



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 706 526 B1

(51) Int. Cl.: G04B 17/32 (2006.01)
G04B 17/06 (2006.01)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

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

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00903/13

(22) Date de dépôt: 02.05.2013

(43) Demande publiée: 15.11.2013

(30) Priorité: 08.05.2012 JP 2012-107056

(24) Brevet délivré: 15.11.2017

(45) Fascicule du brevet publié: 15.11.2017

(73) Titulaire(s):
Seiko Instruments Inc., 8, Nakase 1-chome, Mihama-ku
Chiba-shi, Chiba (JP)

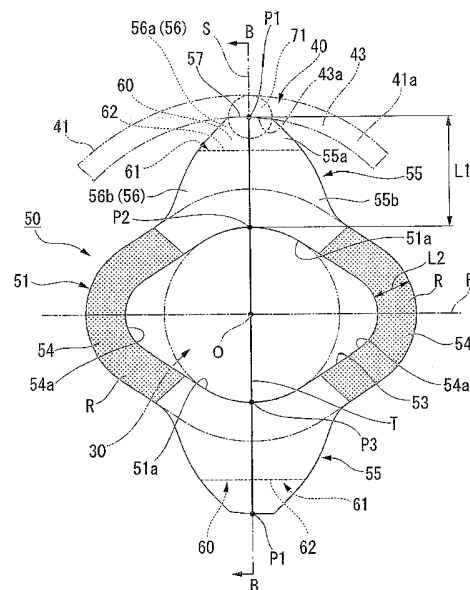
(72) Inventeur(s):
Takayoshi Ibata, Chiba-shi, Chiba (JP)
Kei Hirano, Chiba-shi, Chiba (JP)
Satoshi Kikuchi, Chiba-shi, Chiba (JP)
Kentaro Tada, Chiba-shi, Chiba (JP)

(74) Mandataire:
BOVARD SA, Conseils en propriété intellectuelle
Optingenstrasse 16
3000 Berne 25 (CH)

(54) **Virole, sous-ensemble pour balancier-spiral, balancier-spiral et pièce d'horlogerie.**

(57) L'invention concerne une virole permettant d'assurer un positionnement précis du spiral et de prévenir les risques de casse lorsqu'elle est engagée sur l'axe du balancier. L'invention comprend un ensemble balancier-spiral équipé de ladite virole et une pièce d'horlogerie comportant un tel ensemble.

Sur la périphérie extérieure de la virole (50) se trouve une surface de soudage (57) sur laquelle l'extrémité intérieure (43) d'un spiral (40) est soudée. Quand la virole (50) est montée sur l'axe d'un balancier (30), il est prévu, sur une droite (T) joignant un point central (P1) de la surface de soudage (57) au centre (O) de la virole (50), deux points de butée, respectivement (P2) et (P3), sur la virole (50) assurant le contact avec l'axe du balancier (30). Il est également prévu, dans au moins une zone distincte de la droite (T), une section (54) de la virole dont l'épaisseur est plus faible que la distance séparant le point central (P1) de la surface de soudage (57) du point de butée (P2) le plus proche.



Description

Domaine de l'invention

[0001] Cette invention se rapporte à une virole, un sous-ensemble pour balancier-spiral, un balancier-spiral comprenant cette virole, et une pièce d'horlogerie.

Description de l'art antérieur

[0002] Comme cela est connu, une pièce d'horlogerie mécanique comporte un mécanisme d'échappement/régulation pour contrôler la rotation d'un barillet de mouvement, un mobile de centre, un troisième mobile, et un second mobile constituant un rouage avant. Un mécanisme ordinaire d'échappement/régulation comporte un mobile d'échappement et un balancier-spiral. Le balancier-spiral est formé d'une roue de balancier, d'un axe de balancier définissant le centre de rotation de la roue de balancier, d'un spiral conformé en spirale le long d'une spirale d'Archimède et configuré pour faire tourner la roue de balancier par expansion et contraction, et d'une virole configurée pour fixer le spiral à l'axe de balancier.

[0003] De manière générale, la virole est un élément substantiellement annulaire qui peut être enfilé sur l'axe de balancier, et comporte, sur sa surface latérale radialement extérieure, une surface de soudage à laquelle une extrémité côté intérieur du spiral est soudée. Le spiral et la virole sont fixés à l'axe de balancier en enfilant la virole sur l'axe de balancier, le spiral et la virole étant fixés l'un à l'autre par soudage.

[0004] Il est connu que la précision d'une pièce d'horlogerie mécanique dépend de la déviation entre l'axe central de l'axe de balancier définissant le centre de rotation du balancier-spiral et l'axe central du spiral (c'est-à-dire l'axe central de la spirale d'Archimède). Donc, un positionnement avec une grande précision est requis pour que, quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier, l'axe central du spiral et l'axe central de l'axe de balancier puissent coïncider l'un avec l'autre.

[0005] Par exemple, JP A 2005-300 532 (Document de brevet 1) divulgue une virole (correspondant à ce que l'on désigne avec le terme «virole» dans les revendications de la présente demande) formée par une bande métallique, dont le contour interne a une ouverture pour monter la virole sur l'axe de balancier (correspondant à ce que l'on désigne avec l'expression «axe de balancier» dans les revendications de la présente demande). Sur son contour externe, le point d'action (correspondant à ce que l'on désigne par l'expression «surface de soudage» dans les revendications de la présente demande) entre la virole et le ressort de balancier (correspondant à ce que l'on désigne par le terme «spiral» dans les revendications de la présente demande) est agencé à une extrémité de bras où la distance depuis l'axe central est plus grand qu'aux autres points sur le contour externe.

[0006] Le ressort de balancier est fixé à la virole en soudant une extrémité d'une courbure interne du ressort de balancier (correspondant à ce que l'on désigne par l'expression «extrémité côté intérieur» dans les revendications de la présente demande) au point d'action de la virole. La virole auquel le ressort de balancier a été fixé est montée sur l'axe de balancier en chassant l'ouverture de la bande sur l'axe de balancier. En d'autres termes, le ressort de balancier est monté sur l'axe de balancier par l'intermédiaire de la virole.

[0007] Quand l'ouverture de la bande est chassée sur l'axe de balancier, le côté interne selon la direction radiale du point d'action (c'est-à-dire la surface périphérique interne de la bande) est espacé de l'axe de balancier, et un espace est formé entre la virole et l'axe de balancier.

[0008] Cependant, la virole conventionnelle a les problèmes suivants.

[0009] Il est à considérer que la virole conventionnelle est chassée sur l'axe de balancier en déformant élastiquement la partie sur le côté interne de manière radiale de la surface de soudage, en vertu du trou entre la partie de côté interne de manière radiale de la surface de soudage et l'axe de balancier. En conséquence, la surface de soudage est déviée vers l'intérieur selon la direction radiale, de manière qu'il y a le risque que le spiral ne puisse pas être agencé avec précision. En conséquence, une déviation est générée entre l'axe central de l'axe de balancier et l'axe central du spiral (c'est-à-dire l'axe central de la spirale d'Archimède), de manière qu'il y a le risque que la précision de la pièce d'horlogerie mécanique soit détériorée.

[0010] En outre, lors du soudage de l'extrémité côté intérieur du spiral à la surface de soudage de la virole, la chaleur dégagée au moment du soudage est conduite de la surface de soudage vers la virole. A ce moment, la partie côté externe de manière radiale de la virole, en particulier, qui est proche de la surface de soudage, atteint une température élevée, et voit sa dureté réduite en conséquence d'un recuit. En revanche, la partie côté interne de manière radiale de la virole, qui est éloignée de la surface de soudage, n'est pas recuite, de manière qu'elle ne subit aucun changement de dureté, mais a une dureté relativement élevée, par comparaison à la partie côté externe de manière radiale, qui est recuite. En conséquence, la partie de dureté relativement haute (c'est-à-dire la partie qui n'a pas été recuite) de la virole après le soudage du spiral est plus fine selon la direction radiale comparé à celle de la virole avant le soudage du spiral. En conséquence, quand la virole est chassée sur l'axe de balancier par une déformation élastique de la partie sur le côté interne de manière radiale de la surface de soudage, une tension est concentrée sur la partie plus fine, côté interne de manière radiale, de la virole, qui est d'une dureté élevée, résultant en ce qu'il y a fracture, de manière qu'il y a le risque qu'un défaut de fabrication soit généré.

[0011] En outre, au cours de ces dernières années, une méthode de fabrication utilisant l'électroformage a été adoptée pour réaliser une virole de forme spéciale à bas prix. De manière générale, en réalisant une virole en utilisant l'électroformage, du nickel et un alliage de nickel sont adoptés comme matériau de la virole. Ici, le point de fusion du nickel et de l'alliage de nickel est plus haut que celui d'autres métaux tels que le fer, de manière que la température de soudage lors du soudage du spiral à la virole est élevée. En conséquence, la partie côté externe de manière radiale de la virole, qui est plus proche de la surface de soudage, est plus sujet au recuit. En conséquence, la partie sur le côté interne de manière radiale de la virole, qui est d'une dureté relativement haute, devient extrêmement mince selon la direction radiale, de manière que le problème ci-dessus est spécialement visible.

Résumé de l'invention

[0012] En conséquence, un but de la présente invention est de fournir une virole capable de prévenir une fracture au moment de l'action de l'enfiler sur l'axe de balancier, un balancier-spiral comportant cette virole, et une pièce d'horlogerie comportant celle-ci.

[0013] Pour atteindre le but mentionné ci-dessus, il est proposé, conformément à l'invention, une virole prévue pour être enfilée sur un axe de balancier et fixée à celui-ci, et pour fixer une extrémité côté intérieur d'un spiral à l'axe de balancier. Cette virole est telle que:

sur une surface latérale radialement extérieure de la virole, il est prévu une surface de soudage où souder l'extrémité côté intérieur du spiral;

sur une ligne droite joignant une partie centrale de la surface de soudage selon la direction périphérique de la virole et l'axe central de la virole telle que vue selon la direction axiale de la virole, la virole comporte une partie d'appui prévue pour être en appui contre la surface périphérique externe de l'axe de balancier; et

ailleurs que là où il y a la ligne droite, la virole comporte une partie de largeur moindre dont la largeur est plus petite que la distance dont la partie centrale de la surface de soudage et la partie d'appui sont espacées l'une de l'autre.

[0014] Selon l'invention, la partie de largeur moindre est prévue ailleurs que là où il y a la ligne droite sur laquelle la partie d'appui est formée. De cette manière, la partie de largeur moindre subit une déformation élastique quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier, rendant possible de supprimer une déformation de la partie entre la partie d'appui et la surface de soudage. En outre, la partie d'appui est prévue sur la ligne droite connectant la partie centrale selon la direction périphérique de la virole et l'axe central de la virole telle que vue selon la direction axiale de la virole. De cette manière, il est possible de supprimer la déviation de la surface de soudage par rapport à l'axe central de la virole par suppression de la déformation de la partie entre la partie d'appui et la surface de soudage. Donc, dans la virole selon l'invention, quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier, il est possible de supprimer une déviation entre l'axe central du spiral fixé à la surface de soudage et l'axe central de l'axe de balancier, de manière qu'il est possible d'agencer avec précision le spiral sur l'axe de balancier.

[0015] En outre, le côté interne de manière radiale de la surface de soudage de la virole ne reçoit pas facilement la chaleur au moment du soudage et n'est pas facilement recuit, de manière que la partie de dureté relativement haute devient plus mince selon la direction radiale pour devenir sujette à la génération de fracture quand une pression lui est appliquée. A cet égard, selon l'invention, quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier, la partie de largeur moindre subit une déformation élastique, de manière qu'il est possible de supprimer la pression appliquée à la partie d'appui dont la partie de dureté relativement élevée est devenue plus fine et à sa périphérie, rendant possible d'éviter qu'il se produise une fracture de la virole quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier.

[0016] En conséquence, dans la virole selon l'invention, il est possible d'agencer avec précision le spiral et de prévenir une fracture susceptible de se produire au moment de la mise en place sur l'axe de balancier.

[0017] En outre, dans une virole selon un mode de réalisation d'invention, quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier, la partie de largeur moindre est espacée de l'axe de balancier.

[0018] Selon un mode de réalisation de l'invention, la partie de largeur moindre peut être configurée de manière à être espacée de l'axe de balancier, pour qu'un espace soit formé entre la partie de largeur moindre et l'axe de balancier. En conséquence, la partie de largeur moindre peut subir grandement la déformation élastique pour se déplacer de manière radiale vers l'intérieur quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier, afin qu'il soit possible de supprimer de manière fiable la tension appliquée à la partie d'appui de la virole dont la partie de dureté relativement élevée est devenue plus fine, ainsi qu'à sa périphérie. Donc, il est possible de prévenir de manière fiable une fracture de la virole susceptible de se produire quand elle est enfilée sur l'axe de balancier.

[0019] Selon un mode de réalisation de l'invention, la virole comprend un corps principal délimitant une ouverture où faire passer coaxialement l'axe de balancier, ainsi qu'une partie de support qui est en saillie vers l'extérieur selon la direction radiale du corps principal et à laquelle souder le spiral, tandis que la surface de soudage est formée sur une surface latérale radialement extérieure de la partie de support, et qu'au moins une des deux surfaces d'extrémité de la partie de support selon la direction axiale possède un rentrant.

[0020] Selon ce mode de réalisation de l'invention, un rentrant est présent dans la partie de support, de manière que, comparé au cas où aucun rentrant n'est présent, il est possible de réduire la section du chemin de conduction de la chaleur

par lequel la chaleur est conduite au moment du soudage. En conséquence, il est possible de réduire la conductivité thermique de la partie de support depuis la surface de soudage jusqu'au corps principal. En outre, la chaleur au moment du soudage est conduite depuis la surface de soudage au corps principal en guise de rentrant. En conséquence, comparé au cas où aucun rentrant n'est présent, le chemin de conduction de la chaleur depuis la surface de soudage jusqu'au corps principal est plus long, de manière qu'il est possible de réduire la conductivité thermique de la partie de support. En outre, en raison de la présence du rentrant, la partie de support présente une surface plus grande que dans le cas où aucun rentrant n'est prévu, de manière qu'il est possible de rayonner la chaleur d'une manière plus satisfaisante.

[0021] De cette façon, la chaleur au moment du soudage n'est pas facilement conduite de la surface de soudage au corps principal, de sorte qu'il est possible de limiter la région recuite à celle allant de la surface de soudage au voisinage du rentrant. En d'autres termes, au niveau de la partie d'appui du corps principal de la virole et dans sa périphérie, aucun recuit n'a lieu, et il est possible que la partie de dureté relativement élevée ait une épaisseur importante selon la direction radiale. En outre, quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier, la partie de largeur moindre subit une déformation élastique, de manière qu'il est possible de supprimer de manière fiable la tension appliquée à la partie d'appui de la virole qui est de dureté relativement élevée, ainsi qu'à sa périphérie. En conséquence, il est possible de prévenir de manière fiable une fracture de la virole susceptible de se produire quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier.

[0022] Selon un mode de réalisation de l'invention, la virole comprend un corps principal délimitant une ouverture où faire passer de manière coaxiale l'axe de balancier, ainsi que plusieurs parties de support qui sont en saillie vers l'extérieur selon la direction radiale du corps principal et dont chacune comporte une surface latérale externe où se trouve l'un de plusieurs exemplaires de ladite surface de soudage, les parties de support étant prévues à intervalle régulier selon la direction périphérique, plusieurs exemplaires de ladite partie de largeur moindre étant prévus à intervalle régulier selon la direction périphérique.

[0023] Selon ce mode de réalisation de l'invention, plusieurs parties de support et plusieurs parties de largeur moindre sont prévues à intervalle régulier selon la direction périphérique, et il est possible d'agencer le centre de gravité de la virole au centre de rotation de la virole. En conséquence, la virole peut tourner d'une manière stable, en ne provoquant aucune oscillation. Donc, quand un balancier-spiral et une pièce d'horlogerie sont fabriqués en utilisant, comme composant, la virole selon ce mode de réalisation de l'invention, l'erreur affectant la période de rotation est petite, rendant possible de garantir une performance satisfaisante.

[0024] En outre, lorsqu'il est prévu plusieurs parties de support chacune ayant une surface de soudage, il en résulte que, lors du soudage du spiral à la virole, on réalise un positionnement mutuel entre une des surfaces de soudage et l'extrémité côté intérieur du spiral. En conséquence, comparé au cas où il n'y a qu'une surface de soudage de la partie de support, le positionnement mutuel entre la surface de soudage de la virole et l'extrémité côté intérieur du spiral peut être effectué plus rapidement. En outre, chacune des parties de support possède un rentrant, de manière qu'il est possible de supprimer le recuit de la partie du corps principal près de la surface de soudage indépendamment de la partie de support à la surface de soudage de laquelle l'extrémité côté intérieur du spiral est soudé. Donc, il est possible d'agencer avec précision le spiral, et d'améliorer l'efficacité opératoire lors du soudage du spiral à la virole, tout en empêchant qu'une fracture de la virole se produise quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier.

[0025] En outre, la virole selon un mode de réalisation de l'invention est une virole réalisée par électroformage.

[0026] Lors de la fabrication d'une virole en utilisant l'électroformage, du nickel et un alliage de nickel sont adoptés comme matériaux. En conséquence, la température de soudage quand le spiral est soudé à la virole s'élève beaucoup, et la région recuite de la virole s'élargit, de manière que la partie d'appui et la partie à sa périphérie, qui sont de dureté relativement haute, devient en outre plus fine, et il y a un risque qu'il y ait fracture quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier.

[0027] Cependant, selon l'invention, quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier, la partie de largeur moindre subit une déformation élastique, et il est possible de supprimer la tension appliquée à la partie d'appui et sa périphérie, qui sont de dureté élevée, de manière qu'il est possible d'éviter une fracture de la virole. Donc, il est possible de former une virole de forme spéciale à bas prix, et d'éviter que se produise une fracture de la virole quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier. De cette manière, l'invention est spécialement appropriée pour une virole réalisée par électroformage.

[0028] Le balancier-spiral selon l'invention comporte une virole telle que définie précédemment.

[0029] La pièce d'horlogerie selon l'invention comporte un balancier-spiral tel que défini ci-dessus.

[0030] Selon l'invention, il est possible d'agencer avec précision le spiral, et d'éviter qu'une fracture de la virole se produise quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier. De cette manière, il est possible de former un balancier-spiral et une pièce d'horlogerie qui sont de haute précision et dépourvus de défaut de fabrication.

[0031] Selon l'invention, la partie de largeur moindre est prévue ailleurs que là où il y a la ligne droite mentionnée ci-dessus sur laquelle la partie d'appui est formée. De cette manière, la partie de largeur moindre subit une déformation élastique lors de l'action d'enfiler la virole sur l'axe de balancier, permettant que soit supprimée une déformation de la partie se trouvant entre la partie d'appui et la surface de soudage. En outre, la partie d'appui est agencée sur la ligne droite joignant la partie centrale selon la direction périphérique de la virole et l'axe central de la virole telle que vue selon la direction axiale de la virole, de manière que, en supprimant la déformation de la partie se trouvant entre la partie d'appui et la surface de soudage, il est possible d'éviter une déviation de la surface de soudage par rapport à l'axe central de la virole.

Donc, dans la virole selon l'invention, quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier, il est possible de supprimer une déviation entre l'axe central du spiral fixé à la surface de soudage et l'axe central de l'axe de balancier, de manière qu'il est possible d'agencer avec précision le spiral sur l'axe de balancier.

[0032] En outre, la chaleur dégagée au moment de soudage n'est pas facilement conduite depuis la surface de soudage vers la partie sur le côté interne selon la direction radiale de la surface de soudage de la virole, et la partie n'est pas facilement recuite, de manière que la partie de dureté relativement élevée devient plus fine selon la direction radiale pour être sujette à une fracture quand une tension lui est appliquée. En revanche, selon l'invention, quand la virole est enfilée sur l'axe de balancier, la partie de largeur moindre subit une déformation élastique, de manière qu'il est possible de supprimer la tension appliquée à la partie d'appui et sa partie périphérie, dont une partie de dureté relativement élevée est devenue plus fine, rendant possible d'éviter une fracture de la virole lors de l'action d'enfiler la virole sur l'axe de balancier.

[0033] Donc, dans la virole selon l'invention, il est possible d'agencer avec précision le spiral, et d'empêcher qu'une fracture se produise lors de la mise en place sur l'axe de balancier.

Brève description des dessins

[0034]

- La fig. 1 est une vue en plan et représente le côté avant d'une pièce d'horlogerie complète.
- La fig. 2 est une vue en plan et représente côté avant d'un mouvement.
- La fig. 3 est une vue en plan d'un balancier-spiral tel que vu selon la direction axiale.
- La fig. 4 est une vue en coupe selon la ligne A–A de la fig. 3.
- La fig. 5 est une vue explicative d'un spiral.
- La fig. 6 est une vue en plan d'une virole selon un premier mode de réalisation.
- La fig. 7 est une vue en coupe selon la ligne B–B de la fig. 6.
- La fig. 8 est un schéma illustrant comment le spiral est soudé à la virole.
- La fig. 9 est une vue en coupe axiale d'une virole selon une première modification du premier mode de réalisation.
- La fig. 10 est une vue en coupe axiale d'une virole selon une seconde modification du premier mode de réalisation.
- La fig. 11 est un organigramme illustrant un procédé de fabrication de virole.
- La fig. 12 est un schéma illustrant comment un moule d'électroformage est immergé dans un liquide d'électroformage.
- La fig. 13 est un schéma illustrant comment un corps métallique est amené à croître par électroformage dans un contour externe formant une empreinte.
- La fig. 14 est une vue en plan d'une virole selon un second mode de réalisation.
- La fig. 15 est une vue en coupe selon la ligne C–C de la fig. 14.
- La fig. 16 est une vue en plan d'une virole selon un troisième mode de réalisation.
- La fig. 17 est une vue en coupe selon la ligne D–D de la fig. 16.
- La fig. 18 est une vue en plan d'une virole selon un quatrième mode de réalisation.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0035] Dans ce qui suit, un premier mode de réalisation de l'invention va être décrit en référence aux dessins. Dans ce qui suit, une pièce d'horlogerie et un balancier-spiral seront décrits en premier, et ensuite une virole selon le premier mode de réalisation et un procédé de fabrication de la virole seront décrits.

Pièce d'horlogerie

[0036] Un ensemble mécanique incluant la partie d'entraînement d'une pièce d'horlogerie est appelé généralement un «mouvement». Le produit fini obtenu en attachant un cadran et des aiguilles au mouvement et en le mettant dans une boîte de pièce d'horlogerie est appelé une «pièce d'horlogerie complète». Parmi les deux côtés d'une platine constituant la base de la pièce d'horlogerie, le côté où se trouve le verre du boîtier de pièce d'horlogerie, c'est-à-dire le côté où se trouve le cadran, est appelé le «dos» ou le «côté verre» ou le «côté cadran» du mouvement. Parmi les deux côtés de la

platine, le côté où se trouve l'arrière du boîtier de pièce d'horlogerie, c'est-à-dire le côté opposé au cadran, est appelé le «côté avant» ou le «côté fond de boîtier» du mouvement.

[0037] La fig. 1 est une vue en plan et représente le côté avant d'une pièce d'horlogerie 1 qui est une pièce d'horlogerie complète 1a.

[0038] Comme cela est représenté à la fig. 1, la pièce d'horlogerie complète 1a comporte un cadran 2 ayant une échelle 3 ou analogue indiquant une information relative au temps, et des aiguilles 4 incluant une aiguille des heures 4a indiquant l'heure, une aiguille des minutes 4b indiquant les minutes, et une aiguille des secondes 4c indiquant les secondes.

[0039] La fig. 2 est une vue en plan et représente le côté avant d'un mouvement. Sur la fig. 2, une partie des composants de pièce d'horlogerie formant un mouvement 100 est omise.

[0040] Le mouvement 100 d'une pièce d'horlogerie mécanique a une platine 102. Une tige de remontoir 110 est insérée de manière rotative dans un trou de guidage de tige de remontoir 102a de la platine 102. La position selon la direction axiale de cette tige de remontoir 110 est déterminée par un dispositif de commutation incluant un levier de réglage 190, une bascule 192, un ressort de bascule 194 et un sautoir de levier de réglage 196.

[0041] Et, quand la tige de remontoir 110 est tournée, un pignon de remontoir 112 tourne de par la rotation d'un pignon baladeur (non représenté). De par la rotation du pignon de remontoir 112, une roue de couronne 114 et une roue à cliquet 116 tournent, et un ressort moteur (non représenté) reçu dans un barillet de mouvement 120 est enroulé (armé).

[0042] Le barillet de mouvement 120 est supporté de manière rotative entre la platine 102 et un pont de barillet 160. Un mobile de centre 124, un troisième mobile 126, un second mobile 128, et un mobile d'échappement 130 sont supportées de manière rotative entre la platine 102 et un pont de rouage 162.

[0043] Quand le barillet de mouvement 120 est tourné par la force produite par le ressort moteur, le mobile de centre 124, le troisième mobile 126, le second mobile 128 et le mobile d'échappement 130 tournent de par la rotation du barillet de mouvement 120. Le mobile de centre 124, le troisième mobile 126 et le second mobile 128 constituent le rouage avant.

[0044] Quand le mobile de centre 124 tourne, un pignon de canon (non représenté) tourne de manière simultanée, et l'aiguille des minutes 4b (voir la fig. 1) fixée à ce pignon de canon indique les «minutes». En outre, sur la base de la rotation du pignon de canon, une roue des heures (non représentée) est tournée par la rotation d'une roue des minutes (non représentée), et l'aiguille des heures 4a (voir la fig. 1) fixée à cette roue des heures indique «heure».

[0045] Un dispositif d'échappement/régulation pour contrôler la rotation du rouage avant est formé par le mobile d'échappement 130, une ancre 142 et un balancier-spiral 10.

[0046] Des dents 130a sont formées sur la périphérie externe du mobile d'échappement 130. L'ancre 142 est supportée de manière rotative entre la platine 102 et un pont d'ancre 164, et comporte une paire de palettes 142a et 142b. Le mobile d'échappement 130 est temporairement au repos, une palette 142a de l'ancre 142 étant en prise avec une dent 130a du mobile d'échappement 130.

[0047] Le balancier-spiral 10 tourne en va-et-vient avec une période fixe, moyennant quoi la palette 142a et l'autre palette 142b de l'ancre 142 sont alternativement en prise et libérées d'avec les dents 130a du mobile d'échappement 130. En conséquence, le mobile d'échappement 130 est conduit à s'échapper à une vitesse fixe.

[0048] Dans ce qui suit, la structure du balancier-spiral 10 est décrite en détail.

Balancier-spiral

[0049] La fig. 3 est une vue en plan du balancier-spiral 10 tel que vu selon la direction axiale depuis le côté avant du mouvement (voir la fig. 2). Sur la fig. 3, un piton 106 est représenté en trait mixte à deux tirets.

[0050] La fig. 4 est une vue en coupe selon la ligne A-A de la fig. 3. Sur la fig. 4, le côté au-dessus du plan du diagramme par rapport à la platine 102 constitue le côté avant du mouvement 100 (voir la fig. 2), et le côté au-dessous du plan du diagramme par rapport à la platine 102 constitue le dos du mouvement 100. La platine 102, le pont de balancier 104 et le piton 106 sont représentés en trait mixte à deux tirets.

[0051] Comme représenté à la fig. 3, le balancier-spiral 10 comporte principalement une roue de balancier 20, un axe de balancier 30, un spiral 40 et une virole 50.

Roue de balancier

[0052] La roue de balancier 20 est réalisée en un métal tel que du laiton, et comporte un corps principal de roue de balancier 21 ayant une forme substantiellement annulaire. L'axe central du corps principal de roue de balancier 21 coïncide avec l'axe central O, qui est l'axe de rotation du balancier-spiral 10.

[0053] Quatre bras 23 (23a à 23d) s'étendent selon la direction radiale en direction de l'axe central O, depuis une surface périphérique interne 21a du corps principal de roue de balancier 21. Les quatre bras 23a à 23d sont formés substantiellement à intervalle régulier, avec un angle de 90° selon la direction périphérique du corps principal de roue de balancier 21.

[0054] Les quatre bras 23a à 23d sont conformés de manière à s'élargir graduellement à mesure qu'ils vont en direction de l'axe central O depuis la surface périphérique interne 21a du corps principal de roue de balancier 21, et sont connectés ensemble dans le voisinage de l'axe central O.

[0055] Comme représenté à la fig. 4, un trou d'engagement 25a coaxial avec l'axe central O est formé dans une partie 25 de connexion des quatre bras 23a à 23d.

Axe de balancier

[0056] Le balancier-spiral 10 comporte l'axe de balancier 30 disposé coaxialement avec l'axe central O. L'axe de balancier 30 est un élément tel qu'une barre fait d'un métal tel que du laiton.

[0057] A ses deux extrémités axiales, l'axe de balancier 30 comporte des pivots 31 (31a et 31b). Un pivot 31a est pivoté sur le pont de balancier 104 par un coussinet (non représenté), et l'autre pivot 31b est pivoté sur la platine 102 par un coussinet (non représenté), moyennant quoi l'axe de balancier 30 peut tourner autour de l'axe central O.

[0058] Le trou d'engagement 25a de la roue de balancier 20 est chassé sur la partie centrale, substantiellement selon la direction axiale, de l'axe de balancier 30. En conséquence, la roue de balancier 20 et l'axe de balancier 30 sont intégrés l'un avec l'autre.

[0059] L'axe de balancier 30 comporte un double plateau 35 de forme substantiellement cylindrique. Le double plateau 35 a une partie de bride faisant saillie de manière radiale 36. Sur le côté externe de manière radiale de la partie de bride 36, il est prévu, à une position prédéterminée, une cheville d'impulsion (non représentée). La cheville d'impulsion apparaît alternativement sur une palette 142a (voir la fig. 2) et l'autre palette 142b (voir la fig. 2) de l'ancre 142 de manière synchrone avec la période de la rotation en va-et-vient du balancier-spiral 10. En conséquence, la palette 142a et l'autre palette 142b de l'ancre 142 sont en prise avec et libérées des dents 130a (voir la fig. 2) du mobile d'échappement 130.

Spiral

[0060] Comme représenté à la fig. 4, le balancier-spiral 10 comporte le spiral 40.

[0061] La fig. 5 est une vue explicative du spiral 40. Sur la fig. 5, le spiral 40 est représenté dans un système de coordonnées polaires dont l'origine est l'axe central O. Une spirale d'Archimède X, l'axe de balancier 30 et la virole 50 décrits ci-dessous sont représentés en trait mixte à deux tirets.

[0062] Comme représenté à la fig. 5, le spiral 40 est un ressort fait d'un métal tel que le fer ou le nickel, et est formé par un corps principal de spiral 41 ayant une pluralité de tours, et par une partie arquée 42 côté externe du corps principal de spiral 41.

[0063] Le corps principal de spiral 41 est conformé de manière à s'étendre le long d'une spirale appelée spirale d'Archimède X.

[0064] Une spirale d'Archimède X est une courbe dont l'équation polaire dans le système de coordonnées polaires est la suivante:

$$r = a\theta \quad (a \text{ est une constante}) \quad (1)$$

[0065] Le corps principal de spiral 41 est formé de manière à s'étendre le long de la spirale d'Archimède X, moyennant quoi, quand il est vu depuis la direction axiale, le corps principal de spiral 41 est arrangé en spirale et comme pour être adjacent à des intervalles radiaux substantiellement égaux.

[0066] Comme représenté à la fig. 3, le côté périphérique externe du corps principal de spiral 41 est la partie arquée 42 formée de manière à présenter un rayon de courbure plus large que le corps principal de spiral 41. Une extrémité 42a de la partie arquée 42 est fixée au pignon 106 se tenant debout vers le pont de balancier 104 (voir la fig. 4) au moyen d'un support de pignon (non représenté). Une extrémité côté intérieur 43 du spiral 40 est fixée à la virole 50.

Virole selon le premier mode de réalisation

[0067] La fig. 6 est une vue en plan de la virole 50 selon le premier mode de réalisation telle que vue selon la direction axiale. Sur la fig. 6, l'axe de balancier 30 et le spiral 40 sont représentés en trait mixte deux tirets. En outre, sur la fig. 6, une partie de largeur moindre 54 décrite ci-dessous est indiquée par des ombres.

[0068] La fig. 7 est une vue en coupe selon la ligne B-B de la fig. 6. Sur la fig. 7, le côté gauche du dessin est le côté pont de balancier 104 (voir la fig. 4), et le côté droit du dessin est le côté platine 102 (voir la fig. 4). Sur les fig. 6 et 7, la limite entre un corps principal 51 et une partie de support 55 décrite ci-dessous est indiquée par un trait mixte.

[0069] Comme représenté à la fig. 6, la virole 50 est un élément annulaire fait d'un métal tel que le nickel ou un alliage de nickel, et comporte le corps principal 51 enfilé sur l'axe de balancier 30 coaxialement avec l'axe central O, et la partie de support 55 formée de manière à saillir vers l'extérieur selon la direction radiale, du corps principal 51. Comme représenté

à la fig. 7, l'épaisseur selon la direction axiale du corps principal 51 de la virole 50 est plus importante que l'épaisseur selon la direction axiale du spiral 40 (c'est-à-dire la largeur du spiral 40).

[0070] Comme représenté à la fig. 6, le corps principal 51 a une forme annulaire substantiellement elliptique. Il possède un grand axe s'étendant selon une première direction F, qui est selon la direction radiale (la direction horizontale à la fig. 6), et un petit axe s'étendant selon une seconde direction S (la direction verticale à la fig. 6) orthogonale à la première direction F.

[0071] Sur toute sa périphérie, le corps principal 51 a une largeur fixe selon la direction radiale, et une ouverture 53 au centre. En correspondance avec le contour externe du corps principal 51, l'ouverture 53 a une forme substantiellement elliptique qui a un grand axe selon la première direction F et un petit axe selon la seconde direction S. En raison de l'ouverture 53, le corps principal 51 est formé de manière à être capable d'être enfilé sur l'axe de balancier 30.

[0072] La virole 50 comporte une paire de parties de support 55 chacune formée de manière à saillir vers l'extérieur selon la direction radiale du corps principal 51. Les deux parties de support 55 sont formées sur les deux côtés radiaux selon la seconde direction S, avec l'axe central O entre elles, et sont intégrées avec le corps principal 51. Les parties de support 55 ont une forme pointue de sorte qu'elles s'amincissent graduellement selon la première direction F, depuis le côté radialement interne en direction du côté radialement externe. Les deux parties de support 55 sont formées à angle égal (un angle de 180° dans le présent mode de réalisation) selon la direction périphérique du corps principal 51.

[0073] Des surfaces de soudage 57 sont respectivement formées sur les surfaces latérales radialement externes de la paire de parties de support 55. La surface périphérique interne 43a de l'extrémité côté intérieur 43 du corps principal de spiral 41 du spiral 40 est soudée aux surfaces de soudage 57 par, par exemple, soudage laser. Au moment du soudage laser, un noyau de soudure 71 est formé vers une surface d'extrémité axiale d'une partie de support 55 et le spiral 40 de manière à être de part et d'autre d'une surface de soudage 57.

[0074] Chaque surface de soudage 57 a la forme, par exemple, d'une surface courbe ayant une courbure correspondant à la spirale d'Archimède X (voir la fig. 5) et s'étendant le long d'une surface périphérique interne 43a de l'extrémité côté intérieur 43 du spiral 40.

[0075] En correspondance avec la paire de parties de support 55, les deux surfaces de soudage 57 sont formées sur les deux côtés radiaux, avec l'axe central O entre elles. Donc, comme décrit ci-dessous, lors du soudage du spiral 40 à la virole 50, il est seulement nécessaire d'effectuer un positionnement mutuel et un soudage entre l'une des surfaces de soudage 57 et l'extrémité côté intérieur 43 du spiral 40. Donc, comparé au cas où il y a seulement une surface de soudage 57, il est possible d'effectuer plus rapidement le positionnement mutuel entre la surface de soudage 57 de la virole 50 et l'extrémité côté intérieur 43 du spiral 40. En conséquence, il est permis une amélioration en termes d'efficacité opératoire lors du soudage du spiral 40 à la virole 50.

[0076] L'erreur affectant la période de rotation du balancier-spiral 10 dépend de la précision de la position où le spiral 40 est fixé. Plus spécifiquement, comme représenté à la fig. 5, la conception est effectuée de sorte que l'axe central de la spirale d'Archimède X correspondant au corps principal de spiral 41 coïncide avec l'axe central O du balancier-spiral 10 quand il est vu selon la direction axiale, de sorte que moins il y a de décalage positionnel entre eux (appelé ci-après le «décalage horizontal»), plus l'erreur affectant la période de rotation du balancier-spiral 10 est petite.

[0077] En outre, quand il est vu depuis le côté externe selon la direction radiale, moins il y a de décalage angulaire entre l'axe central de la spirale d'Archimède X correspondant au corps principal de spiral 41 et l'axe central O du balancier-spiral 10 (appelé ci-après le «décalage vertical»), plus l'erreur affectant la période de rotation du balancier-spiral 10 est petite.

[0078] Ici, la surface de soudage 57 a la forme d'une surface courbe possédant une courbure correspondant au spiral d'Archimède X, pour que, lors du soudage de l'extrémité côté intérieur 43 du spiral 40 à la surface de soudage 57, il soit possible d'amener la surface de soudage 57 de la partie de support 55 et la surface périphérique interne 43a du spiral 40 en contact étroit l'une avec l'autre. En conséquence, il est possible de supprimer le décalage positionnel entre la surface de soudage 57 et le spiral 40, et d'effectuer le soudage d'une manière stable impliquant un petit décalage horizontal ou un décalage vertical du spiral 40, pour qu'il soit possible de former un balancier-spiral 10 dont l'imprécision sur la période de rotation est petite.

Point d'appui

[0079] Comme représenté à la fig. 6, sur une ligne droite T joignant les parties centrales P1 selon la direction périphérique des surfaces de soudage 57 et au niveau d'une surface périphérique interne 51a du corps principal 51, il existe une paire de points d'appui P2 et P3 (correspondant à ce qui est appelé la «partie d'appui» dans les revendications) configurés pour jouxter la surface périphérique externe de l'axe de balancier 30.

[0080] Le premier point d'appui P2 est prévu du côté (le côté supérieur à la fig. 6) où le spiral 40 est soudé, sur la surface périphérique interne 51a du corps principal 51. Le deuxième point d'appui P3 est prévu du côté (le côté inférieur à la fig. 6) où le spiral 40 n'est pas soudé, sur la surface périphérique interne 51a du corps principal 51.

[0081] La partie centrale P1 de la surface de soudage 57 et le premier point d'appui P2 sont espacés l'un de l'autre par une distance prédéterminée L1.

[0082] Les deux points d'appui P2 et P3 sont en contact avec l'axe de balancier 30, des deux côtés selon la seconde direction S, selon lesquels le corps principal 51 tient l'axe de balancier 30. Il est aussi possible pour le corps principal 51 de tenir l'axe de balancier 30 en apportant les surfaces périphériques internes 51a sur les deux côtés selon la direction périphérique des points d'appui P2 et P3 en étroit contact avec l'axe de balancier 30 depuis les deux côtés dans la seconde direction S, avec les points d'appui P2 et P3 et la ligne droite T étant entre eux.

[0083] Ici, le premier point d'appui P2 est prévu sur le côté radialement interne de la surface de soudage 57 de la virole 50 et sur la surface périphérique interne 51a du corps principal 51. Quand le spiral 40 est soudé à la virole 50, la partie qui est radialement sur le côté externe du corps principal 51, près de la surface de soudage 57, et qui est dans le voisinage d'une partie 61 décrite ci-dessous atteint une température particulièrement élevée, et sa dureté est réduite par le recuit. En revanche, la partie côté interne de manière radiale du corps principal 51, éloignée de la surface de soudage 57, c'est-à-dire le premier point d'appui P2 et sa périphérie, n'est pas recuite de sorte qu'elle ne subisse aucune modification de dureté puisqu'elle n'est pas recuite; au contraire, elle a une dureté relativement élevée, comparée à la partie recuite au voisinage de la partie 61.

Partie de largeur moindre

[0084] Le corps principal 51 inclut une paire de parties de largeur moindre 54, dans la zone autre que la ligne droite T. De la zone du corps principal 51 autre que la ligne droite T, les parties de largeur moindre 54 selon le mode de réalisation constituent une zone R non raccordée à la partie de support 55 (la zone ombrée dans la fig. 6).

[0085] Sur les deux côtés selon la première direction F, avec l'axe central O entre elles, les deux parties de largeur moindre 54 sont formées de manière à présenter une largeur fixe L2 selon la direction radiale. En d'autres termes, les deux parties de largeur moindre 54 sont prévues à des positions décalées de la partie de support 55, de 90° selon la direction périphérique.

[0086] En outre, les parties de largeur moindre 54 sont conformées de manière à être expansées radialement vers l'extérieur, et sont conformées de manière à être espacées de l'axe de balancier 30. En conséquence, un espace est formé entre les surfaces périphériques internes 54a des parties de largeur moindre 54 et la surface périphérique externe de l'axe de balancier 30.

[0087] Ici, la distance L1 entre la partie centrale P1 et le premier point d'appui P2 et la largeur L2 de la partie de largeur moindre 54 satisfont à l'équation suivante:

$$L1 > L2 \quad (2)$$

[0088] En d'autres termes, la largeur L2 des parties de largeur moindre 54 est plus petite que la distance L1 entre la partie centrale P1 et le premier point d'appui P2. En outre, un espace est formé entre les surfaces périphériques internes 54a des parties de largeur moindre 54 et la surface périphérique externe de l'axe de balancier 30. Donc, quand le corps principal 51 de la virole 50 est chassé sur l'axe de balancier 30, les parties de largeur moindre 54 peuvent facilement subir une déformation élastique pour se déplacer radialement vers l'intérieur. En conséquence, il est possible de supprimer de manière fiable la tension s'exerçant au premier point d'appui P2 de la virole 50 et à sa périphérie, pour qu'il soit possible d'éviter une fracture de la virole 50 quand elle est enfilée sur l'axe de balancier 30, et il est possible de garantir une force de maintien appropriée par rapport à l'axe de balancier 30.

Partie 61

[0089] Comme représenté à la fig. 7, parmi les deux surfaces d'extrémité 56 (56a et 56b) de la partie de support 55 selon la direction axiale, la surface d'extrémité 56a (sur le côté droit à la fig. 7; voir la fig. 4) du côté de la platine 102 à la partie 61 qui a la forme d'un rentrant 60. La partie 61 est formée au moyen d'un renforcement dans la surface d'extrémité 56a, depuis le corps principal 51, du côté de la surface de soudage 57. En conséquence, il est formé sur la partie de support 55 un rebord 62 tourné radialement vers l'extérieur.

[0090] La profondeur, selon la direction axiale, de la partie 61 est, par exemple, approximativement la moitié de l'épaisseur, selon la direction axiale, du corps principal 51. En raison de la présence de la partie 61, une zone 55a de la partie de support 55 radialement sur le côté externe du rebord 62 est plus fine selon la direction axiale qu'une zone 55b sur le côté radialement interne du rebord 62.

[0091] Il est souhaitable que l'épaisseur selon la direction axiale de la zone 55a (c'est-à-dire la largeur selon la direction axiale de la surface de soudage 57) soit plus large que l'épaisseur selon la direction axiale du spiral 40 (c'est-à-dire la largeur du spiral 40). En conséquence, la surface périphérique interne 43a du spiral 40 peut être soudée alors qu'elle est tenue en contact sans sortir de la surface de soudage 57 selon la direction axiale. Donc, il est possible d'effectuer un soudage robuste en évitant un décalage positionnel entre la surface de soudage 57 et le spiral 40. Il est en outre souhaitable que la largeur selon la direction axiale de la surface de soudage 57 soit, par exemple, égale ou inférieure à 1.2 fois la largeur du spiral 40.

[0092] Ici, L3 est la distance minimale entre le rebord 62 de la partie 61 et l'ouverture 53, tandis que L4 est la distance minimale entre le rebord 62 de la partie 61 et la surface de soudage 57. La partie 61 est formée de manière que soit satisfaite l'équation suivante:

$$L3 > L4 \quad (3)$$

[0093] En d'autres termes, en formant la partie 61 de manière que soit satisfaite la formule (3), la distance minimale L3 entre le rebord 62 de la partie 61 et l'ouverture 53 est plus grande que la distance minimale L4 entre le rebord 62 de la partie 61 et la surface de soudage 57. En conséquence, quand l'extrémité côté intérieur 43 du spiral 40 est soudée à la surface de soudage 57 de la virole 50, il est possible de restreindre la région recuite par la chaleur au moment du soudage à la faible distance séparant la surface de soudage 57 de la partie dans le voisinage du rebord 62.

[0094] En outre, en prévoyant un long chemin de conduction de la chaleur depuis le rebord 62 vers le corps principal 51, il est possible de réduire la conductivité thermique, de manière que la part de la chaleur qui n'a pas été rayonnée depuis le rebord 62 de la partie 61 n'est pas facilement conduite vers le corps principal 51 depuis le rebord 62 de la partie 61. En conséquence, il est possible d'obtenir que soit encore plus grande l'épaisseur de la partie du corps principal 51 qui n'est pas recuite et qui est de dureté relativement élevée, rendant possible d'empêcher que la partie de dureté relativement élevée soit mince, de manière qu'il est possible d'empêcher de manière fiable qu'une fracture du corps principal 51 se produise lors du chassage de la virole 50 sur l'axe de balancier 30.

[0095] En outre, la partie 61 est formée sur chacune des deux parties de support 55. En conséquence, les deux parties de support 55 sont substantiellement de même poids, de manière qu'il est possible de positionner le centre de gravité de la virole 50 vers le centre de rotation (c'est-à-dire l'axe central O) de la virole 50. Donc, il est possible pour la virole 50 de tourner d'une manière stable sans impliquer aucune oscillation, de sorte que, quand le balancier-spiral 10 (voir la fig. 3) et la pièce d'horlogerie 1 (voir la fig. 1) sont fabriqués en utilisant, comme composant, la virole 50 selon le mode de réalisation, l'erreur affectant la période de rotation impliquée est petite, et il est possible de garantir une performance satisfaisante.

[0096] En outre, chacune des deux parties de support 55 a la partie 61, de sorte qu'indépendamment de la surface de soudage 57 à laquelle l'extrémité côté intérieur 43 du spiral 40 est soudée, il est possible de supprimer le recuit de la partie du corps principal 51 proche de la surface de soudage 57. En conséquence, il est possible d'obtenir une amélioration en termes d'efficacité opératoire lors du soudage du spiral 40 à la virole 50, et d'éviter qu'une fracture du corps principal 51 se produise lors du chassage de la virole 50 sur l'axe de balancier 30.

Soudage entre la virole et le spiral

[0097] La fig. 8 est un schéma illustrant schématiquement comment le spiral 40 est soudé à la virole 50.

[0098] Comme représenté à la fig. 8, l'extrémité côté intérieur 43 du spiral 40 est soudée à la surface de soudage 57 de la virole 50 mentionnée ci-dessus, par soudage laser par exemple. Plus spécifiquement, en effectuant le soudage, la surface d'extrémité 56b, selon la direction axiale, de la partie de support 55 et la surface d'extrémité 41b, selon la direction axiale, du corps principal de spiral 41 sont amenées contre un gabarit de position tabulaire 86, et le positionnement de la surface d'extrémité 56b de la partie de support 55 et de la surface d'extrémité 41b du spiral 41 est effectué de manière qu'elles soient substantiellement alignées l'une avec l'autre.

[0099] Ensuite, en utilisant une machine de soudage laser 85 ayant un laser de sortie prédéterminé et une plage d'irradiation, un rayon laser 88 est dirigé, depuis le côté de surface d'extrémité 56a où la partie 61 est formée, sur la partie dans le voisinage de la surface de soudage 57 de la virole 50, pour effectuer de cette manière un soudage laser. En conséquence, comme représenté à la fig. 6, un noyau de soudure 71 est formé sur une surface d'extrémité 56a de la partie de support 55 et une surface d'extrémité 41a du corps principal de spiral 41 de manière à être de part et d'autre de la surface de soudage 57, en soudant de cette manière le spiral 40 à la virole 50.

[0100] Ici, en raison de la présence de la partie 61 sur la partie de support 55, la zone 55a de la partie de support 55 est plus fine, selon la direction axiale, que la zone 55b. Donc, la section orthogonale à la seconde direction S, c'est-à-dire la section du chemin de conduction de chaleur par laquelle la chaleur au moment du soudage est conduite, est plus petite que dans le cas où aucune partie 61 n'est présente, et la conductivité thermique est plus basse. De cette manière, en raison de la partie 61, la conduction de la chaleur au moment du soudage au corps principal 51 est supprimée, de manière que la région recuite est restreinte à la région allant depuis la surface de soudage 57, vers la partie dans le voisinage de la partie 61. En conséquence, il est possible d'obtenir que soit importante l'épaisseur de la partie du corps principal 51 qui n'est pas recuite et qui est de dureté relativement élevée, rendant possible d'empêcher que la partie de dureté relativement élevée soit mince.

Modifications du premier mode de réalisation

[0101] Des viroles 50 selon des modifications du premier mode de réalisation vont être décrites.

[0102] La fig. 9 est une vue en coupe, incluant l'axe central O, d'une virole 50 selon une première modification du mode de réalisation.

[0103] La fig. 10 est une vue en coupe, incluant l'axe central O, d'une virole 50 selon une seconde modification du mode de réalisation.

[0104] Dans la virole 50 selon le premier mode de réalisation, la partie 61 est formée sur une surface d'extrémité 56a selon la direction axiale de la virole 50 (voir la fig. 7). En revanche, comme représenté à la fig. 9, la virole 50 selon la première modification diffère de celle du premier mode de réalisation en ce que la partie 61 est formée sur l'autre surface d'extrémité 56b selon la direction axiale de la virole 50. Comme représentée à la fig. 10, la virole 50 selon la seconde modification diffère de celle du premier mode de réalisation en ce que les parties 61a et 61b ayant la forme de rentrants 60a et 60b sont formées dans les deux surfaces d'extrémité 56a et 56b selon la direction axiale de la virole 50. Concernant les parties de construction similaire à des parties du premier mode de réalisation, leur description détaillée sera omise.

[0105] Comme représenté à la fig. 9, dans la première modification, la partie 61 est formée au moyen d'un renforcement dans la surface d'extrémité 56b de la partie de support 55, selon la direction axiale, depuis le corps principal 51, du côté de la surface de soudage 57.

[0106] Comme représenté à la fig. 10, dans la seconde modification, la première partie 61a est formée au moyen d'un renforcement dans la surface d'extrémité 56a de la partie de support 55, selon la direction axiale, depuis le corps principal 51, du côté de la surface de soudage 57. La seconde partie 61b est formée au moyen d'un renforcement dans la surface d'extrémité 56b de la partie de support 55, selon la direction axiale, depuis le corps principal 51, du côté de la surface de soudage 57.

Effets

[0107] Selon le mode de réalisation et les modifications, il est prévu une partie de largeur moindre 54 dans la zone autre que la ligne droite T, sur laquelle se trouvent les points d'appui P2 et P3, de manière que la partie de largeur moindre 54 subisse une déformation élastique quand la virole 50 est enfilée sur l'axe de balancier 30, permettant d'éviter une déformation de la partie entre le premier point d'appui P2 et la surface de soudage 57. En outre, les points d'appui P2 et P3 sont disposés sur la ligne droite T joignant la partie centrale P1 selon la direction périphérique de la virole 50 et l'axe central O de la virole 50, de manière que, en supprimant une déformation de la partie entre le premier point d'appui P2 et la surface de soudage 57, il est possible d'éviter un déplacement de la surface de soudage 57 par rapport à l'axe central O de la virole 50. En conséquence, dans la virole 50, quand la virole 50 est enfilée sur l'axe de balancier 30, il est possible d'éviter un déplacement de l'axe central du spiral 40 fixé à la surface de soudage 57, par rapport à l'axe central O de l'axe de balancier 30, de manière qu'il est possible d'agencer avec précision le spiral 40 sur l'axe de balancier 30.

[0108] En outre, la chaleur dégagée au moment du soudage n'est pas facilement conduite vers la partie de la virole 50 sur le côté radialement interne de la surface de soudage 57, et la partie n'est pas facilement recuite, de manière que la partie de dureté relativement élevée devienne plus fine selon la direction radiale, et une fracture est facilement générée quand une pression y est appliquée. En revanche, selon le mode de réalisation et les modifications, quand la virole 50 est enfilée sur l'axe de balancier 30, la partie de largeur moindre 54 subit une déformation élastique, de manière qu'il est possible de supprimer la pression appliquée à la partie correspondant au premier point d'appui P2 et à sa périphérie, permettant d'éviter qu'une fracture de la virole 50 se produise lors de l'action d'enfiler la virole 50 sur l'axe de balancier 30.

[0109] Donc, dans la virole 50 selon le mode de réalisation et les modifications, il est possible d'agencer avec précision le spiral 40, et d'éviter une fracture de la virole 50 en l'enfilant sur l'axe de balancier 30.

Procédé de fabrication de virole

[0110] Un procédé pour la fabrication de la virole 50 selon le premier mode de réalisation décrit ci-dessus (voir la fig. 6) va être décrit en référence aux dessins.

[0111] La fig. 11 est un organigramme illustrant le procédé de fabrication de la virole 50.

[0112] La fig. 12 est un schéma illustrant comment un moule d'électroformage est immergé dans un liquide d'électroformage W.

[0113] La fig. 13 est un schéma illustrant comment un corps métallique 99 est amené à croître dans une empreinte de formation de contour externe 95.

[0114] Comme représenté à la fig. 11, le procédé pour la fabrication de la virole 50 selon le mode de réalisation inclut une étape d'électroformage S10, une étape d'ajustement d'épaisseur S20, ainsi qu'une étape d'élimination S30. Dans ce qui suit, chaque étape est décrite.

Etape d'électroformage S10

[0115] Premièrement, l'étape d'électroformage S10 est effectuée pour former la forme externe de la virole 50 (voir la fig. 6).

[0116] Comme représenté à la fig. 12, dans l'étape d'électroformage S10, la forme externe de la virole 50 est formée en utilisant le moule d'électroformage 94 réalisé comme décrit ci-dessous.

[0117] Le moule d'électroformage 94 est réalisé en employant la photolithographie.

[0118] Plus spécifiquement, un substrat de silicone 90 est préparé en premier, puis un film conducteur 91 dont le principal composant est l'or, l'argent, le cuivre, le nickel ou analogue est formé sur la surface du substrat de silicone 90. Ensuite, un premier matériau photosensible 94a est appliqué dans le film conducteur 91. Le premier matériau photosensible 94a peut être à résistance positive ou à résistance négative; le mode de réalisation emploie une résistance négative. Ensuite, on expose le premier matériau photosensible 94a en utilisant un masque (non représenté) qui est conformé selon la forme externe de la virole 50 et dont une autre zone est ouverte. Ensuite, la partie exposée est traitée puisque le premier matériau photosensible 94a est à résistance négative.

[0119] Ensuite, le premier matériau photosensible 94a est développé en utilisant un liquide de développement (non représenté). Ensuite, puisque le premier matériau photosensible 94a est à résistance négative, la zone non exposée est dissoute. Ensuite, pour former la forme externe de la partie 61 (voir la fig. 6), un second matériau photosensible 94b est appliqué en surimpression sur le premier matériau photosensible 94a. Ensuite, de la même manière que décrit ci-dessus, le second matériau photosensible 94b est exposé et développé.

[0120] En conséquence, une empreinte de formation de contour externe 95 est formée dans le premier matériau photosensible 94a et le second matériau photosensible 94b en conformité avec la forme externe de la virole 50 ayant la partie 61, et le film conducteur 91 est exposé, moyennant quoi le moule d'électroformage 94 capable de former la virole 50 est réalisé.

[0121] Dans l'étape d'électroformage S10, le substrat de silicone 90 est entièrement immergé dans le liquide d'électroformage W contenu dans un récipient de traitement 96. En effectuant cette étape d'électroformage S10, le liquide d'électroformage W est sélectionné en fonction du matériau métallique à électroformer. Par exemple, pour effectuer un électroformage de nickel, un bain d'acide amidosulfonique, un bain de watt, un bain d'acide sulfurique ou analogue est utilisé.

[0122] Dans le cas où un électroformage de nickel est effectué en utilisant un bain d'acide amidosulfonique, un bain d'acide sulfonique dont le composant principal est du sel de sulfamate de nickel hydraté est mis dans le récipient de traitement 96. En outre, une électrode anodique 97 faite de matériau métallique pour subir l'électroformage (lequel, dans le mode de réalisation, est le nickel) est immergée dans le bain d'acide amidosulfonique. Pour former l'électrode anodique 97, il est préparé, par exemple, une pluralité de balles formées du matériau métallique pour l'électroformage, et les balles métalliques sont mises dans un panier métallique formé de titane ou analogue.

[0123] Après que le substrat de silicone 90 a été immergé dans le bain d'acide amidosulfonique, le film conducteur 91 formé sur le substrat de silicone 90 est connecté à la cathode d'une source d'énergie 98, et l'électrode anodique 97 est connectée à l'anode de la source d'énergie 98, pour démarrer l'électroformage. Ensuite, le métal formant l'électrode anodique 97 est ionisé de manière à se déplacer dans le bain d'acide amidosulfonique, et est déposé comme métal sur le film conducteur 91 découvert à l'intérieur de l'empreinte de formation de contour externe 95, ce métal croissant graduellement. Comme représenté à la fig. 13, le métal est amené à croître jusqu'à ce qu'il devienne un corps métallique 99. A cet égard, l'empreinte de formation de contour externe 95 est formée, comme décrit ci-dessus, en conformité avec la forme externe de la virole 50 (voir la fig. 6) ayant la partie 61, pour que le corps métallique grandissant 99 soit lui aussi avec la forme externe de la virole 50 (voir la fig. 6) ayant la partie 61 comme décrit ci-dessus. A un moment donné quand la forme externe de la virole 50 est formée, l'étape d'électroformage S10 est achevée.

Etape d'ajustement d'épaisseur S20

[0124] Ensuite, est effectuée l'étape d'ajustement d'épaisseur S20, dans lequel un ajustement est fait de manière que l'épaisseur du corps métallique 99 soit l'épaisseur de la virole 50 (voir la fig. 6).

[0125] Dans l'étape d'ajustement d'épaisseur S20, le substrat de silicone 90 est extrait du récipient de traitement 96, et il est nettoyé dans de l'eau pure ou analogue. Après cela, la partie du corps métallique 99 est enlevée, et l'ajustement d'épaisseur est fait de sorte que l'épaisseur du corps métallique restant 99 soit l'épaisseur de la virole 50 (voir la fig. 6). Comme technique d'ajustement, il est possible d'utiliser une technique de polissage telle que la technique CMP (technique de polissage chimique-mécanique).

Etape d'élimination S30

[0126] Finalement est effectuée l'étape d'élimination S30, dans laquelle le premier matériau photosensible 94a, le second matériau photosensible 94b, le film conducteur 91 et le substrat de silicone 90 sont éliminés.

[0127] Dans l'étape d'élimination S30, le premier matériau photosensible 94a et le second matériau photosensible 94b sont éliminés par un processus d'incinération, une méthode liquide de séparation ou analogue, et, au même moment, le substrat de silicone 90 et le film conducteur 91 sont éliminés par la méthode CMP ou semblable. Donc, il est possible de réaliser la virole 50 par électroformage.

[0128] Dès que le substrat de silicone 90 et le film conducteur 91 ont été éliminés, l'étape d'élimination S30 est achevée, et, au même moment, la virole 50 du procédé de fabrication est entièrement achevée.

Effets

[0129] Pour former une virole 50 d'une configuration spéciale à bas prix, un procédé utilisant l'électroformage est adopté. Ici, en formant la virole 50 par électroformage, du nickel et un alliage de nickel sont souvent adoptés comme matériau. De manière générale, le point de fusion du nickel et d'un alliage de nickel est plus haut que celui d'un métal tel que le fer, si bien que la température de soudage lors du soudage du spiral 40 à la virole 50 est élevée. En conséquence, la région recuite s'étendant depuis la surface de soudage 57 sur le côté interne selon la direction radiale s'élargit, et la partie correspondant au premier point d'appui P2 et sa partie périphérique de dureté relativement haute devient encore plus fine, et il y a un risque d'apparition de fracture quand la virole 50 est enfilée sur l'axe de balancier 30.

[0130] Selon le mode de réalisation, cependant, quand la virole 50 est enfilée sur l'axe de balancier 30, la partie de largeur moindre 54 subit une déformation élastique, rendant possible de supprimer la tension appliquée au premier point d'appui P2 de la virole 50 de dureté relativement haute et à sa périphérie, pour qu'il soit possible d'éviter une fracture de la virole 50. En conséquence, il est possible de former une virole 50 de forme spéciale à bas prix, et d'éviter qu'une fracture se produise lors de l'action d'enfiler la virole 50 sur l'axe de balancier 30. De cette manière, l'invention est particulièrement appropriée pour une virole 50 formée par électroformage.

Second mode de réalisation

[0131] La virole 50 selon le second mode de réalisation va être décrite.

[0132] La fig. 14 est une vue explicative de la virole 50 selon le second mode de réalisation. La fig. 14 représente la virole 50 telle que vue depuis sa surface d'extrémité 56a.

[0133] La fig. 15 est une vue en coupe selon la ligne C—C de la fig. 14.

[0134] Dans la virole 50 selon le premier mode de réalisation, la partie 61 est formée sur une surface d'extrémité 56a de la virole 50, sous forme du rentrant 60 (voir la fig. 7). En revanche, comme représenté à la fig. 14, la virole 50 selon le second mode de réalisation diffère de celle du premier mode de réalisation en ce qu'une rainure 64 est formée dans une surface d'extrémité 56a de la virole 50, en tant que rentrant 60. Une description détaillée des parties ayant une constitution similaire à des parties du premier mode de réalisation sera omise.

[0135] La rainure 64 est formée dans une surface d'extrémité 56a de la virole 50, de manière à s'étendre selon la direction périphérique du corps principal 51. Un rebord interne 64a sur le côté interne selon la direction périphérique de la rainure 64 est formé de manière à s'étendre le long du corps principal 51 et à être espacé, par une distance prédéterminée, de l'ouverture 53 du corps principal 51, sur le côté externe selon la direction radiale du corps principal 51. Un rebord externe 64b sur le côté externe selon la direction périphérique de la rainure 64 est formée de manière à être espacée de la surface de soudage 57 de la partie de support 55, par une distance prédéterminée. La profondeur, selon la direction axiale, de la rainure 64 est, par exemple, approximativement la moitié de l'épaisseur, selon la direction axiale, du corps principal 51. En raison de la présence de la rainure 64, une zone avec rainure 55a de la partie de support 55, où la rainure 64 est formée, est plus fine selon la direction axiale qu'une zone sans rainure 55b sur le côté radialement externe et le côté radialement interne de la rainure 64.

[0136] Ici, comme représenté à la fig. 8, dans le premier mode de réalisation, la partie 61 est formée en supprimant une partie en coin d'une surface d'extrémité 56a et la surface de soudage 57. Donc, lors du soudage du spiral 40 et de la virole 50 l'un à l'autre, il est nécessaire d'amener l'autre surface plate d'extrémité 56b en contact avec un gabarit de régulation de position 86, et d'effectuer le positionnement par rapport à la surface d'extrémité 41b du spiral 41 avant d'effectuer un soudage depuis une surface d'extrémité 56a.

[0137] En revanche, comme représenté à la fig. 15, dans le second mode de réalisation, la rainure 64 est formée en supprimant le côté radialement interne d'une partie de coin d'une surface d'extrémité 56a et d'une surface de soudage 57, et une surface d'extrémité 56a sur le côté radialement interne et le côté radialement externe de la rainure 64 est aligné substantiellement. Donc, il est possible d'effectuer un positionnement par rapport à la surface d'extrémité 41a ou la surface d'extrémité 41b du corps principal de spiral 41 en amenant la surface d'extrémité 56a et la surface d'extrémité 56b en contact avec le gabarit de régulation de position 86 (voir la fig. 8) sans faire aucune distinction, de manière qu'il est possible de réduire le temps de l'étape de soudage.

[0138] Dans le premier mode de réalisation, la surface de soudage 57 est formée dans la zone 55a (voir la fig. 7), alors que, dans le second mode de réalisation, la surface de soudage 57 est formée dans la zone sans rainure 55b. Donc il est souhaitable que l'épaisseur, selon la direction axiale, de la zone sans rainure 55b (c'est-à-dire la largeur selon la direction axiale de la surface de soudage 57) soit plus grande que l'épaisseur, selon la direction axiale, du spiral 40 (c'est-à-dire la largeur du spiral 40).

[0139] En outre, comme représenté à la fig. 15, la formule suivante est satisfaite:

$L5 > L6$ (4),

[0140] où $L5$ est la distance minimale entre la rainure 64 et l'ouverture 53, et où $L6$ est la distance minimale entre la rainure 64 et la surface de soudage 57,

[0141] En conséquence, il est possible de restreindre la région recuite par la chaleur du soudage à la région courte allant de la surface de soudage 57 à la partie dans le voisinage de la rainure 64.

Effets du second mode de réalisation

[0142] Selon le second mode de réalisation, il est possible de restreindre la région recuite par la chaleur au moment du soudage à la région courte allant depuis la surface de soudage 57 vers la partie dans le voisinage du rebord externe 64b de la rainure 64. En outre, en raison de la présence de la rainure 64, la surface de la partie de support 55 est plus grande que dans le cas où aucune rainure 64 n'est présente, de manière que la chaleur peut rayonner d'une manière satisfaisante. En conséquence, il est possible de garantir une épaisseur plus grande pour la partie du corps principal 51 qui n'est pas recuite et qui est d'une dureté relativement élevée, rendant possible d'empêcher en outre que la partie de dureté relativement haute soit mince, de manière qu'il est possible d'éviter de manière plus fiable qu'on produise une fracture du corps principal 51 en chassant la virole 50 sur l'axe de balancier 30.

[0143] En outre, en réalisant le rentrant 60 sous la forme de la rainure 64, il est possible de former facilement le rentrant 60 par électroformage, usinage ou analogue.

Troisième mode de réalisation

[0144] La virole 50 selon le troisième mode de réalisation va être décrite.

[0145] La fig. 16 est une vue explicative de la virole 50 selon le troisième mode de réalisation. La fig. 16 représente la virole 50 telle que vue depuis sa surface d'extrémité 56a.

[0146] La fig. 17 est une vue en coupe selon la ligne D-D de la fig. 16.

[0147] Dans la virole 50 selon le premier mode de réalisation, la partie 61 est formée en tant que rentrant 60 dans la surface d'extrémité 56a parmi les deux surfaces d'extrémité 56a et 56b selon la direction axiale de la virole 50 (voir la fig. 7). En revanche, comme représenté à la fig. 16, la virole 50 selon le troisième mode de réalisation diffère de celle du premier mode de réalisation en ce qu'il est formé, en tant que rentrant 60, un trou débouchant 66 s'étendant de manière à établir une communication entre les deux surfaces d'extrémité 56a et 56b selon la direction axiale de la virole 50. Une description détaillée des parties ayant la même constitution que des parties du premier mode de réalisation sera omise.

[0148] Comme représenté à la fig. 17, le trou débouchant 66 est formé de manière à établir une communication entre la surface d'extrémité 56a et la surface d'extrémité 56b de la virole 50. Une surface périphérique interne 66a du trou débouchant 66 est formée de manière à s'étendre le long du contour externe de la partie de support 55 et du corps principal 51, sur le côté externe, selon la direction radiale, du corps principal 51. La surface périphérique interne 66a du trou débouchant 66 est formée de manière à être espacée de la surface de soudage 57 de la partie de support 55 et de l'ouverture 53 du corps principal 51, par une distance prédéterminée. Comme dans le second mode de réalisation, dans le troisième mode de réalisation aussi, il est possible d'effectuer un positionnement par rapport à la surface d'extrémité 41a ou la surface d'extrémité 41b du spiral 41, avec la surface d'extrémité 56a et la surface d'extrémité 56b étant mise en contact avec le gabarit de régulation de position 86 (voir la fig. 8) sans faire aucune distinction entre elles, de manière qu'il est possible de réduire le temps requis pour le procédé de soudage.

[0149] Dans le premier mode de réalisation, la surface de soudage 57 est formée dans la zone 55a (voir la fig. 7), alors que, dans le présent mode de réalisation, la surface de soudage 57 est formée dans une zone sans trou 55b. En conséquence, il est souhaitable que l'épaisseur, selon la direction axiale, de la zone sans trou 55b (c'est-à-dire la largeur, selon la direction axiale, de la surface de soudage 57) soit plus importante que l'épaisseur, selon la direction axiale, du spiral 40 (c'est-à-dire la largeur du spiral 40).

[0150] Comme dans le second mode de réalisation, le trou débouchant 66 est formé de manière que soit satisfaite la formule suivante:

$L5 > L6$ (4),

[0151] où $L5$ est la distance minimale entre le trou débouchant 66 et l'ouverture 53, et où $L6$ est la distance minimale entre le trou débouchant 66 et la surface de soudage 57.

[0152] En conséquence, il est possible de restreindre la région recuite par la chaleur du soudage à la région courte allant de la surface de soudage 57 à la partie dans le voisinage du trou débouchant 66.

Effets du troisième mode de réalisation

[0153] Comme dans le premier mode de réalisation, selon le troisième mode de réalisation, il est possible de garantir une épaisseur encore plus grande pour la partie du corps principal 51 qui n'est pas recuite et qui est de dureté relativement élevée, et d'éviter en outre une minceur de la partie de dureté relativement élevée, de manière qu'il est possible d'éviter de manière fiable qu'une fracture du corps principal 51 se produise quand la virole 50 est enfilée sur l'axe de balancier 30. En outre, en formant le rentrant 60 sous la forme du trou débouchant 66, il est possible de réaliser facilement le rentrant 60 par électroformage, usinage ou analogue.

Quatrième mode de réalisation

[0154] La virole 50 selon le quatrième mode de réalisation va être décrite.

[0155] La fig. 18 est une vue explicative de la virole 50 selon le quatrième mode de réalisation. La fig. 18 montre la virole 50 telle que vue depuis la surface d'extrémité 56b.

[0156] Dans la virole 50 selon le premier mode de réalisation, le corps principal 51 a une forme annulaire substantiellement elliptique ayant le grand axe selon la première direction F et le petit axe S selon la seconde direction S, et une paire de parties de support 55 est formée à un angle de 180° selon la direction périphérique du corps principal 51 (voir la fig. 6). En revanche, comme représenté à la fig. 18, la virole 50 selon le quatrième mode de réalisation diffère de celle du premier mode de réalisation en ce que le corps principal 51 est substantiellement en forme de cœur et que seulement une partie de support 55 est formée sur le corps principal 51. Une description détaillée des parties ayant la même constitution que des parties du premier mode de réalisation sera omise.

[0157] Comme représenté à la fig. 6, le corps principal 51 de la virole 50 selon le quatrième mode de réalisation a substantiellement la forme d'un cœur en symétrie linéaire par rapport à l'axe selon la seconde direction S. Le corps principal 51 a une largeur fixe selon la direction radiale, sur toute sa périphérie, et a une ouverture 53 en son centre. L'ouverture 53 a substantiellement la forme d'un cœur en correspondance avec la forme externe du corps principal 51.

[0158] La partie de support 55 est formée de manière à être en saillie vers l'extérieur selon la direction radiale du corps principal 51, à une position sur la seconde direction S, correspondant à la partie pointue de la forme en cœur. La surface de soudage 57 est prévue sur la surface latérale radialement extérieure de la partie de support 55. En outre, comme dans le premier mode de réalisation, la partie 61 est formée sur la partie de support 55, en tant que rentrant 60.

[0159] Sur la ligne droite T de la surface périphérique interne 51a du corps principal 51, il est prévu deux points d'appui P2 et P3 prévus pour jouxter la surface périphérique externe de l'axe de balancier 30. La partie centrale P1 de la surface de soudage 57 et le premier point d'appui P2 sont espacés l'un de l'autre par une distance prédéterminée L1. La paire de points d'appui P2 et P3 est en contact linéaire avec l'axe de balancier 30 depuis les deux côtés dans la seconde direction S, par laquelle le corps principal 51 tient l'axe de balancier 30.

[0160] La zone R du corps principal 51 qui est autre que la ligne droite T et qui n'est pas raccordée à la partie de support 55 (la zone ombrée dans la fig. 18) constitue une partie de largeur moindre 54 ayant une largeur fixée L2 selon la direction radiale.

[0161] La distance L1 entre la partie centrale P1 et le premier point d'appui P2 et la largeur L2 de la partie de largeur moindre 54 satisfont à la formule suivante:

$$L1 > L2 \quad (2)$$

[0162] Sur les deux côtés de la première direction F avec l'axe central O entre eux, la partie de largeur moindre 54 est formée dans une configuration courbe en correspondance avec la forme en cœur du corps principal 51. La partie de largeur moindre 54 est formée de manière à être éloignée de l'axe de balancier 30, et un espace est formé entre la surface périphérique interne 54a de la partie de largeur moindre 54 et la surface périphérique externe de l'axe de balancier 30.

Effets du quatrième mode de réalisation

[0163] Selon le quatrième mode de réalisation, le corps principal 51 a substantiellement la forme d'un cœur, et une paire de points d'appui P2 et P3 est en contact linéaire avec l'axe de balancier 30 depuis deux côtés selon la seconde direction S, de manière qu'il est possible de garantir un espace encore plus grand entre la surface périphérique interne 54a de la partie de largeur moindre 54 et la surface périphérique externe de l'axe de balancier 30, par comparaison avec le premier mode de réalisation. En conséquence, quand la virole 50 est enfilée sur l'axe de balancier 30, la partie de largeur moindre 54 peut subir une déformation élastique pour se déplacer encore plus grandement vers l'intérieur selon la direction radiale, de manière qu'il est possible de supprimer de manière fiable la pression appliquée au premier point d'appui P2 de la virole 50 et à sa périphérie qui sont amincies et de dureté relativement élevée. Donc, il est possible d'éviter de manière fiable qu'une fracture de la virole 50 se produise quand la virole 50 est enfilée sur l'axe de balancier 30.

[0164] L'étendue technique de cette invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus; diverses modifications sont possibles sans quitter l'essentiel de l'invention.

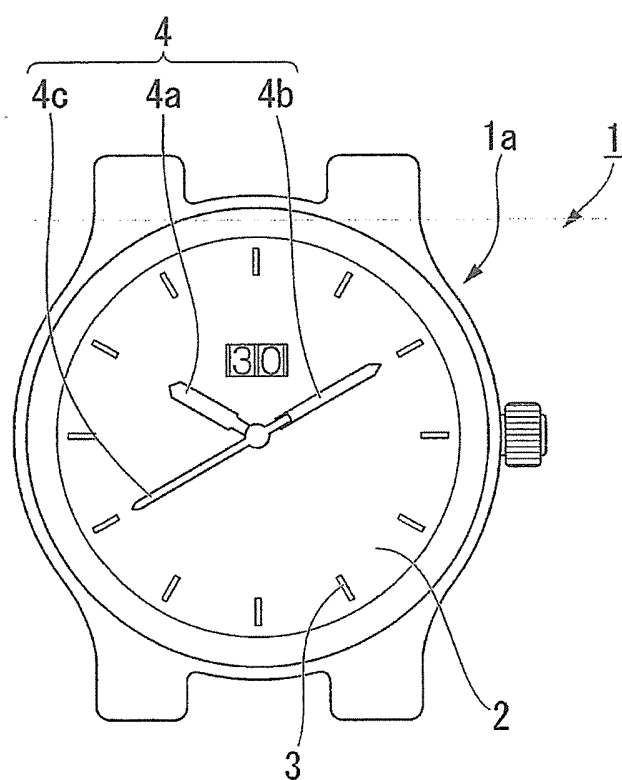
[0165] La forme externe de la virole 50 n'est pas limitée à celle des modes de réalisation décrits ci-dessus. Par exemple, le corps principal 51 de la virole 50 selon le premier mode de réalisation a une forme externe annulaire substantiellement elliptique. A ce sujet, il est aussi possible que le corps principal 51 de la virole 50 ait une forme annulaire substantiellement circulaire. Il faut noter, cependant, que, en donnant au corps principal 51 une forme annulaire substantiellement elliptique, un espace est formé entre la surface périphérique interne 54a de la partie de largeur moindre 54 et la surface périphérique externe de l'axe de balancier 30, permettant à la partie de largeur moindre 54 à subir facilement une déformation élastique pour se déplacer vers l'intérieur selon la direction radiale. Donc, le premier mode de réalisation est supérieur en ce qu'il est possible de supprimer de manière fiable la pression appliquée au premier point d'appui P2 de la virole 50 et à sa périphérie, permettant d'éviter une fracture de la virole 50, et qu'il est possible de garantir une force de maintien appropriée pour l'axe de balancier 30.

[0166] Alors que, dans le premier mode de réalisation décrit ci-dessus, un soudage laser est adopté comme exemple de méthode pour souder le spiral 40 à la virole 50, la technique de soudage n'est pas restreinte au soudage laser. Par exemple, il est aussi possible de souder le spiral 40 à la virole 50 par un soudage à l'arc, un soudage de résistance, une liaison d'agitation frictionnelle ou semblable. En raison de la présence de la partie de largeur moindre 54, il est possible d'atteindre les effets de l'invention, peu important quelle méthode de soudage est adoptée.

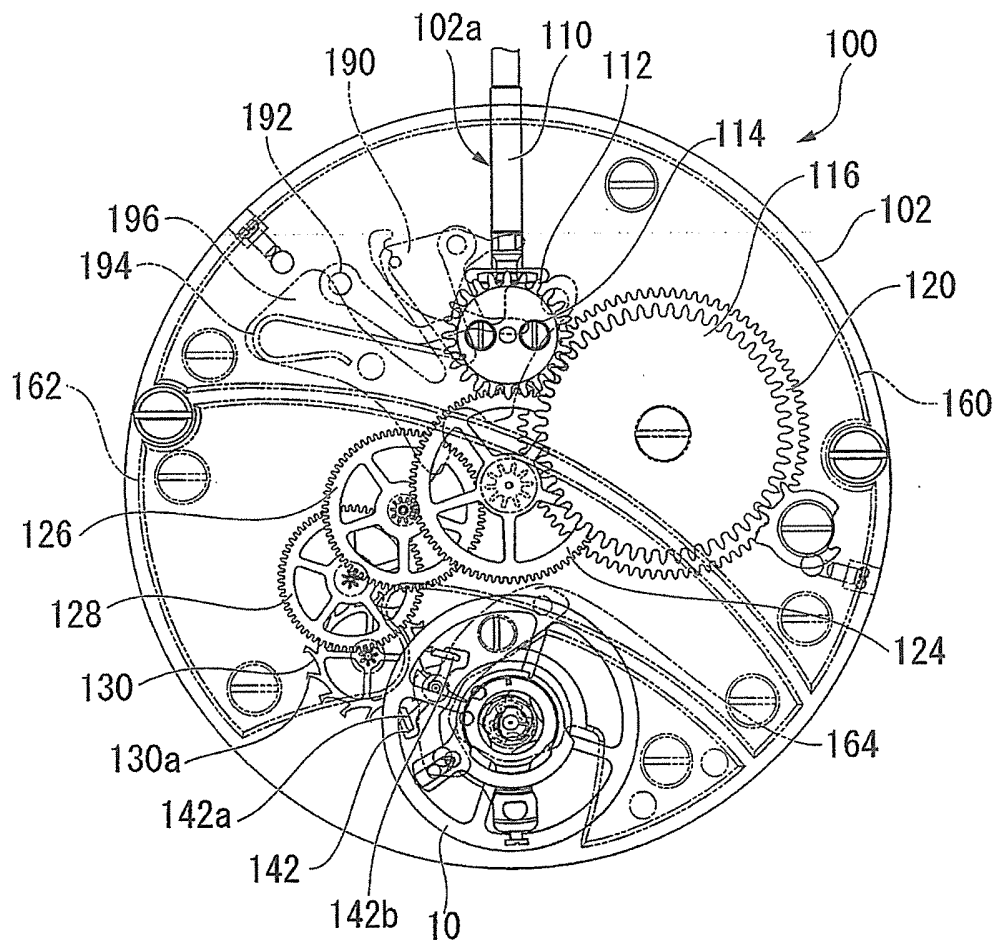
Revendications

1. Virole prévue pour être enfilée sur un axe de balancier (30) et fixée à celui-ci, et pour fixer une extrémité côté intérieur (43) d'un spiral (40) à l'axe de balancier (30), dans laquelle:
sur une surface latérale radialement extérieure de la virole, il est prévu une surface de soudage (57) où souder l'extrémité côté intérieur (43) du spiral (40);
sur une ligne droite (T) joignant une partie centrale (P1) de la surface de soudage (57) selon la direction périphérique de la virole et l'axe central (O) de la virole telle que vue selon la direction axiale de la virole, la virole comporte une partie d'appui (P2, P3) prévue pour être en appui contre la surface périphérique externe de l'axe de balancier (30); et ailleurs que là où il y a la ligne droite (T), la virole comporte une partie de largeur moindre (54) dont la largeur (L2) est plus petite que la distance (L1) dont la partie centrale (P1) de la surface de soudage (57) et la partie d'appui (P2, P3) sont espacées l'une de l'autre.
2. Virole selon la revendication 1, comprenant:
un corps principal (51) délimitant une ouverture (53) où faire passer coaxialement l'axe de balancier (30); et
une partie de support (55) qui est en saillie vers l'extérieur selon la direction radiale du corps principal (51) et à laquelle souder le spiral (43),
dans laquelle la surface de soudage (57) est formée sur une surface latérale radialement extérieure de la partie de support (55); et
au moins une des deux surfaces d'extrémité (56a, 56b) de la partie de support (55) selon la direction axiale possède un rentrant (60; 64; 66).
3. Virole selon la revendication 1, comprenant:
un corps principal (51) délimitant une ouverture (53) où faire passer de manière coaxiale l'axe de balancier (30); et
plusieurs parties de support (55) qui sont en saillie vers l'extérieur selon la direction radiale du corps principal (51) et dont chacune comporte une surface latérale externe où se trouve l'un de plusieurs exemplaires de ladite surface soudage (57),
les parties de support (55) étant prévues à intervalle régulier selon la direction périphérique, plusieurs exemplaires de ladite partie de largeur moindre (54) étant prévus à intervalle régulier selon la direction périphérique.
4. Virole selon l'une des revendications 1 à 3, qui est une virole réalisée par électroformage.
5. Sous-ensemble pour balancier-spiral, comportant un axe de balancier (30) et une virole (50) selon l'une des revendications précédentes, cette virole (50) étant enfilée sur l'axe de balancier (30) et fixée à celui-ci, la partie d'appui (P2, P3) étant en appui contre la surface périphérique externe de l'axe de balancier (30).
6. Sous-ensemble selon la revendication 5, dans lequel la partie de largeur moindre (54) est espacée de l'axe de balancier (30).
7. Balancier-spiral comprenant une virole (50) selon la revendication 1.
8. Pièce d'horlogerie comprenant un balancier-spiral (10) selon la revendication 7.

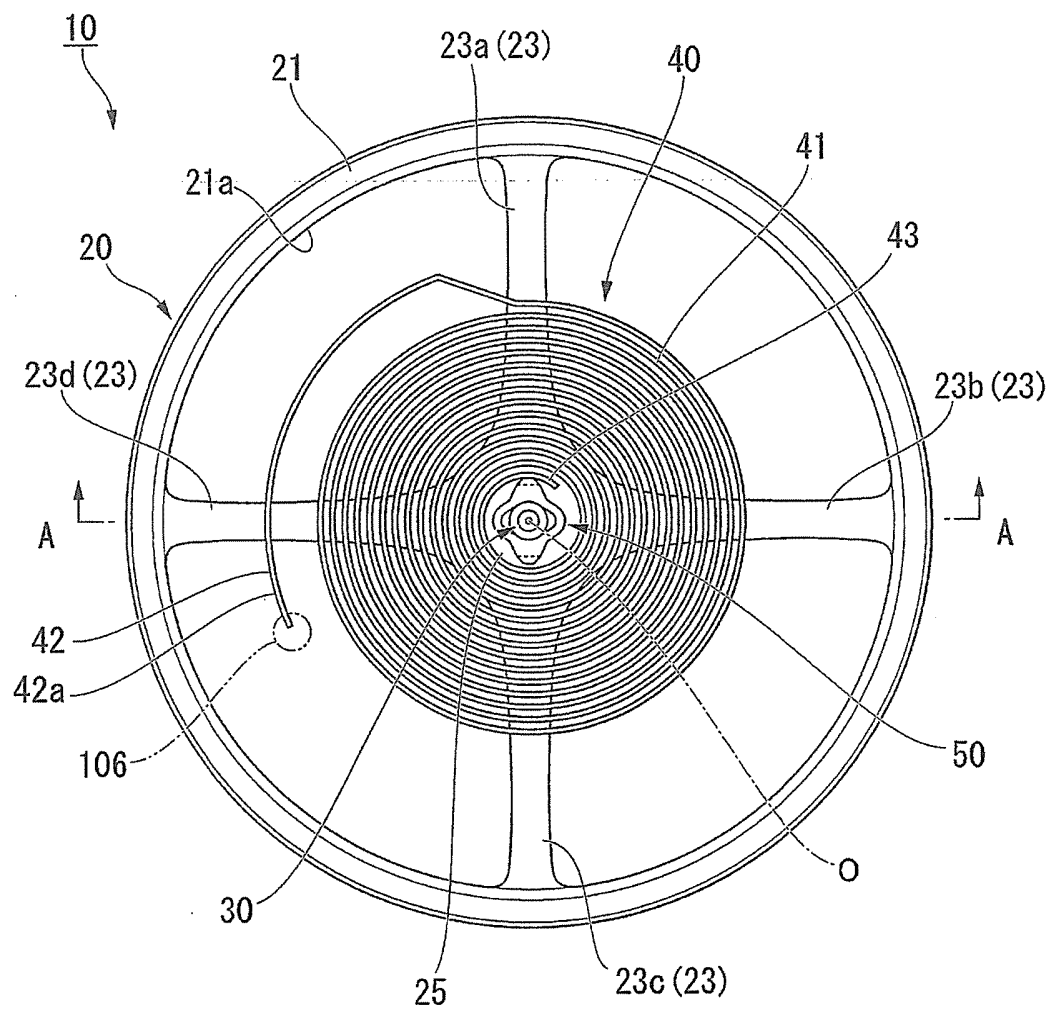
[Fig. 1]



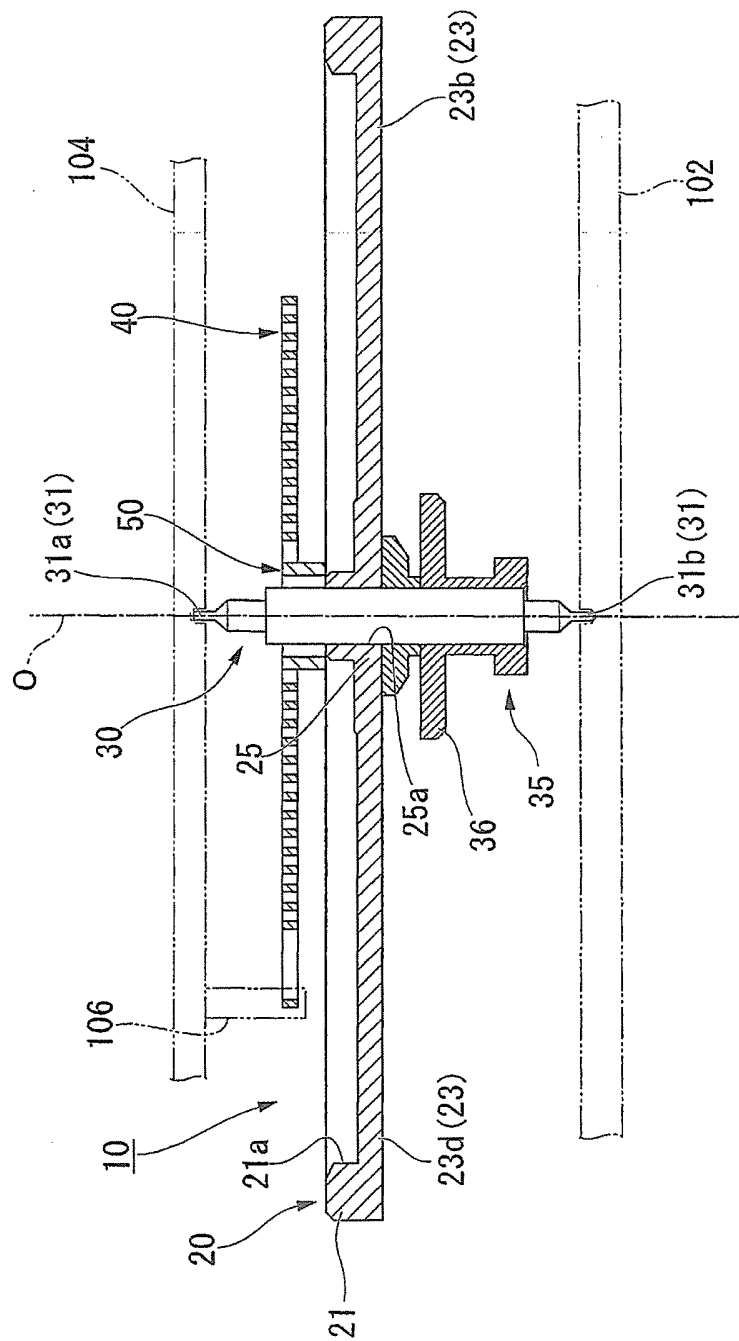
[Fig. 2]



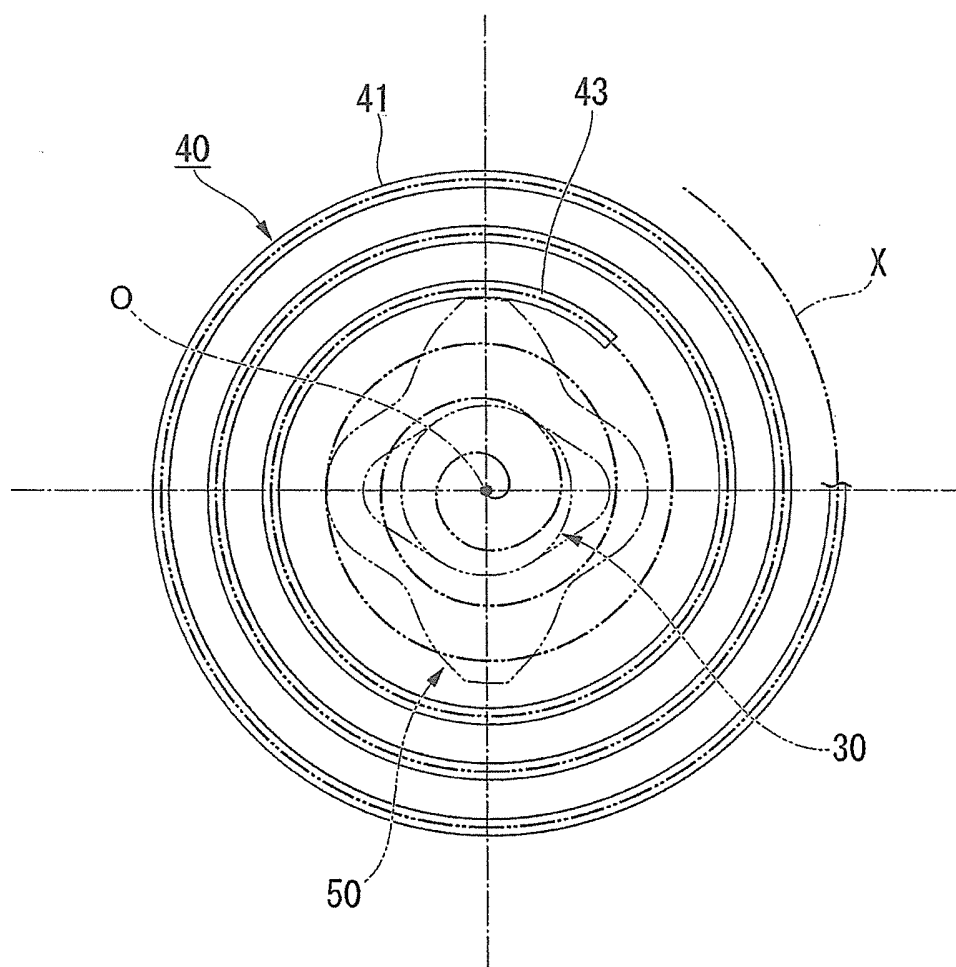
[Fig. 3]



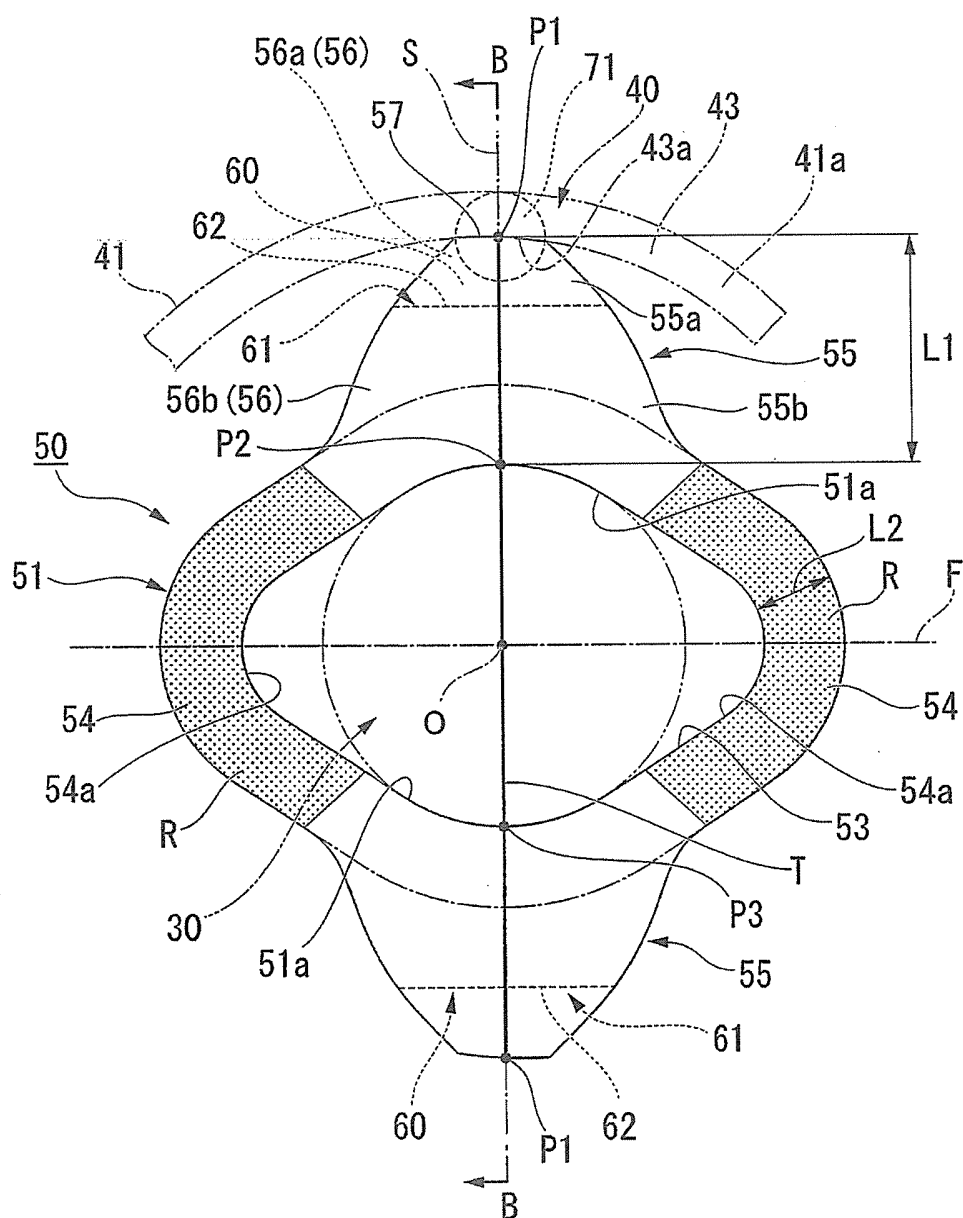
[Fig. 4]



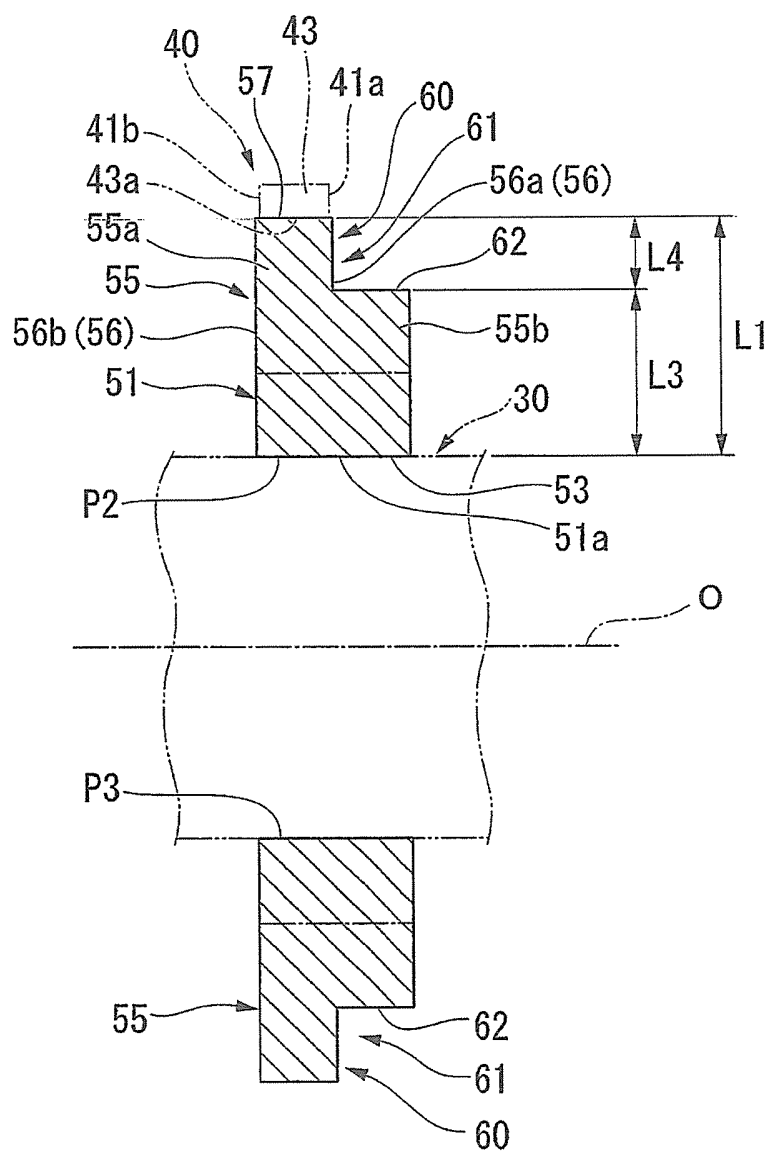
[Fig. 5]



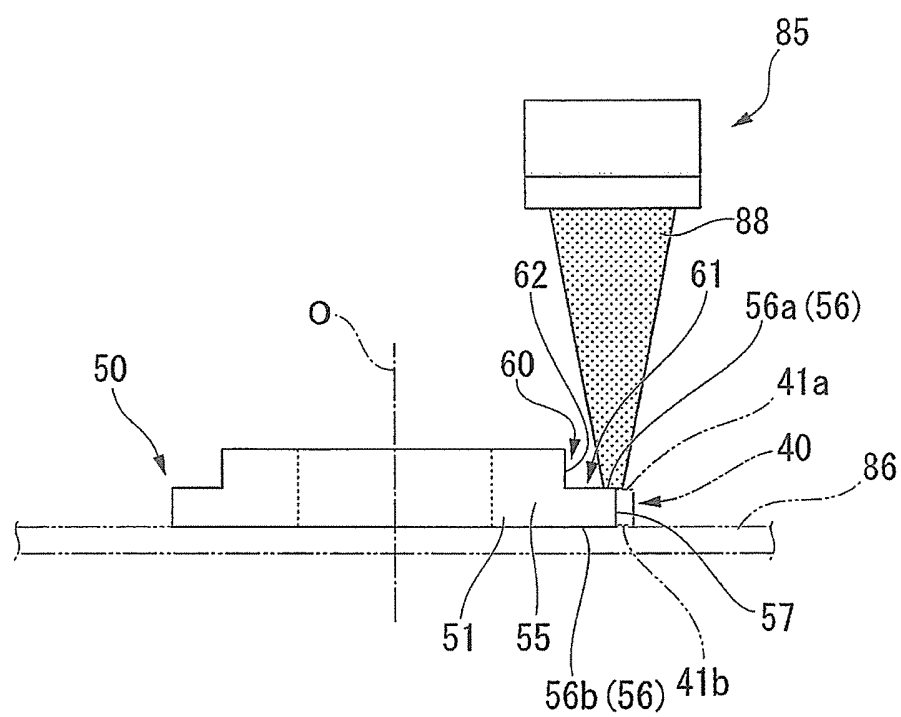
[Fig. 6]



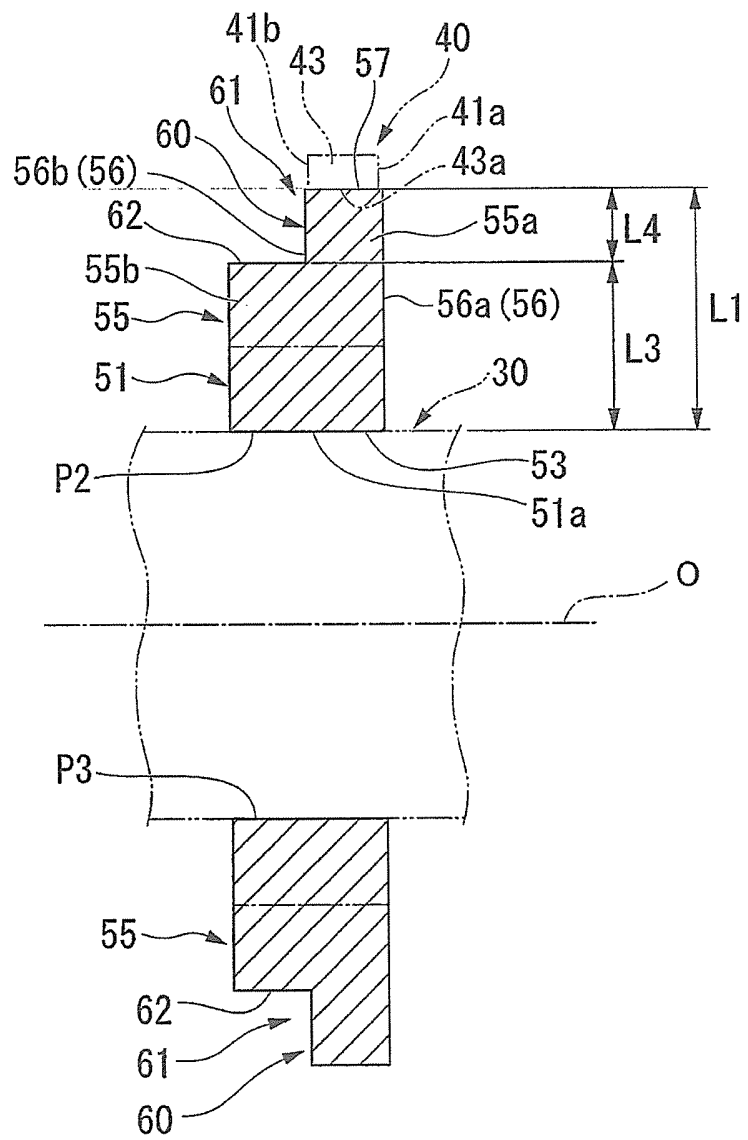
[Fig. 7]



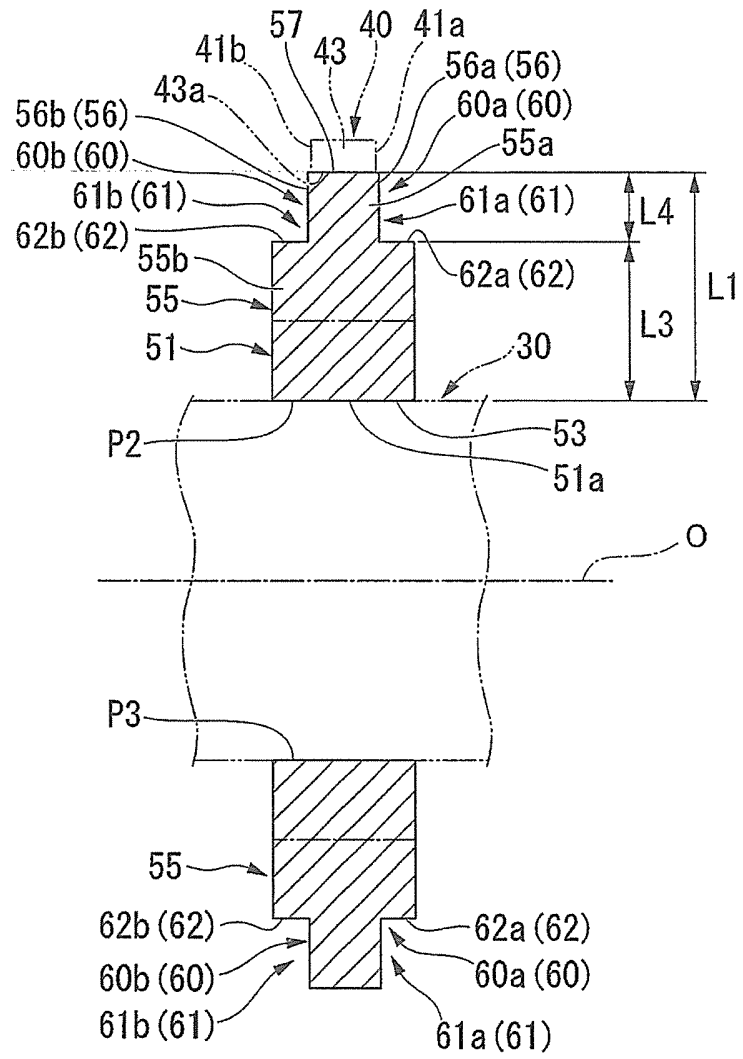
[Fig. 8]



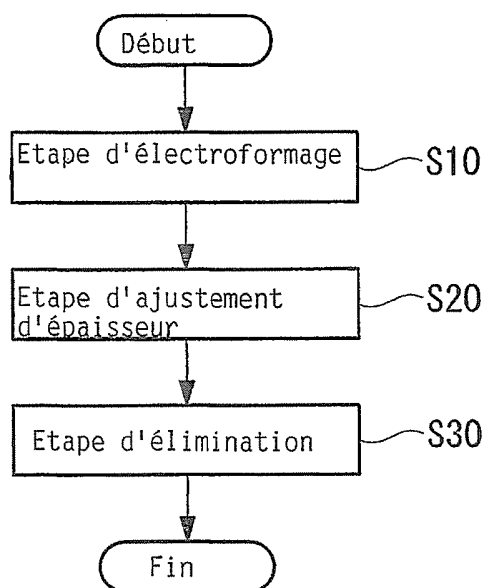
[Fig. 9]



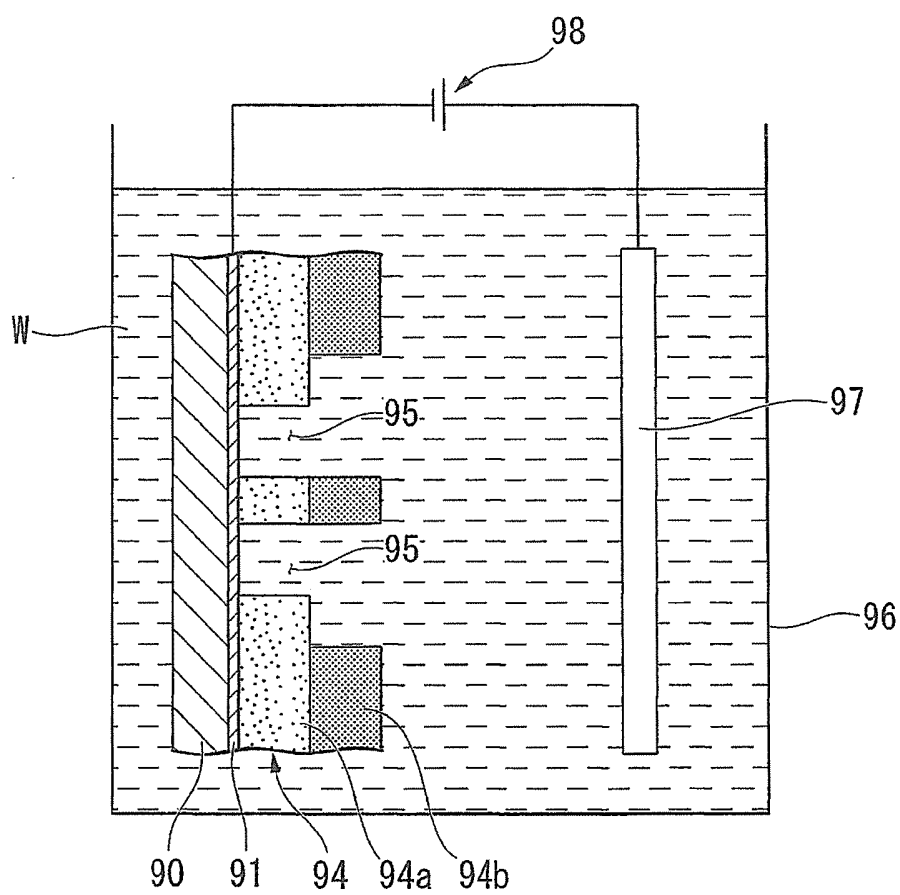
[Fig. 1 O]



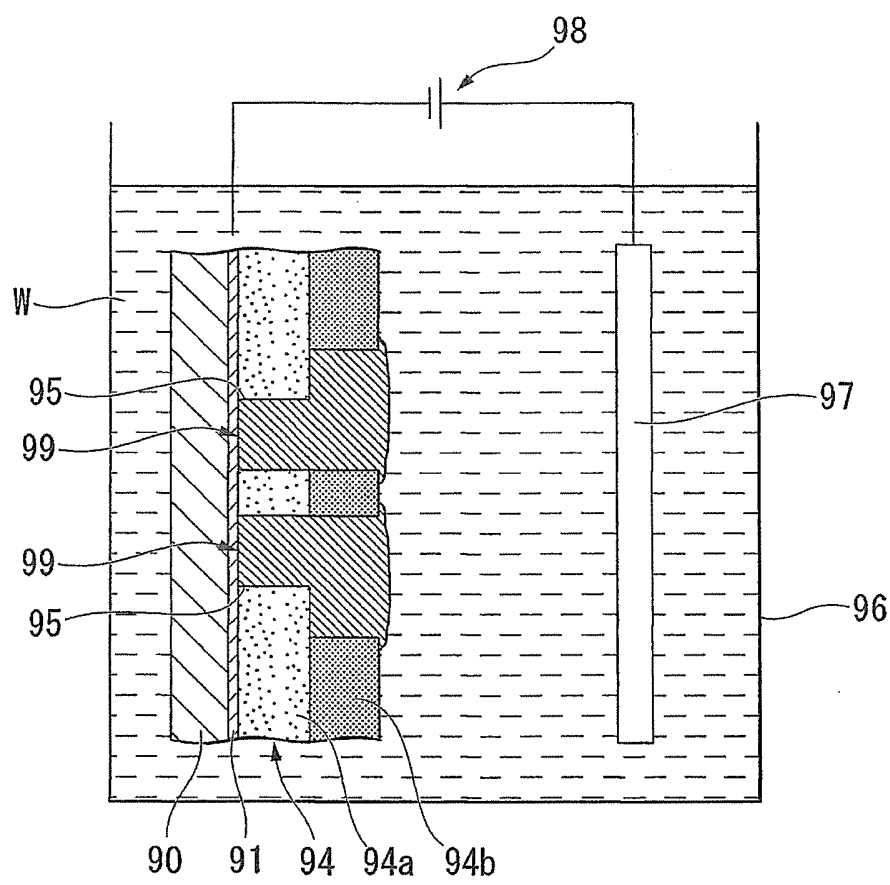
[Fig. 1 1]



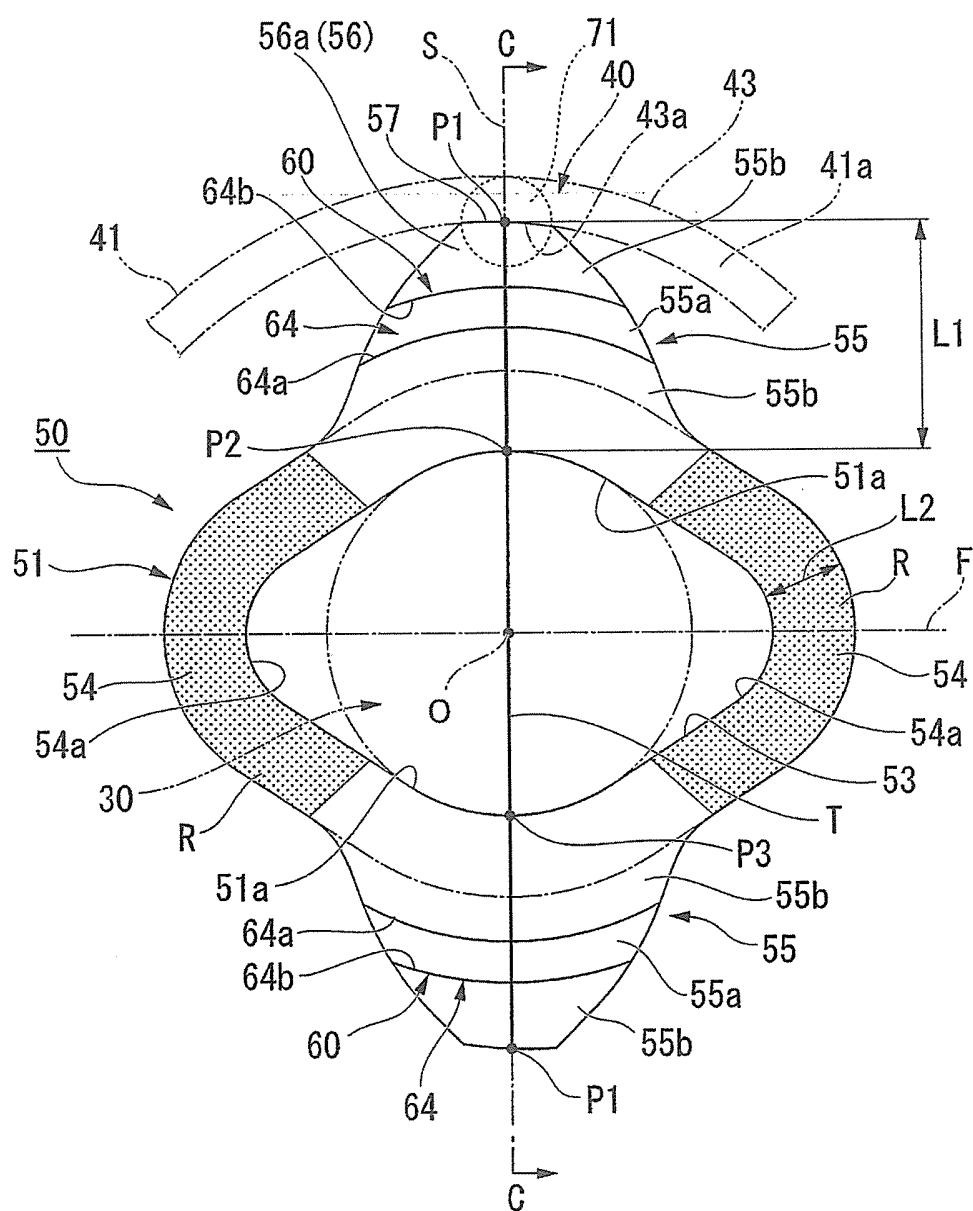
[Fig. 1 2]



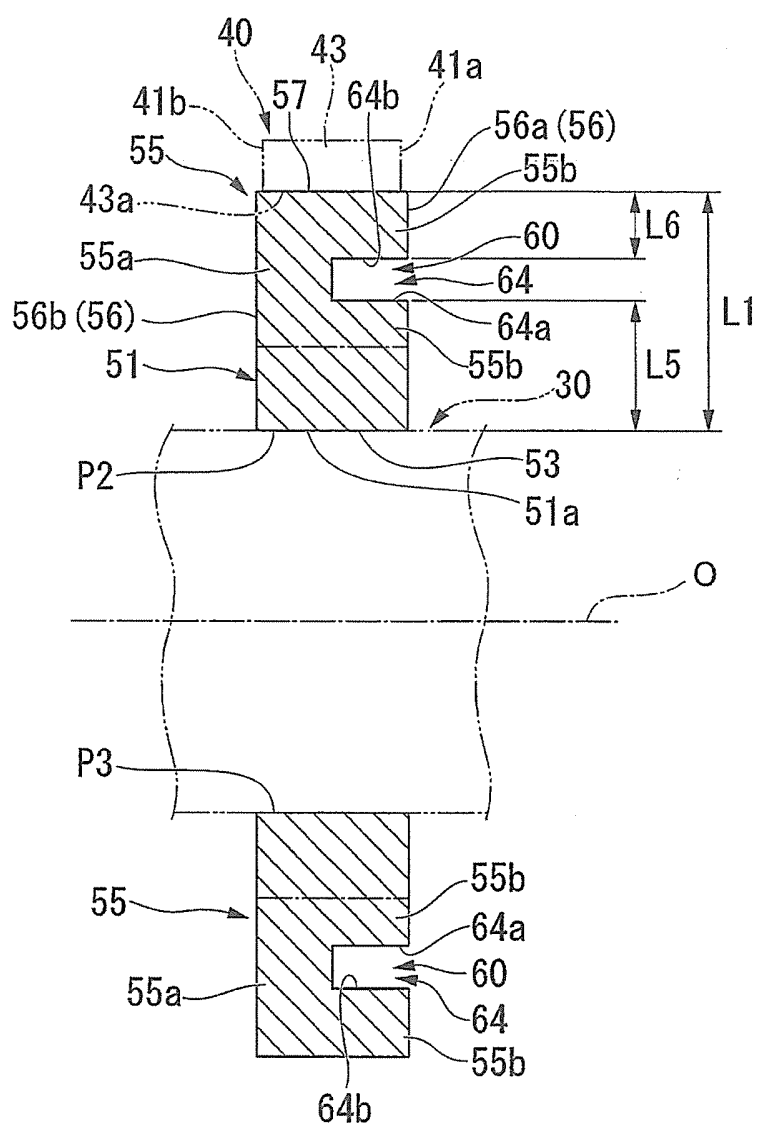
[Fig. 13]



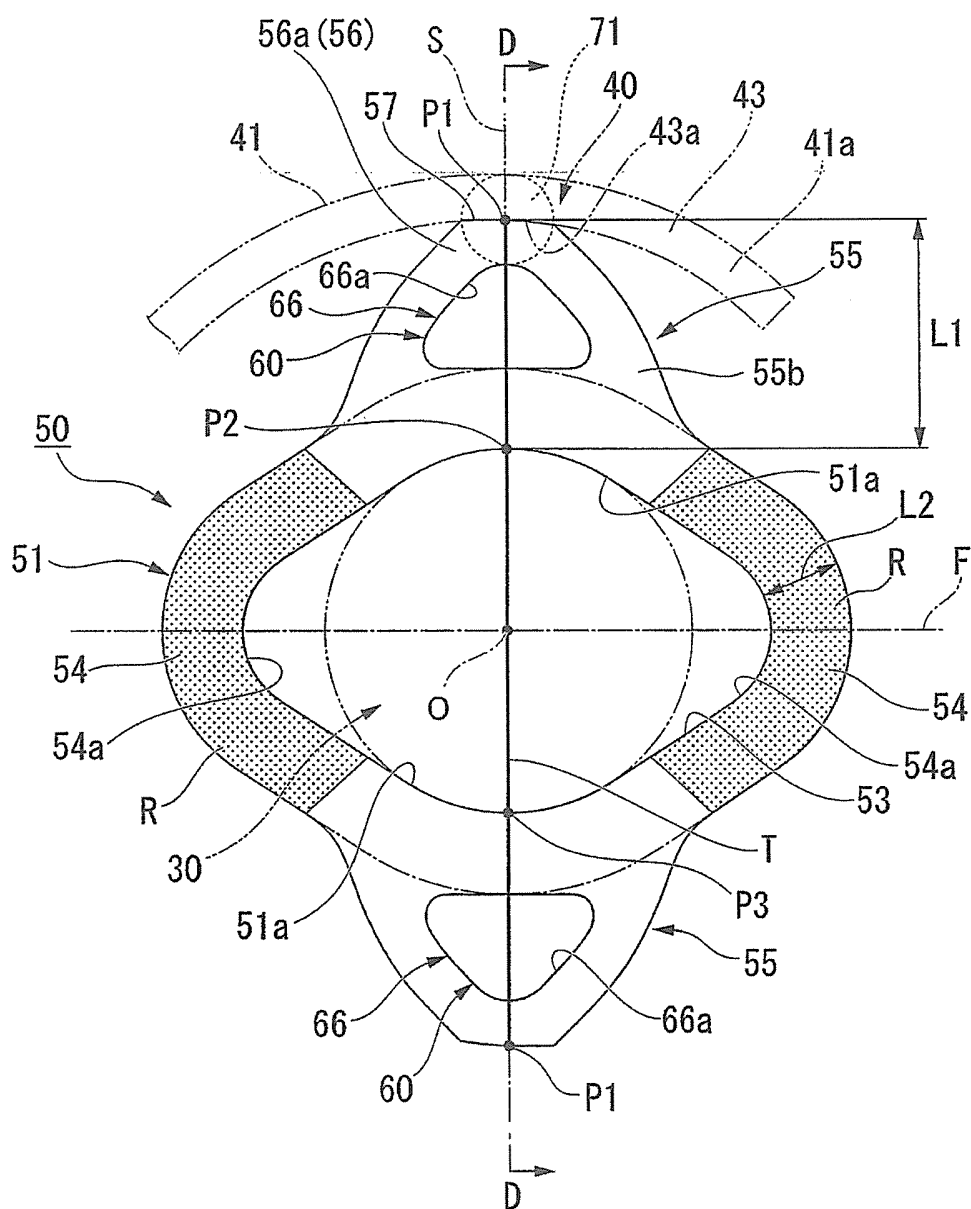
[Fig. 14]



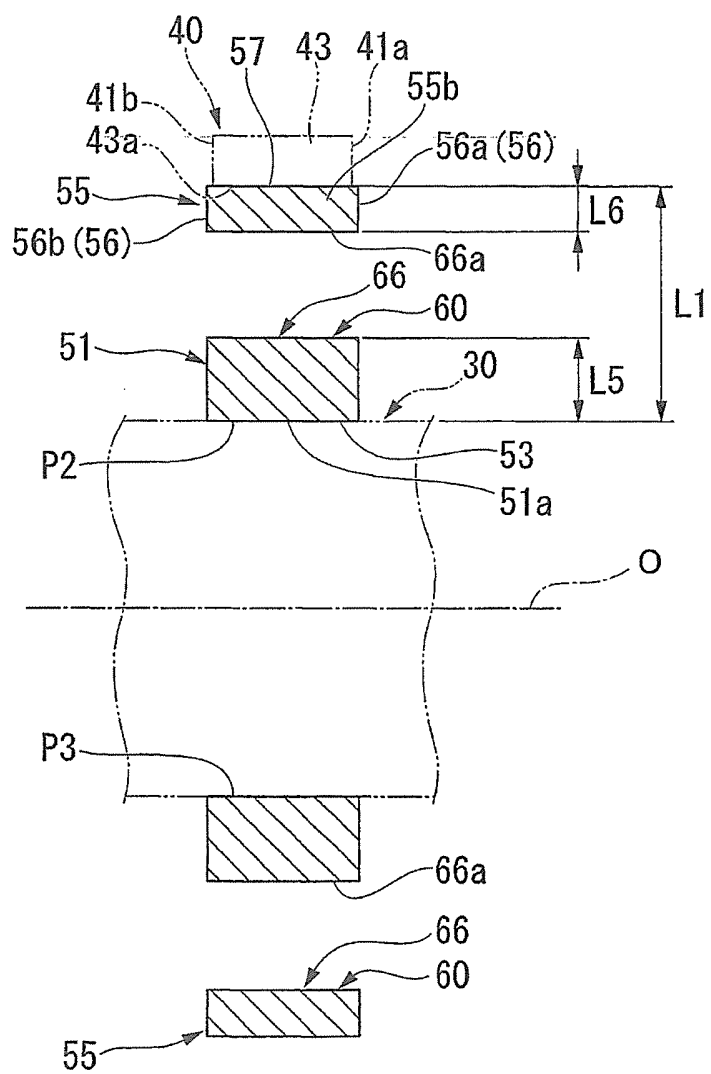
[Fig. 15]



[Fig. 16]



[Fig. 17]



[Fig. 18]

