur la fig. 15). Lorsqu'on augmente l'angle de pivotement θ dans

le sens +, la composante +X est augmentée graduellement. En d'autres termes, en déplaçant l'angle de pivotement θ de l'unité de réglage 100 vers le sens + à partir de la position de référence, il est possible d'augmenter la quantité dont augmente le moment d'inertie du balancier-spiral 54 lors d'une augmentation de température. En outre, dans le cas où l'angle de pivotement θ est égal à 90 degrés (A3 sur la fig. 15), la pièce bimatérial 121 se déforme seulement vers l'extérieur selon la première direction radiale. Pour cette raison, dans le cas où l'angle de pivotement θ est égal à 90 degrés, la composante +X atteint un maximum et la composante Y est égale à 0. De cette manière, en pivotant l'unité de réglage 100 dans le sens + à partir de la position de référence, il est possible d'augmenter le coefficient thermique du moment d'inertie.

[0101] D'un autre côté, lorsque l'unité de réglage 100 est pivotée dans le sens – à partir de la position de référence, la pièce bimatérial 121 se déforme également vers l'intérieur selon la première direction radiale, si bien qu'une composante –X du vecteur de déformation de la pièce bimatérial 121 existe (A4 et A5 sur la fig. 15). Lorsque l'angle de pivotement θ est augmenté dans le sens –, la composante –X est augmentée. En d'autres termes, en déplaçant l'angle de pivotement θ de l'unité de réglage 100 vers le sens – à partir de la position de référence, il est possible d'empêcher que le moment d'inertie du balancier-spiral 54 augmente lors d'une élévation de température. En outre, dans le cas où l'angle de pivotement θ est égal à –90 degrés (A5 sur la fig. 15), la pièce bimatérial 121 se déforme seulement vers l'intérieur selon la première direction radiale. Pour cette raison, dans le cas où l'angle de pivotement θ est égal à –90 degrés, la composante -X atteint un maximum et la composante Y est égale à 0. De cette manière, en tournant l'unité de réglage 100 dans le sens – à partir de la position de référence, il est possible de diminuer le coefficient thermique du moment d'inertie.

[0102] La fig. 16 est un graphe représentant la relation entre l'angle de pivotement θ et la variation de rayon ΔR de l'unité de réglage 100.

[0103] Comme le montre la fig. 16 selon les résultats de la fig. 15 décrite plus haut, lorsque l'unité de réglage 100 est pivotée dans le sens + à partir de la position de référence, la variation de rayon ΔR de l'unité de réglage 100 est augmentée dans le sens + (vers l'extérieur selon la première direction radiale). D'un autre côté, lorsque l'unité de réglage 100 est tournée dans le sens – à partir de la position de référence, la variation de rayon ΔR de l'unité de réglage 100 est augmentée dans le sens – (vers l'intérieur selon la première direction radiale).

[0104] La fig. 17 est un graphe représentant la relation entre la température (°C) et la marche en fonction de la différence sur le coefficient thermique du module d'Young du spiral 63. Sur la fig. 17, la ligne en trait interrompu G1 représente un cas dans lequel la marche (la période d'oscillation du balancier-spiral 54) présente une caractéristique thermique négative, et la ligne en trait mixte G2 représente un cas dans lequel la marche possède une caractéristique thermique positive.

[0105] Comme l'illustre G1 sur la fig. 17, selon la relation entre le module d'Young du spiral 63 et le moment d'inertie du balancier-spiral 54, dans le cas où la marche possède une caractéristique thermique négative, la marche résultant d'une augmentation de température tend à être retardée. Dans ce cas, l'unité de réglage 100 est tournée dans le sens – à partir de la position de référence. Par conséquent, comme il est possible de mettre la variation de rayon ΔR vers l'intérieur selon la première direction radiale en fonction d'une augmentation de température et de réduire le coefficient thermique du moment d'inertie, il est possible d'empêcher que le moment d'inertie du balancier-spiral augmente avec une augmentation de température. Il en résulte que le coefficient thermique de la période d'oscillation du balancier-spiral 54 est réglé pour approcher 0 et la marche est maintenue constante quel que soit le changement de température (voir la ligne en trait continu G3 sur la fig. 17).

[0106] D'un autre côté, comme le montre G2 sur la fig. 17, selon la relation entre le module d'Young du spiral 63 et le moment d'inertie du balancier-spiral 54, dans le cas où la marche présente une caractéristique thermique positive, la marche résultant d'une augmentation de température tend à avancer. Dans ce cas, l'unité de réglage 100 est pivotée dans le sens + à partir de la position de référence. Par conséquent, comme il est possible de mettre la variation de rayon ΔR vers l'intérieur selon la première direction radiale en fonction d'une augmentation de température et d'augmenter le coefficient thermique du moment d'inertie, il est possible d'augmenter la quantité dont est augmenté le moment d'inertie du balancier-spiral en fonction de l'augmentation de température. Il en résulte que le coefficient thermique de la période d'oscillation du balancier-spiral 54 est réglé pour approcher 0 et la marche est maintenue constante quel que soit le changement de température (voir la ligne en trait continu G3 sur la fig. 17).

[0107] Maintenant, on va décrire une méthode de correction de température employant la partie formant masselotte 122.

[0108] La partie formant masselotte 122 du présent mode de réalisation est telle que la partie déplaçable 141 est déplaçable par rapport à la partie fixée 140 et la pièce bimatérial 121 selon la deuxième direction axiale. Dans ce cas, afin de diminuer le coefficient thermique du moment d'inertie, comme représenté à la fig. 7, on tourne la partie déplaçable 141 dans le sens de vissage. Alors, la partie déplaçable 141 se déplace vers l'extrémité d'embase de la partie fixée 140 et la pièce bimatérial 121, selon la deuxième direction axiale. En d'autres termes, puisque la longueur de la partie formant masselotte 122 selon la deuxième direction axiale (la longueur d'une portion saillant de la première portion coudée 77) est diminuée, le centre (centre de gravité) de l'unité de réglage 100 est déplacée vers l'extrémité d'embase selon la deuxième direction axiale. Par conséquent, il est possible de diminuer le coefficient thermique du moment d'inertie de l'unité de réglage 100.

[0109] D'un autre côté, afin d'augmenter le coefficient thermique du moment d'inertie, comme représenté sur la fig. 8, on tourne la partie déplaçable 141 dans le sens de dévissage. Alors, la partie déplaçable 141 se déplace vers le côté bout d'extrémité de la partie fixée 140 et de la pièce bimatérial 121 selon la deuxième direction axiale. En d'autres termes, comme la longueur de la partie formant masselotte 122 selon la deuxième direction axiale est augmentée, le centre de l'unité de réglage 100 est déplacé vers le côté extrémité de bout selon la deuxième direction axiale. Par conséquent, il est possible d'augmenter le coefficient thermique du moment d'inertie de l'unité de réglage 100.

[0110] Dans le présent mode de réalisation, lorsqu'on change l'angle de pivotement θ (orientation de la pièce bimatérial 121) de l'unité de réglage 100 et la longueur (la position de la partie déplaçable 141) de la partie formant masselotte 122 en fonction de la caractéristique thermique de la marche, le coefficient thermique du moment d'inertie du balancier-spiral 54 peut être corrigé pour être positif aussi bien que négatif. Par conséquent, il devient aisé de compenser une variation du coefficient thermique du mobile d'Young par une caractéristique thermique du moment d'inertie du balancier-spiral 54.

[0111] Comme on l'a décrit plus haut, le présent mode de réalisation présente une constitution dans laquelle les unités de réglage 100 comprenant les pièces bimatérial 121 sont prévues en des positions symétriques par rotation dans la roue de balancier 62.

[0112] Avec cette constitution, de par le fait que la pièce bimatérial 121 se déforme en fonction du changement de température, le diamètre moyen de la roue de balancier est modifié. Par conséquent, il est possible de corriger la caractéristique thermique du moment d'inertie.

[0113] Ici, dans le présent mode de réalisation, l'unité de réglage 100 est constituée de manière à comprendre la pièce bimatérial 121 et la partie formant masselotte 122 attachée à la pièce bimatérial 121 déplaçable selon la deuxième direction axiale.

[0114] Avec cette constitution, en réglant la position de la partie formant masselotte 122 selon la deuxième direction axiale par rapport à la pièce bimatérial 121, il est possible de changer la position du centre de la partie formant masselotte 122 selon la deuxième direction axiale. Par conséquent, il est possible de régler continûment le coefficient thermique du moment d'inertie du balancier-spiral 54. Par conséquent, il est possible de régler d'une manière simple, avec une précision élevée, le degré de correction du coefficient thermique comparé à la constitution de l'art antérieur dans laquelle des composants distincts tels qu'une vis et analogue sont attachés et détachés.

[0115] Dans le présent mode de réalisation, puisque l'unité de réglage 100 est prévue sur la serge 73 de la roue de balancier 62, il est possible de maintenir l'unité de réglage 100 éloignée du premier axe de pivotement O1 selon la première direction radiale. Par conséquent, il est possible d'augmenter la variation de rayon ΔR et il est possible d'augmenter la quantité dont est corrigé le coefficient thermique par la pièce bimatérial 121.

[0116] Le présent mode de réalisation présente une constitution dans laquelle la partie formant masselotte 122 est attachée à la partie fixée 140 de manière à être déplaçable selon la deuxième direction axiale, par rapport à la partie fixée 140.

[0117] Avec cette constitution, lorsqu'on déplace seulement la partie déplaçable 141 de la partie formant masselotte 122 par rapport à la partie fixée 140 et à la pièce bimatérial 121, aucun changement de la longueur efficace (la longueur de la portion découverte à partir de la portion de support 120 ou de la partie formant masselotte 122) de la pièce bimatérial 121 ne résulte d'un déplacement de la partie déplaçable 141. En d'autres termes, comme il est possible de modifier seulement la position du centre de la partie formant masselotte 122 (le degré de déformation de la pièce bimatérial 121 en fonction d'un changement de température n'est pas modifié), il est possible de régler d'une manière plus simple la quantité dont est corrigé le coefficient thermique.

[0118] Dans le présent mode de réalisation, la pièce bimatérial 121 s'étend en porte-à-faux à partir de la serge 73 et la partie formant masselotte 122 est attachée à une extrémité de bout de la pièce bimatérial 121.

[0119] Avec cette constitution, puisque l'unité de réglage 100 s'étend en porte-à-faux, il est possible de garantir une variation de rayon ΔR avec un changement de température et il est possible d'augmenter la quantité dont le coefficient thermique est corrigé par la pièce bimatérial 121.

[0120] En outre, puisque la partie formant masselotte 122 est attachée à l'extrémité de bout de la pièce bimatérial 121, il est possible d'augmenter la masse de l'extrémité de bout qui est la partie la plus déformée au sein de l'unité de réglage 100. Pour cette raison, il est possible d'augmenter la quantité dont le coefficient thermique est corrigé par la pièce bimatérial 121. En outre, en attachant la partie formant masselotte 122 à l'extrémité de bout de la pièce bimatérial 121, une extrémité d'embase de l'unité de réglage 100 peut être tenue de manière stable dans la serge 73. Par conséquent, il est possible d'empêcher que l'unité de réglage 100 entière branle en fonction du réglage de la partie formant masselotte 122 et il est possible de régler avec une précision encore plus élevée la quantité dont est corrigé le coefficient thermique.

[0121] Dans le présent mode de réalisation, l'unité de réglage 100 est telle qu'on peut régler l'orientation de l'unité de réglage 100 autour du deuxième axe O2 (son angle de pivotement sur le deuxième axe O2).

[0122] Avec cette constitution, il est possible de changer l'orientation de la pièce bimatérial 121 en fonction du coefficient thermique du module d'Young du spiral 63. Par conséquent, l'importance de la correction de coefficient thermique par la pièce bimatérial 121 peut être modifiée pour être aussi bien positive que négative et le coefficient thermique du moment d'inertie du balancier-spiral 54 peut être corrigé pour être aussi bien positif que négatif. En d'autres termes, il devient aisé

de compenser une variation du coefficient thermique du module d'Young par une caractéristique thermique du moment d'inertie du balancier-spiral 54. En particulier, comme dans le présent mode de réalisation, en réglant le moment d'inertie du balancier-spiral 54 avec l'angle de pivotement θ de l'unité de réglage 100 en plus de la position de la partie formant masselotte 122, il est possible de régler avec une plus grande précision la quantité dont est corrigé le coefficient thermique. Il en résulte que la période d'oscillation du balancier-spiral 54 peut être constante et que le balancier-spiral 54 avec une caractéristique de compensation thermique excellente peut être proposé.

[0123] En outre, dans le présent mode de réalisation, même si l'orientation de la pièce bimatérial 121 est modifiée, la longueur de l'unité de réglage 100 selon la deuxième direction axiale O2 reste constante. Pour cette raison, contrairement au cas d'une modification de la longueur efficace de la pièce bimatérial 121 de l'art antérieur relatif, il est possible d'empêcher que le centre (centre de gravité) du balancier-spiral soit déporté à la température TO. Il en résulte qu'il est possible d'éviter qu'un balourd apparaisse et de réduire une différence due à l'orientation.

[0124] Dans le présent mode de réalisation, l'unité de réglage 100 est placée à l'intérieur de la serge 73 selon la première direction radiale et elle s'étend selon une ligne de tangente de la serge 73.

[0125] Avec cette constitution, il est possible de garantir la variation de rayon ΔR avec un changement de température tout en évitant que le balancier-spiral 54 soit rendu plus large à cause de l'ajout de l'unité de réglage 100.

[0126] Dans le présent mode de réalisation, comme la portion d'accouplement 126 est formée sur l'extrémité d'embase (la portion de support 120) de l'unité de réglage 100, il est possible de réaliser simplement le réglage de l'orientation de l'unité de réglage autour du deuxième axe de pivotement par l'intermédiaire de la portion de support 120. En outre, en changeant l'angle de pivotement θ de l'unité de réglage 100 par l'intermédiaire de la portion de support 120, il est possible d'empêcher une déformation plastique lors d'un réglage de l'orientation de l'unité de réglage 100, comparé au cas où le changement de l'angle de pivotement θ de l'unité de réglage 100 s'effectuerait par l'intermédiaire de l'extrémité de bout (la pièce bimatérial 121 ou la partie formant masselotte 122). Pour cette raison, il est possible d'éviter qu'une modification de la marche apparaisse à la température prédéterminée T0 de par une déformation plastique de l'unité de réglage 100.

[0127] Dans le présent mode de réalisation, le spiral 63 est fait d'un matériau élastique constant.

[0128] Avec cette constitution, il est possible de réduire le changement du module d'Young en fonction des variations de température et de supprimer la dépendance de la période d'oscillation à la température. En outre, dans le présent mode de réalisation, puisque les variations du coefficient thermique du module d'Young peuvent être corrigées par l'unité de réglage 100, la gestion de la fabrication lors de la fabrication du spiral 63 devient facile. Pour cette raison, il est possible d'améliorer l'efficacité de la fabrication du spiral 63 et de réduire les coûts.

[0129] Dans le présent mode de réalisation, puisque le centre de l'unité de réglage 100 est placé sur le deuxième axe O2, il est possible d'empêcher que le centre de l'unité de réglage 100 soit décalé du deuxième axe O2 de par l'angle de pivotement θ de l'unité de réglage 100 ou la position de la partie formant masselotte 122 selon la deuxième direction axiale. Il en résulte qu'il est possible de régler avec une précision plus élevée la quantité dont est corrigé le coefficient thermique.

[0130] Comme le mouvement 2 et la pièce d'horlogerie 1 du présent mode de réalisation comprennent le balancier-spiral 54 décrit plus haut, il est possible de proposer un mouvement 2 de qualité élevée et une pièce d'horlogerie 1 ayant une marche ayant une faible variation.

Deuxième mode de réalisation

[0131] Maintenant, on va décrire un deuxième mode de réalisation de la présente invention. La fig. 18 est une vue en perspective d'une unité de réglage 100 selon le deuxième mode de réalisation. La fig. 19 est une vue en coupe selon la ligne XIX–XIX présente sur la fig. 18.

[0132] Comme le montrent les fig. 18 et 19, l'unité de réglage 100 du présent mode de réalisation diffère du premier mode de réalisation décrit plus haut en ce que la partie formant masselotte 122 est vissée directement sur la pièce bimatérial 121.

[0133] Un filetage est formé sur la surface circonférentielle externe de l'extrémité de bout de la pièce bimatérial 121.

[0134] La partie formant masselotte 122 a une forme tubulaire disposée de manière à être coaxiale avec le deuxième axe O2. Un taraudage est formé sur la surface périphérique interne de la partie formant masselotte 122. Par conséquent, la partie formant masselotte 122 est vissée sur l'extrémité de bout de la pièce bimatérial 121.

[0135] Dans le présent mode de réalisation, lorsqu'on tourne la partie formant masselotte 122 dans le sens de vissage par rapport à la pièce bimatérial 121, la partie formant masselotte 122 se déplace vers le côté extrémité d'embase de la pièce bimatérial 121 selon la deuxième direction axiale. Par conséquent, le centre de l'unité de réglage 100 se déplace vers le côté extrémité d'embase selon la deuxième direction axiale. D'un autre côté, lorsqu'on tourne la partie formant masselotte 122 dans le sens de dévissage par rapport à la pièce bimatérial 121, la partie formant masselotte 122 se déplace vers le côté extrémité de bout de la pièce bimatérial 121 selon la deuxième direction axiale.

[0136] Dans le présent mode de réalisation, par exemple, les actions et effets suivants sont obtenus en plus du même fonctionnement et des mêmes effets que le mode de réalisation décrit plus haut.

[0137] Selon le présent mode de réalisation, la longueur efficace de la pièce bimatérial 121 change lorsque la partie formant masselotte 122 est déplacée. Par conséquent, il est possible d'augmenter le degré de modification du moment d'inertie du balancier-spiral 54 à l'aide de la quantité dont on règle la partie formant masselotte 122 selon la deuxième direction axiale.

Troisième mode de réalisation

[0138] Maintenant, on va décrire un troisième mode de réalisation de la présente invention. La fig. 20 est une vue en perspective de l'unité de réglage 100 selon le troisième mode de réalisation. La fig. 21 est une vue en coupe selon la ligne XXI-XXI présente sur la fig. 20.

[0139] Comme le montre les fig. 20 et 21, dans le présent mode de réalisation, la partie formant masselotte 122 comprend une portion tubulaire 200 et un corps de masselotte 201.

[0140] La portion tubulaire 200 est disposée de manière à être coaxiale avec le deuxième axe 02. Une fente 202 qui est ouverte au niveau d'une surface d'extrémité d'embase selon la deuxième direction axiale est formée dans la portion tubulaire 200. La fente 202 s'étend selon la deuxième direction axiale et se termine au niveau d'une portion intermédiaire de la portion tubulaire 200. Dans le présent mode de réalisation, les fentes 202 forment une paire dans une portion de la portion tubulaire 200, en regard selon la deuxième direction radiale. Une portion de la portion tubulaire 200 positionnée entre les fentes 202 selon la deuxième direction circonférentielle est constituée de manière à être déformable élastiquement selon la deuxième direction radiale. Il est possible de changer de manière appropriée la position, le nombre, la dimension et analogue des fentes 202.

[0141] Le corps de masselotte 201 est fixé à l'extrémité de bout de la portion tubulaire 200. Il est possible de changer de manière appropriée la taille et analogue du corps de masselotte 201.

[0142] Dans le présent mode de réalisation, la pièce bimatérial 121 est montée à force (maintien élastique) dans la portion tubulaire 200, à partir d'une portion ouverte côté extrémité d'embase. L'interférence entre la pièce bimatérial 121 et la portion tubulaire 200 (la différence entre leurs largeurs) est réglée de manière que la partie formant masselotte 122 soit déplaçable selon la deuxième direction axiale dans le cas où une force externe est appliquée sur la portion tubulaire 200 selon la deuxième direction axiale.

[0143] Dans le présent mode de réalisation, en déplaçant par glissement la partie formant masselotte 122 selon la deuxième direction axiale par rapport à la pièce bimatérial 121, il est possible de changer la position du centre de la partie formant masselotte 122 selon la deuxième direction axiale. En d'autres termes, en déplaçant la partie formant masselotte 122 vers le côté extrémité de bout de la pièce bimatérial 121 selon la deuxième direction axiale, on déplace le centre de la partie formant masselotte 122 vers le côté extrémité de bout selon la direction axiale. D'un autre côté, en déplaçant la partie formant masselotte 122 vers le côté extrémité d'embase de la pièce bimatérial 121 selon la deuxième direction axiale, on déplace le centre de la partie formant masselotte 122 vers le côté extrémité d'embase selon la deuxième direction axiale.

[0144] Dans le présent mode de réalisation, les actions et effets suivants sont obtenus en plus du même fonctionnement et des mêmes effets que le deuxième mode de réalisation décrit plus haut.

[0145] Sans appliquer un procédé particulier à la pièce bimatérial 121, il est possible d'assujettir la partie formant masselotte 122 à la pièce bimatérial 121 de manière que la partie formant masselotte 122 soit déplaçable selon la deuxième direction axiale. Par conséquent, il est possible d'éviter une diminution de l'efficacité de fabrication et une augmentation des coûts de fabrication en lien avec l'ajout de la partie formant masselotte 122.

Autres exemples de variante

[0146] La portée technique de la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits plus haut et diverses modifications peuvent être possibles sans sortir de l'esprit de la présente invention.

[0147] Par exemple, dans le mode de réalisation décrit plus haut, l'agencement décrit est celui dans lequel deux unités de réglage 100 sont prévues en des positions symétriques par rotation sur la serge 73, mais le mode de réalisation n'est pas limité à ce seul agencement. En d'autres termes, comme représenté à la fig. 22 par exemple, trois ou plus de trois unités de réglage 100 peuvent être prévues dès lors que les unités de réglage 100 respectives sont prévues en des positions symétriques par rotation.

[0148] Après que l'orientation de l'unité de réglage 100 autour du deuxième axe 02 a été réglée, l'unité de réglage 100 peut être fixée à la première portion coudée 77 de manière à ne pas pouvoir être tournée. Comme méthode pour fixer l'unité de réglage 100, le soudage, un adhésif, ou analogue peut être utilisé, ou bien un élément d'attache distinct (par exemple une vis de pression ou analogue) peut être utilisé pour la fixation.

[0149] Dans le mode de réalisation décrit plus haut, la constitution décrite est celle permettant un réglage du moment d'inertie du balancier-spiral 54 par l'angle de pivotement θ de la pièce bimatérial 121 et la position de la partie formant masselotte 122 selon la deuxième direction axiale, mais le mode de réalisation n'est pas limité à cette seule constitution. L'unité de réglage 100 est telle qu'au moins la partie de masselotte 122 est déplaçable par rapport à la pièce bimatérial 121 selon la deuxième direction axiale.

[0150] Dans le mode de réalisation décrit plus haut, on a décrit la constitution dans laquelle la partie formant masselotte 122 est assujettie à l'extrémité de bout de la pièce bimatérial 121, mais la partie formant masselotte 122 peut être attachée en n'importe quelle position sur la pièce bimatérial 121 dès lors que la partie formant masselotte 122 peut être déplacée selon la deuxième direction axiale par rapport à la pièce bimatérial 121.

[0151] Dans le mode de réalisation décrit plus haut, on a décrit la constitution dans laquelle l'unité de réglage 100 est placée dans le même plan que la serge 73, mais le mode de réalisation n'est pas limité à cette seule constitution. En d'autres termes, l'unité de réglage 100 et la serge 73 peuvent être placées dans des positions décalées selon la première direction axiale.

[0152] Dans le mode de réalisation décrit plus haut, on a décrit la constitution dans laquelle le deuxième axe 02 de l'unité de réglage 100 s'étend selon une ligne de tangente de la serge 73, mais le mode de réalisation n'est pas limité à cette seule constitution. En d'autres termes, n'importe quel agencement peut être employé dès lors que la composante X du vecteur de déformation de l'unité de réglage 100 est générée en fonction de la déformation de la pièce bimatérial en fonction du changement de température. Dans ce cas, le deuxième axe 02 peut être réglé sur une direction coupant la première direction axiale, sur une direction parallèle à la première direction axiale, ou analogue.

[0153] Dans le mode de réalisation décrit plus haut, on a décrit la constitution dans laquelle l'unité de réglage 100 est portée par la serge 73 par l'intermédiaire d'une portion de support 120, mais le mode de réalisation n'est pas limité à cette seule constitution. En d'autres termes, dans le balancier-spiral 54, l'unité de réglage 100 peut être prévue au niveau d'une partie (corps de balancier-spiral) entraînée en rotation par la puissance du spiral 63. Dans ce cas, comme corps de balancier-spiral, l'arbre de balancier 61, la roue de balancier 62 (le moyeu 71, le rayon 72, ou analogue), le plateau double 67, ou analogue est utilisé.

[0154] Dans le mode de réalisation décrit plus haut, on a décrit la constitution dans laquelle l'élément de dilatation basse 130 et l'élément de dilatation élevée 131 sont formés de matériaux en plaque ayant les mêmes formes, mais le mode de réalisation n'est pas limité à cette seule constitution. Par exemple, comme représenté sur la fig. 23, les épaisseurs de l'élément de dilatation basse 130 et de l'élément de dilatation élevée 131 peuvent être différentes l'une de l'autre. En outre, la forme de la section transversale de l'élément de dilatation basse 131 et de l'élément de dilatation élevée 131 orthogonale au deuxième axe 02 n'est pas limitée à une forme rectangulaire, si bien que la forme de la section transversale peut être changée de manière appropriée en une forme triangulaire, une forme semi-circulaire, ou analogue.

[0155] Dans le mode de réalisation décrit plus haut, on a décrit la constitution dans laquelle l'élément de dilatation basse 130 et l'élément de dilatation élevée 131 sont empilés selon la deuxième direction radiale, mais le mode de réalisation n'est pas limité à cette seule constitution. L'élément de dilatation basse 130 et l'élément de dilatation élevée 131 peuvent être empilés selon une direction coupant la deuxième direction axiale. Dans ce cas, comme représenté à la fig. 23 par exemple, l'élément de dilatation basse 130 s'épaississant graduellement vers l'extrémité de bout et l'élément de dilatation élevée 131 s'amincissant progressivement vers l'extrémité de bout peuvent être accolés.

[0156] Dans le mode de réalisation décrit plus haut, on a décrit la constitution dans laquelle l'unité de réglage 100 s'étend selon une forme linéaire, mais le mode de réalisation n'est pas limité à cette seule constitution. Dès lors qu'il est possible de régler l'angle de pivotement de l'unité de réglage 100 sur le deuxième axe 02, l'unité de réglage 100 peut s'étendre en coupant la deuxième direction axiale ou peut avoir une forme ondulée.

[0157] Dans le mode de réalisation décrit plus haut, on a décrit la constitution dans laquelle l'unité de réglage 100 s'étend en porte-à-faux, mais le mode de réalisation n'est pas limité à cette seule constitution et peut avoir une constitution à double pincement.

[0158] Dans le mode de réalisation décrit plus haut, on a décrit le cas où toute la portion entre la portion de support 120 et la partie formant masselotte 122 est constituée par la pièce bimatérial 121 dans l'unité de réglage 100, mais le mode de réalisation n'est pas limité à cette seule constitution. Au moins une partie de l'unité de réglage 100 peut être formée par la pièce bimatérial 121.

[0159] En outre, à l'intérieur de la portée ne sortant pas de l'esprit de la présente invention, il est possible de remplacer de manière appropriée des composants des modes de réalisation décrits plus haut par des composants connus, et les différents exemples de variantes décrits plus haut peuvent être combinés de manière appropriée.

Revendications

1. Balancier-spiral thermocompensé, comprenant:
 - un corps de balancier-spiral qui comprend un arbre de balancier s'étendant selon un premier axe et qui tourne autour du premier axe de par la puissance d'un spiral; et
 - une unité de réglage qui comprend des pièces bimatérial qui s'étendent respectivement le long de deuxièmes axes, à partir de positions symétriques par rotation autour du premier axe sur le corps de balancier-spiral, et dans lesquelles des matériaux ayant des coefficients de dilatation thermique différents sont accolés selon une direction coupant le deuxième axe, ainsi qu'une partie formant masselotte qui est attachée à la pièce bimatérial de manière à être déplaçable selon une deuxième direction axiale le long du deuxième axe.

CH 714 857 A2

2. Balancier-spiral thermocompensé selon la revendication 1, dans lequel le corps de balancier-spiral comprend l'arbre de balancier, et une roue de balancier qui comprend une serge entourant l'arbre de balancier depuis un extérieur selon une première direction radiale orthogonale au premier axe et qui est attachée à l'arbre de balancier, l'unité de réglage s'étendant depuis la serge.
3. Balancier-spiral thermocompensé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la partie formant masselotte comprend une partie fixée qui est fixée à la pièce bimatérial, et une partie déplaçable qui est attachée à la partie fixée, de manière à être déplaçable selon la deuxième direction axiale.
4. Balancier-spiral thermocompensé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la pièce bimatérial s'étend en porte-à-faux à partir du corps de balancier-spiral, la partie formant masselotte étant attachée à une extrémité de bout de la pièce bimatérial.
5. Balancier-spiral thermocompensé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel l'unité de réglage est portée par le corps de balancier-spiral de manière à avoir une orientation réglable autour du deuxième axe.
6. Balancier-spiral thermocompensé selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le spiral est fait d'un matériau élastique constant.
7. Balancier-spiral thermocompensé selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel un centre de la pièce bimatérial est positionné sur le deuxième axe.
8. Mouvement comprenant un balancier-spiral thermocompensé selon l'une des revendications 1 à 7.
9. Pièce d'horlogerie comprenant un balancier-spiral selon la revendication 8.

FIG. 1

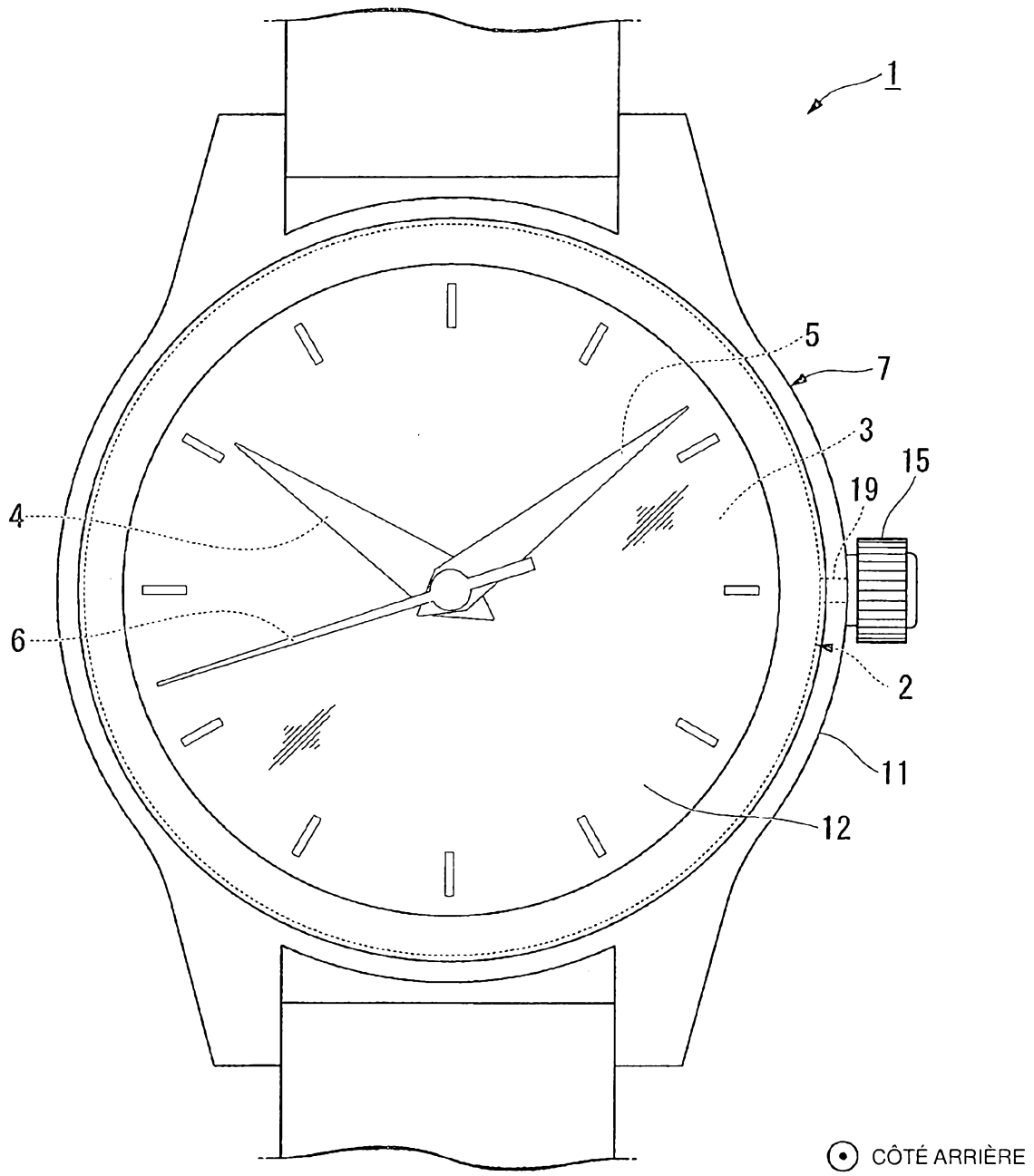


FIG. 2

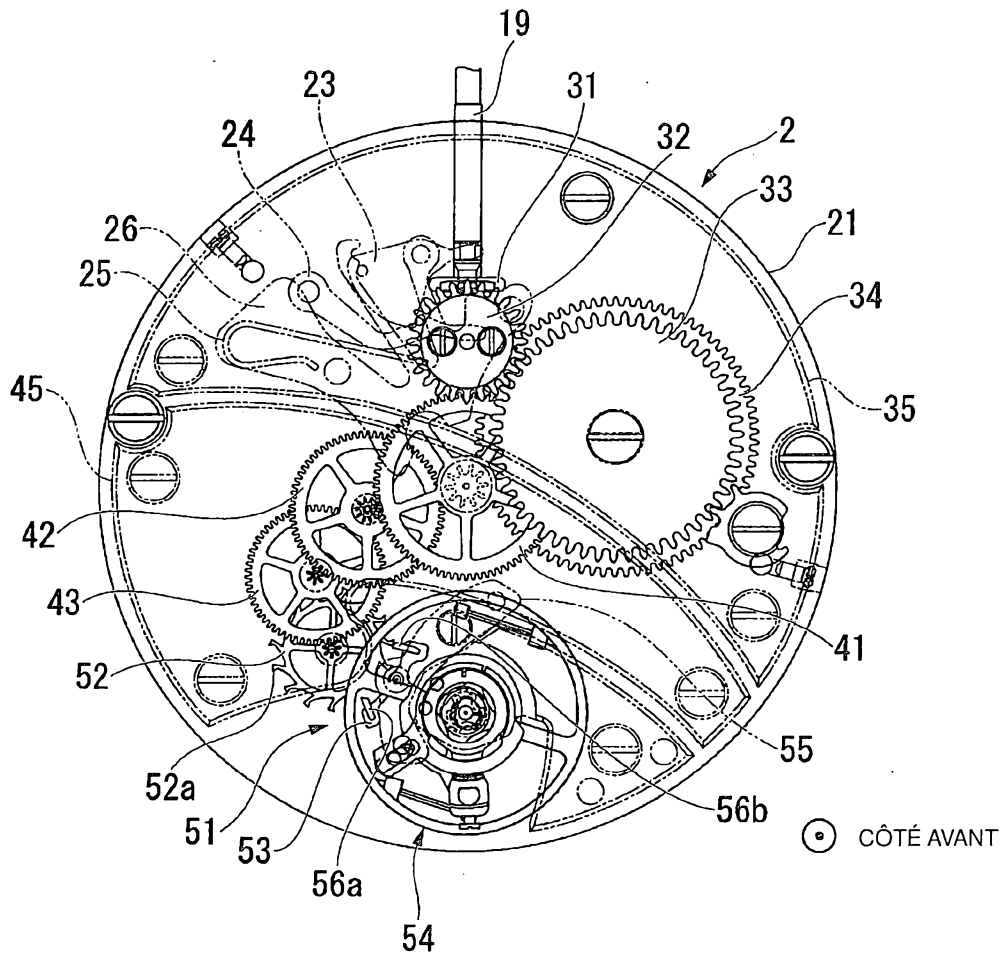


FIG. 3

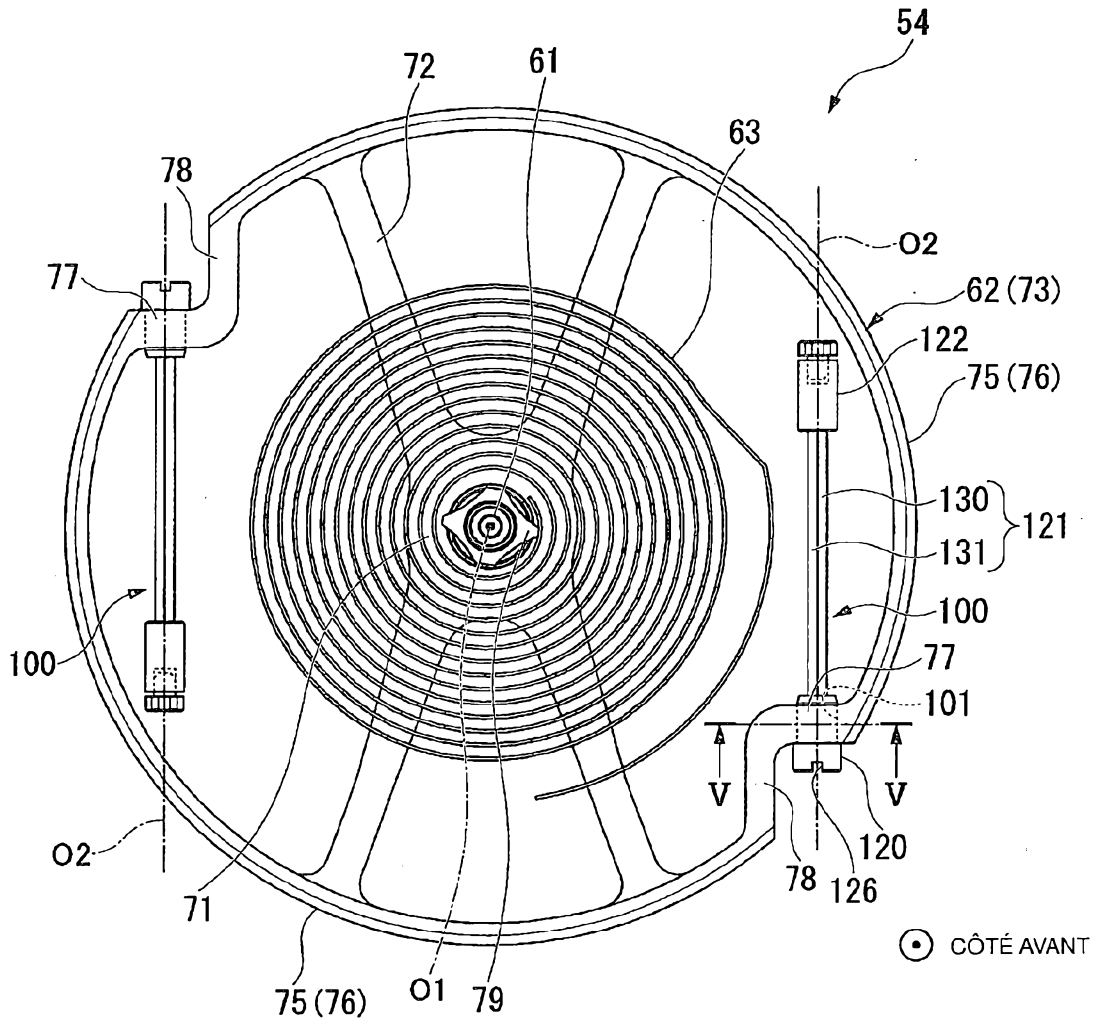


FIG. 4

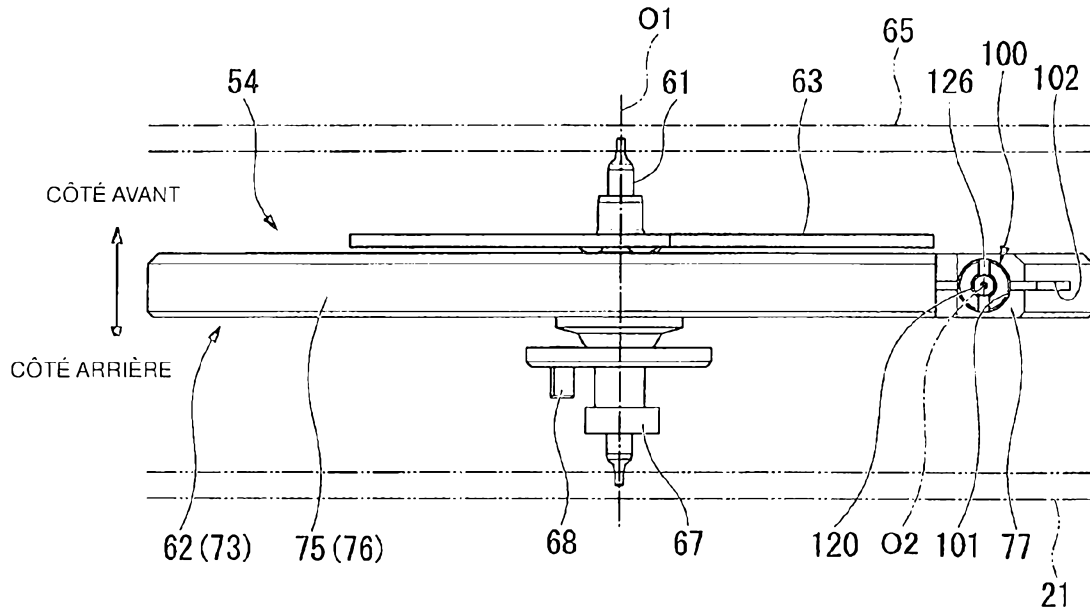


FIG. 5

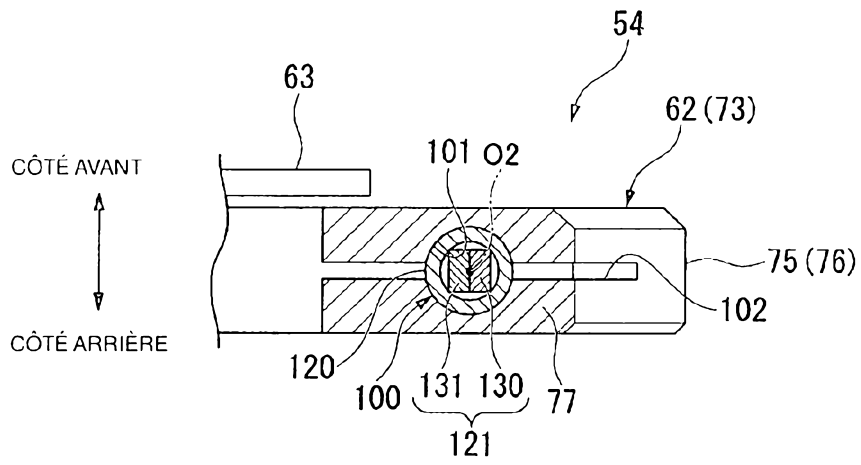


FIG. 6

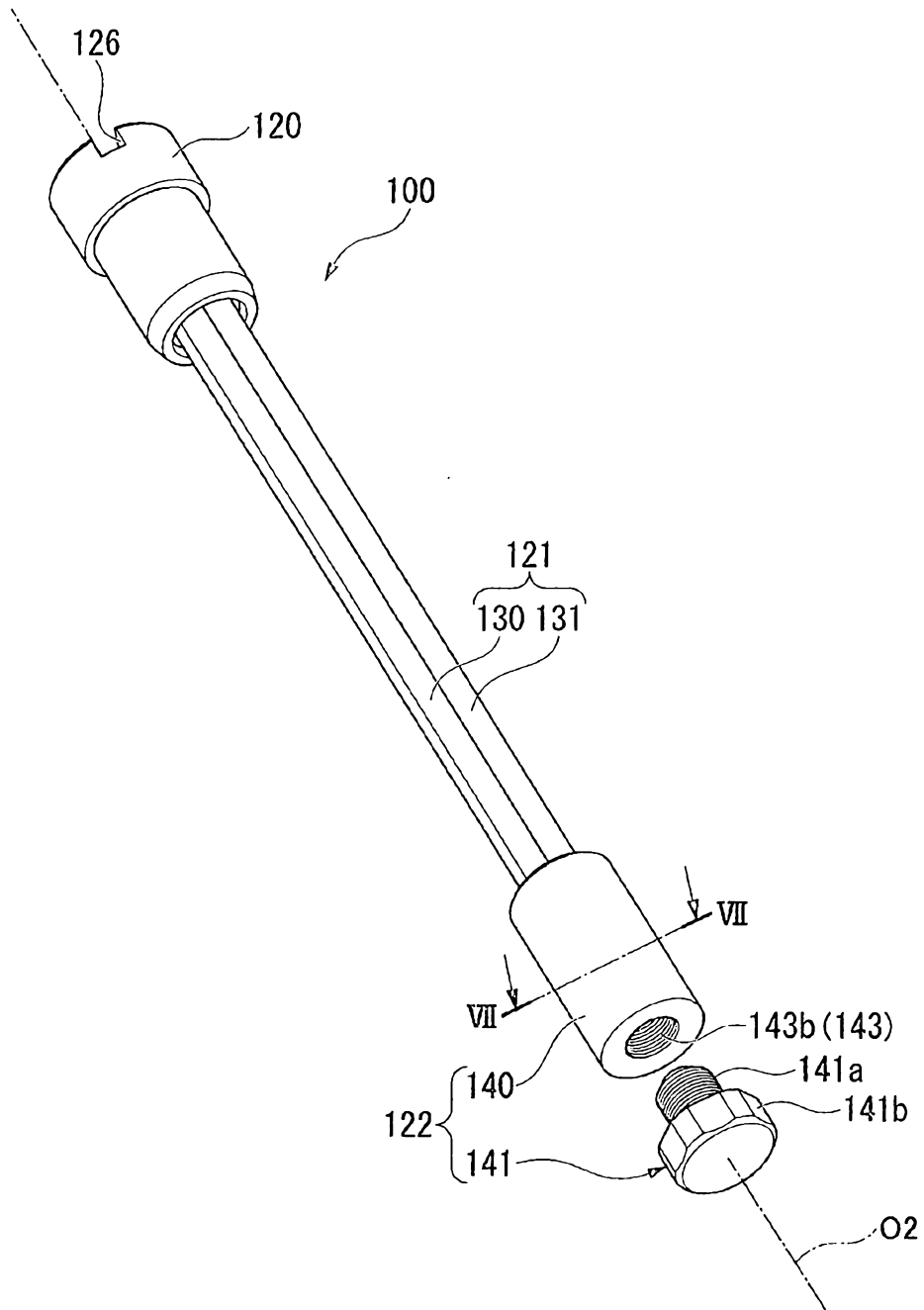


FIG. 7

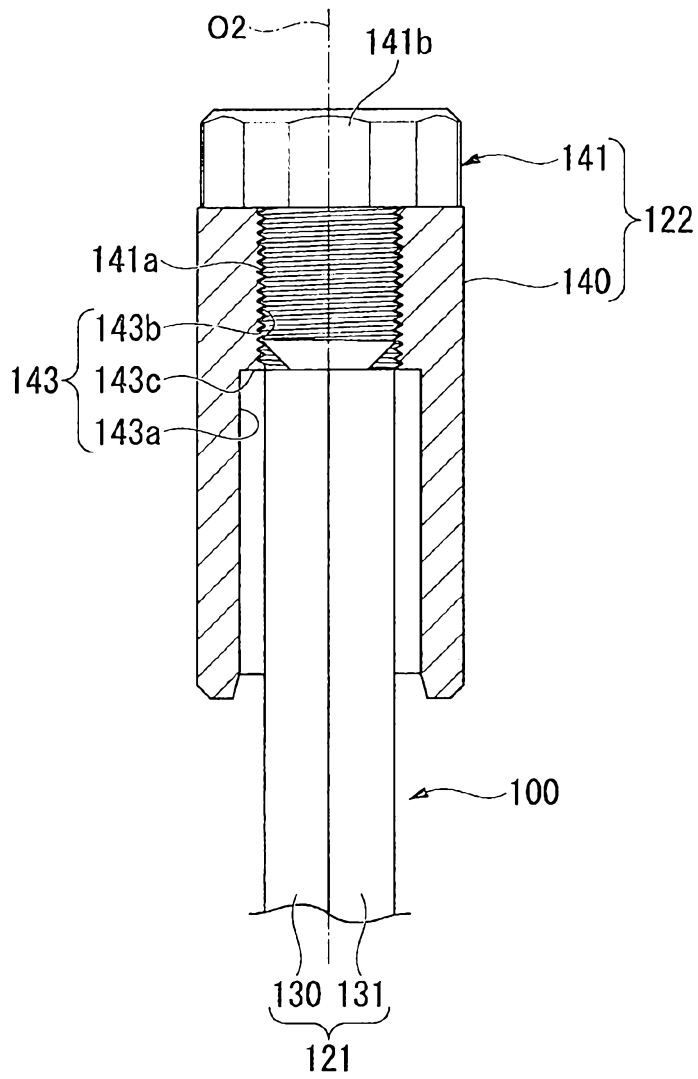


FIG. 8

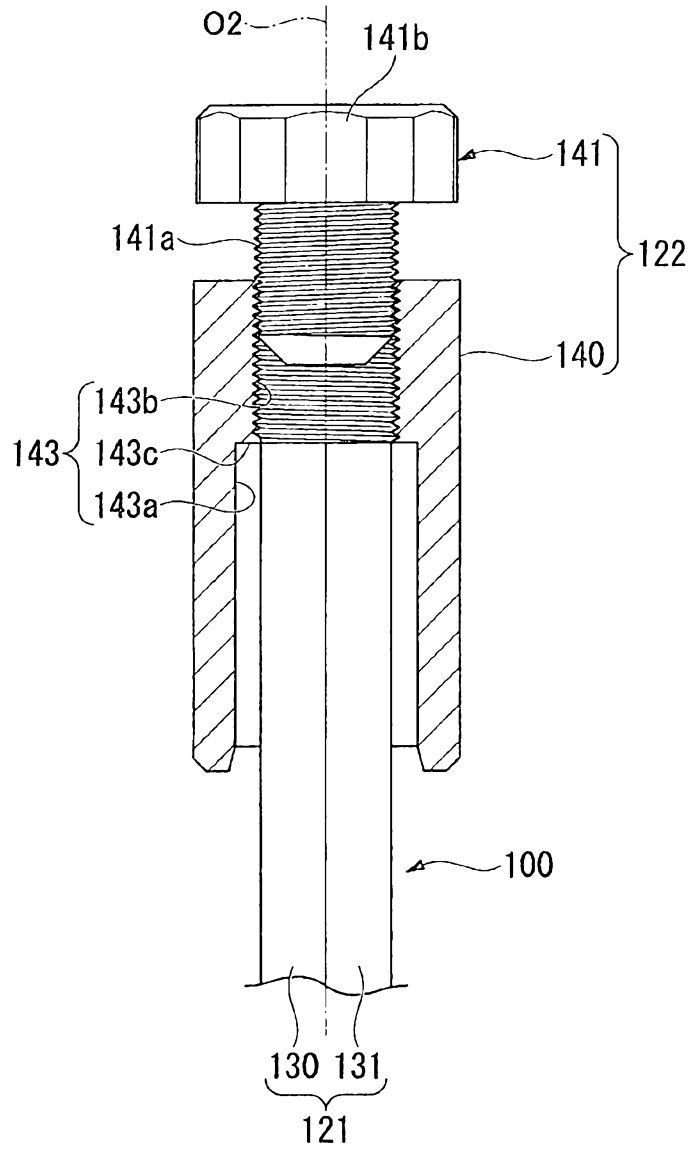


FIG. 9

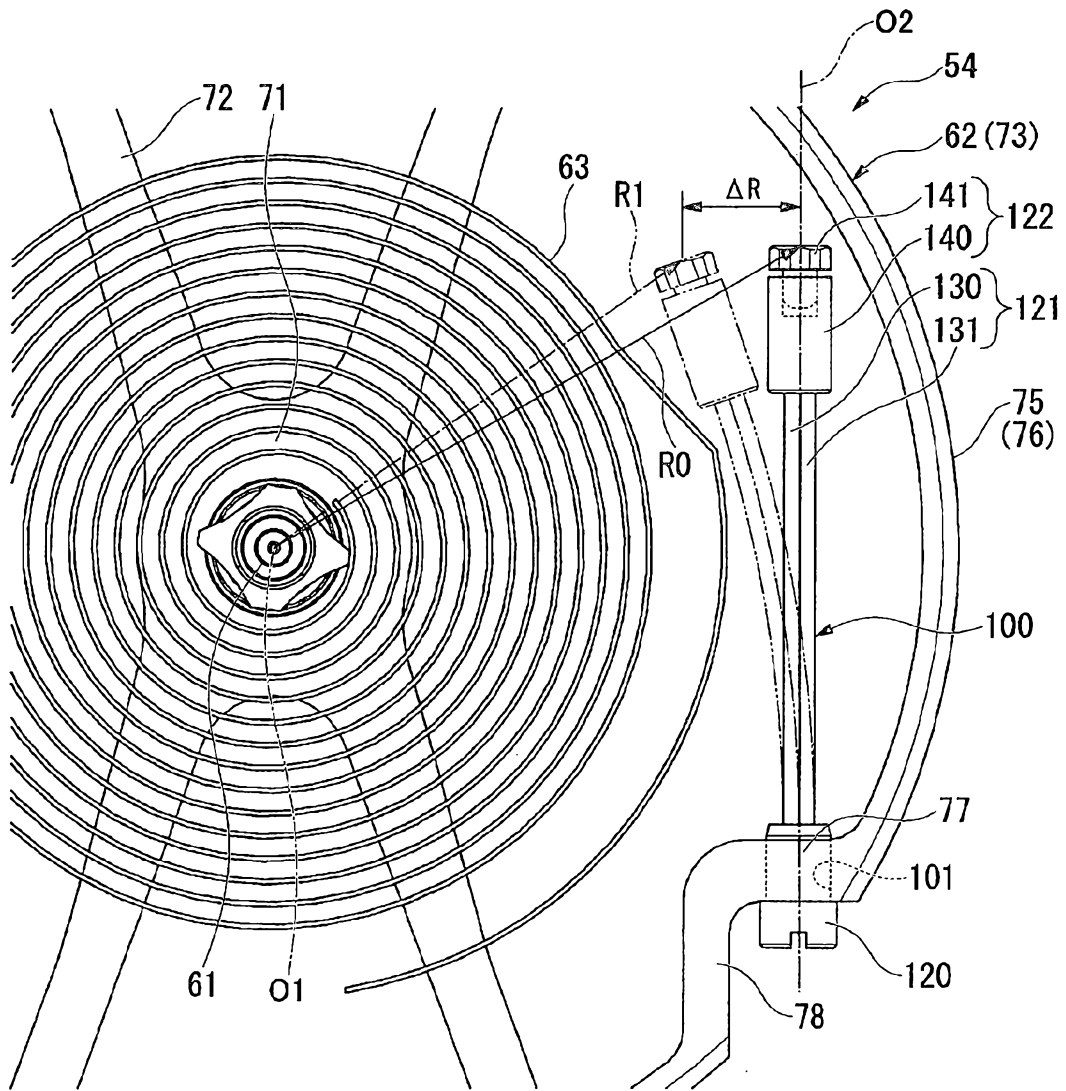


FIG. 10

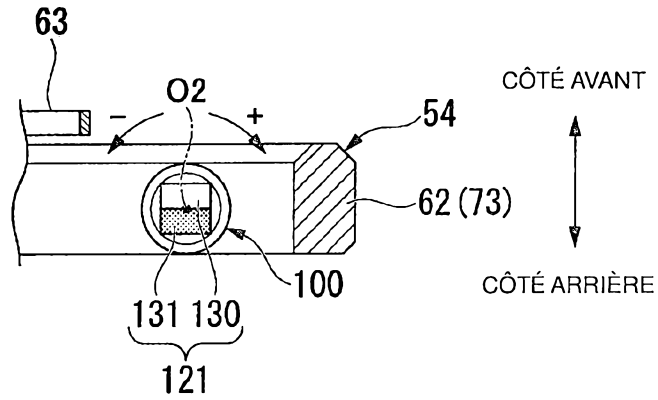


FIG. 11

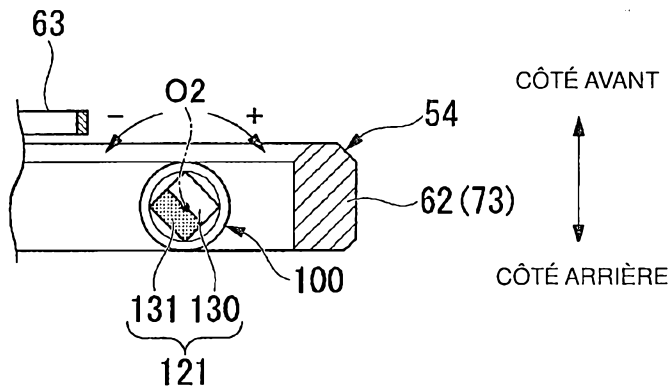


FIG. 12

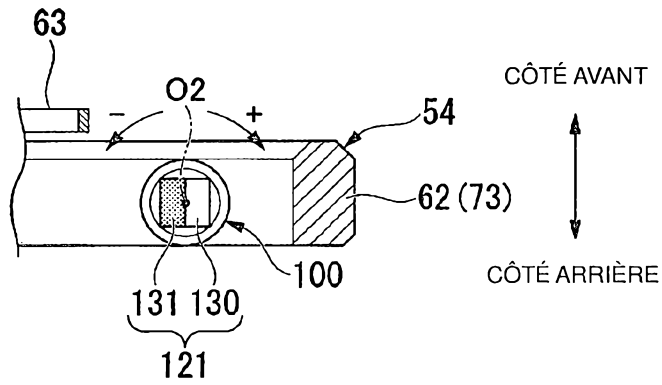


FIG. 13

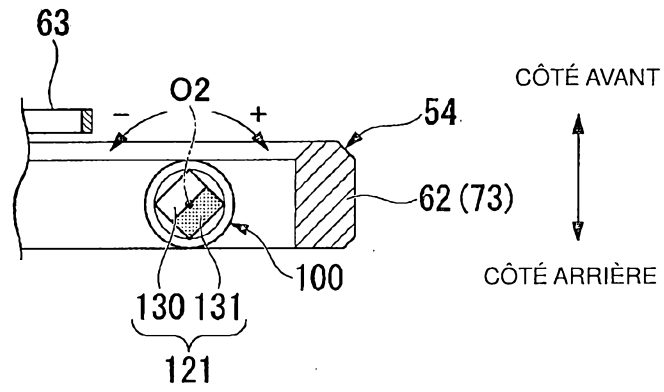


FIG. 14

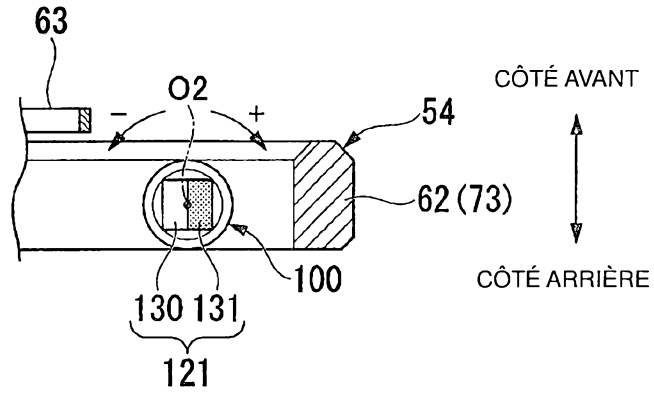


FIG. 15

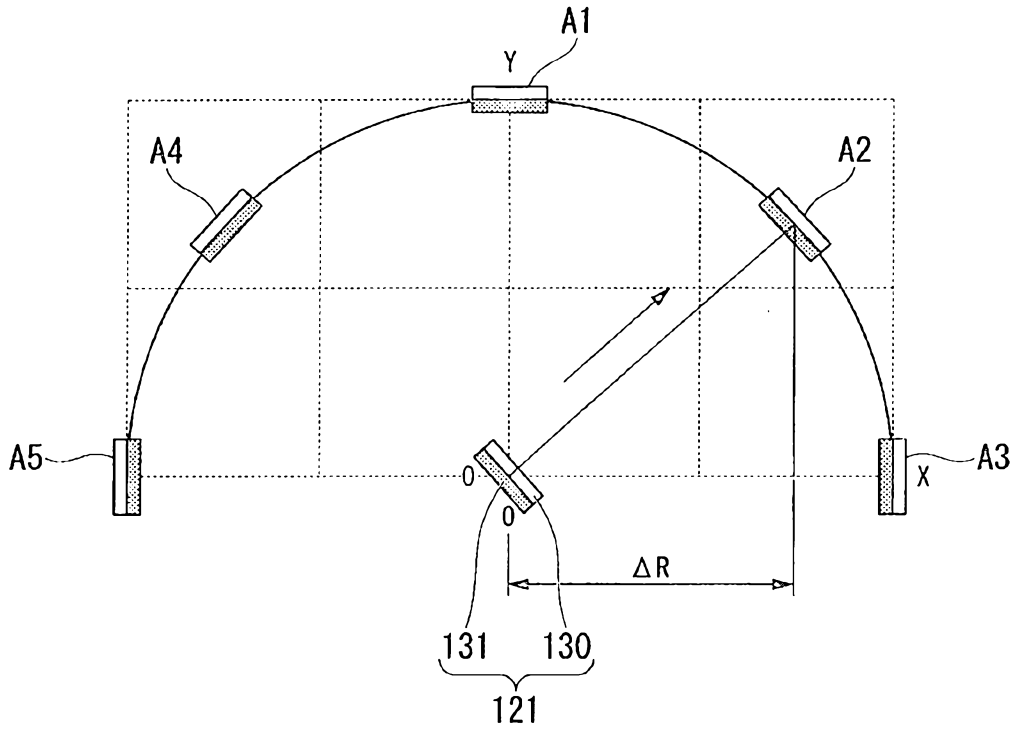


FIG. 16

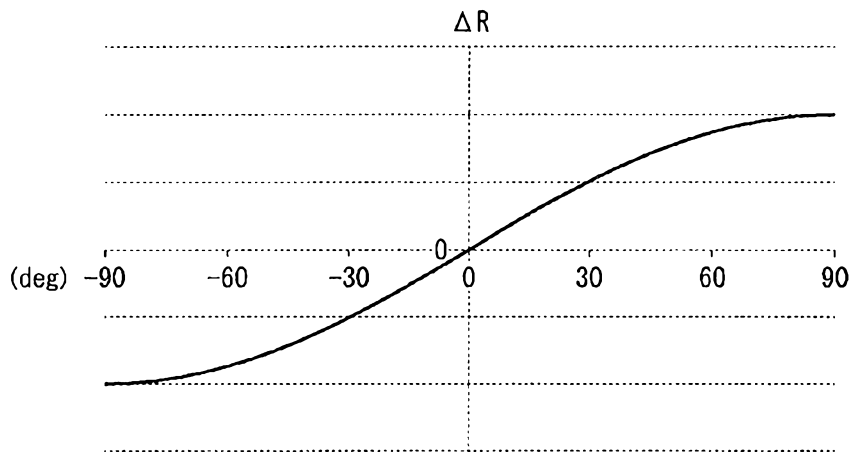


FIG. 17

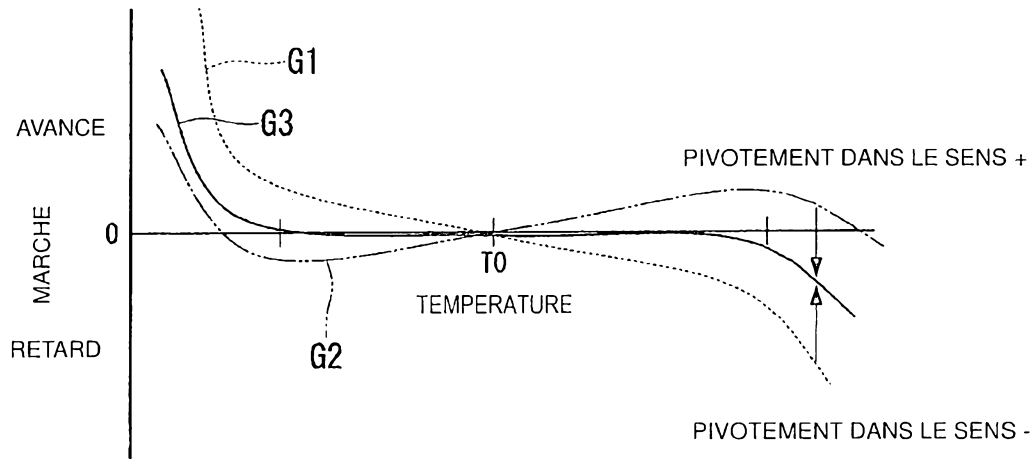


FIG. 18

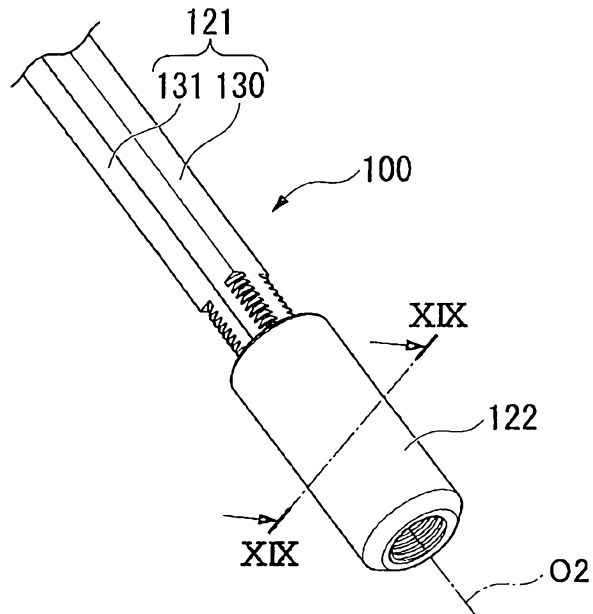


FIG. 19

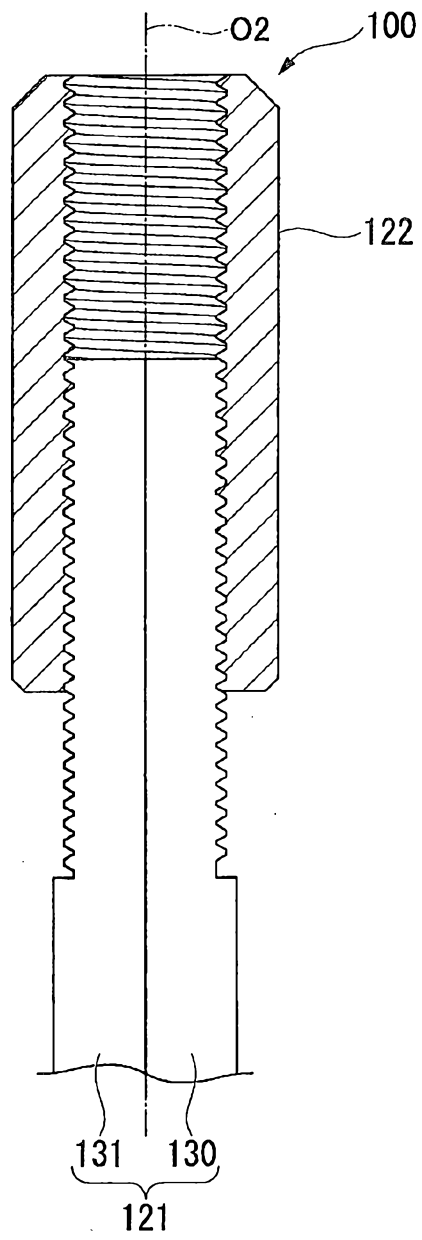


FIG. 20

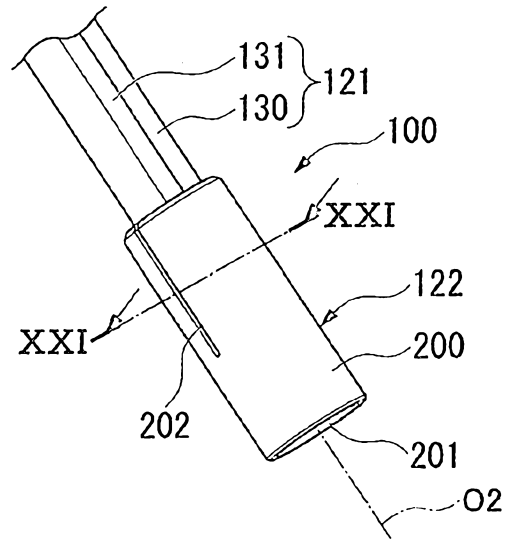


FIG. 21

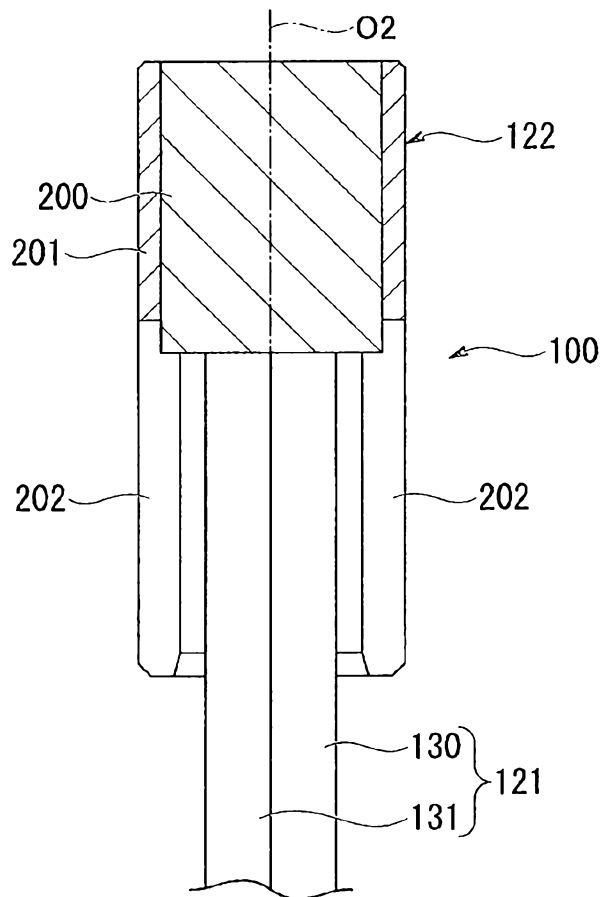


FIG. 22

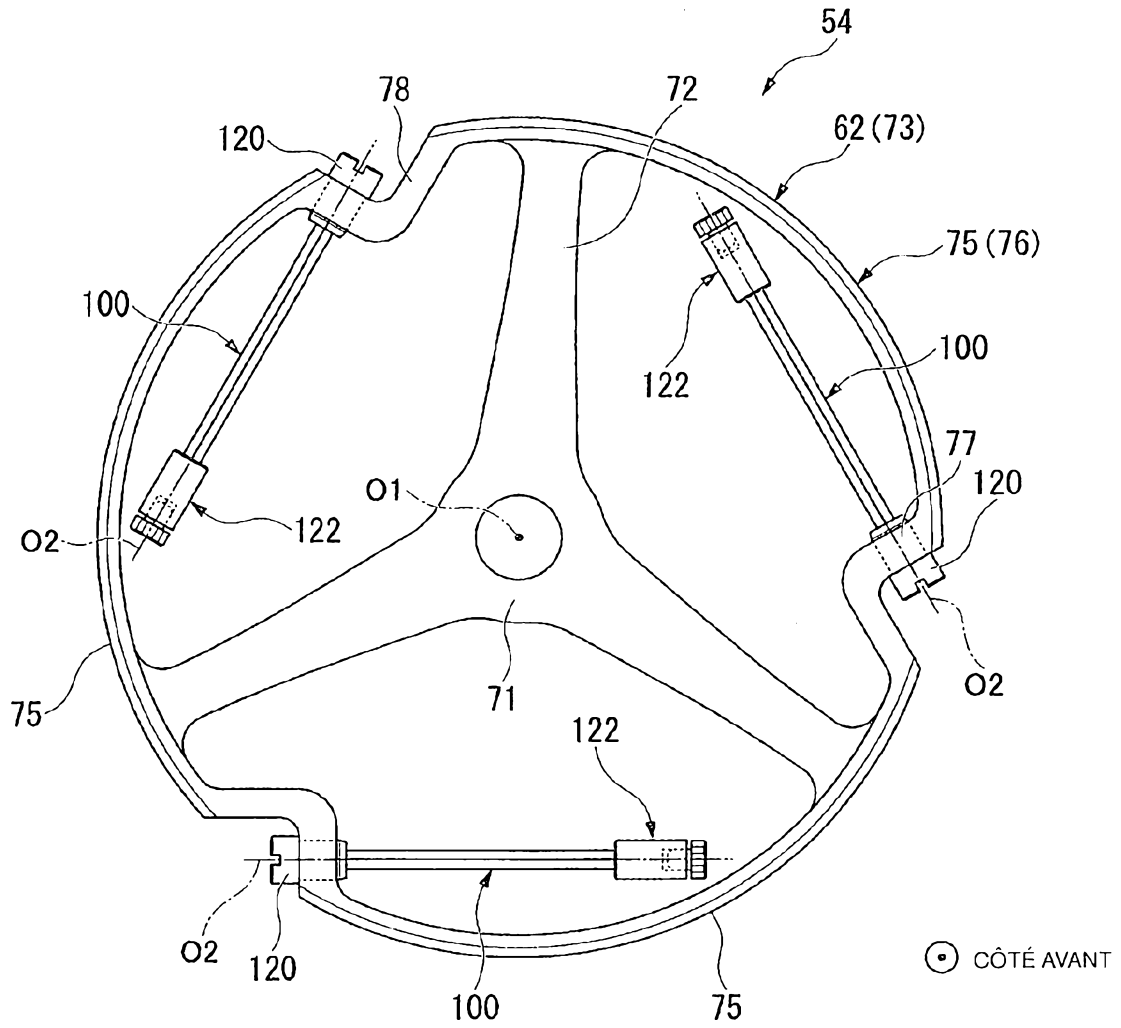


FIG. 23

