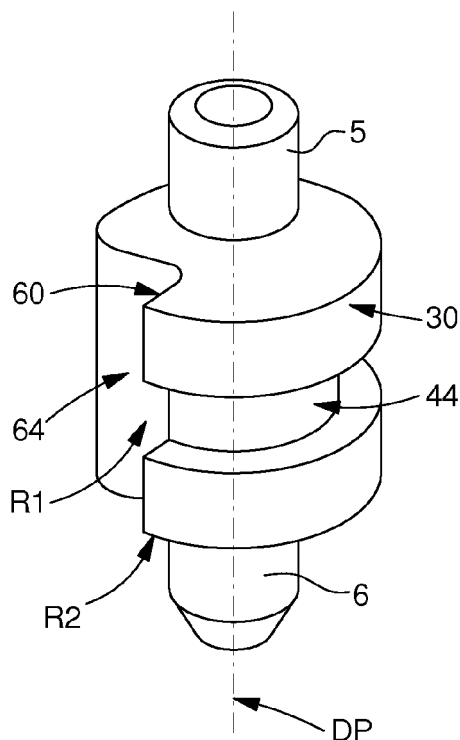


(22) Date de dépôt: **15.04.2013**

(72) Inventeurs:
• **Kaelin, Laurent**
2615 Sonvilier (CH)

(57) L'invention concerne un procédé de fabrication par tréfilage d'un arbre (1) de barillet d'horlogerie ayant un profil en escargot (30).

Fig. 21



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un procédé de fabrication d'un arbre de barillet d'horlogerie.

[0002] L'invention concerne encore un élément moteur de barillet d'horlogerie, comportant au moins d'une part un ressort de barillet en bande spiralée d'un type déterminé comportant une première spire interne avec une largeur et une épaisseur définies et ladite première spire interne comportant, pour son maintien sur un arbre de barillet, au niveau d'une extrémité interne, des moyens de maintien ou d'accrochage de profil défini, ledit élément moteur comportant d'autre part un tel arbre de barillet.

[0003] L'invention concerne encore un mécanisme d'horlogerie comportant au moins un tel élément moteur.

[0004] L'invention concerne le domaine de l'horlogerie, et plus particulièrement le domaine des mécanismes moteurs.

Arrière-plan de l'invention

[0005] L'augmentation de capacité des mécanismes moteurs d'horlogerie est limitée par le volume disponible au niveau des barillets comportant les ressorts de stockage d'énergie. Ce volume disponible est délimité par l'espace disponible dans le mouvement, donc par la taille du tambour incorporant le ressort, et par la géométrie de l'arbre de barillet qui doit être dimensionné pour transmettre en sécurité le couple maximal.

[0006] Le document US 3 846 974 A au nom de ETA décrit un barillet avec des gorges longitudinales tréfilées, pour l'appui du ressort et du crochet. Le document: US 820 252 A au nom de PORTER WILSON divulgue un agencement analogue. Le document US 3 846 974 A au nom de GIGER décrit un barillet avec un arbre très simple, cylindrique portant des gorges tréfilées selon des génératrices, porteuses du ressort et du rochet, ce dernier ayant une denture inclinée, pour le maintien axial de l'arbre.

Résumé de l'invention

[0007] L'invention se propose d'améliorer la capacité des barillets d'horlogerie, par l'emploi d'arbres de barillet de diamètres les plus réduits possibles, afin de privilégier le volume affecté au ressort, ou aux ressorts s'il y en a plusieurs, et donc d'augmenter la réserve de marche de tels barillets.

[0008] Il ne suffit pas d'appliquer un facteur d'échelle aux arbres de barillets existants, car la rigidité de l'arbre doit être assurée, voire augmentée par rapport aux diamètres d'arbres usuels, en raison du couple supérieur pouvant être appliqué par le ressort.

[0009] Il convient donc de choisir des modes d'élaboration garantissant une bonne résistance, à la flexion et à la fatigue, des arbres, tout en restant d'un coût accep-

table. La morphologie de l'arbre conditionne la fixation du ressort sur l'arbre, dont la fiabilité doit être assurée pour éviter tout démontage inutile. Toutes choses égales par ailleurs, notamment en ce qui concerne les matériaux et traitements thermiques utilisés pour la réalisation des arbres et ressorts, ce sont la forme de l'arbre, la forme du ressort, mais aussi le type d'assemblage entre le ressort et l'arbre, qui conditionnent un comportement parfait de l'élément moteur qu'ils composent ensemble. La diminution, dans un facteur important, du diamètre d'arbre par rapport aux fabrications classiques, impose, encore, une diminution du rayon de courbure de la première spire interne du ressort, et de celles qui lui font suite. La conception conjuguée de l'arbre, du ressort associé, et de leur mode de fixation ou d'entraînement, doivent prendre en compte cette contrainte, pour prévenir toute triangulation ou facetisation du ressort au niveau de ses pires internes, qui réduiraient sa durée de vie.

[0010] A cet effet, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un élément moteur de barillet d'horlogerie, comportant au moins d'une part un ressort de barillet en bande spiralée d'un type déterminé comportant une première spire interne avec une première largeur et une première épaisseur définies et ladite première spire interne comportant, pour son maintien sur un arbre de barillet, au niveau d'une extrémité interne, des moyens de maintien ou d'accrochage de profil défini, ledit élément moteur comportant d'autre part un arbre de barillet, **caractérisé en ce que**, pour la réalisation dudit arbre, dans une première opération de tréfilage on tréfile une barre de façon à réaliser, autour d'un axe parallèle à la direction de tréfilage, un profil en escargot évolutif entre un plus petit rayon et un plus grand rayon, avec un ressaut entre les points de dits plus grand rayon et plus petit rayon, ledit profil en escargot comportant un secteur d'appui pour ladite spire interne, et en ce que, dans une deuxième opération de reprise d'usinage ou de décolletage de ladite barre tréfilée autour d'un axe de reprise parallèle ou confondu avec la direction de tréfilage, on usine ou on tourne le contour externe complet dudit arbre comportant au moins une portée cylindrique de guidage en pivotement dudit arbre, ledit ressaut servant, ou bien de moyens de butée pour lesdits moyens de maintien ou d'accrochage dudit ressort quand ledit ressaut est utilisé brut de tréfilage, ou bien de moyens de butée ou d'accrochage complémentaire pour lesdits moyens de maintien ou d'accrochage dudit ressort quand ledit ressaut est réusiné lors de ladite deuxième opération de reprise d'usinage ou de décolletage, et en ce que, dans ladite deuxième opération de reprise, on usine une gorge, de révolution autour d'un axe de reprise parallèle à la direction de tréfilage, et de largeur ajustée selon la direction dudit axe de reprise, pour le maintien en position, selon la direction dudit axe de reprise, de ladite spire interne dudit ressort, en au moins un point de sa révolution, ladite gorge étant sécante avec ledit ressaut, entre ses surfaces de plus petit rayon et de plus grand rayon, et ladite gorge étant sensiblement tangente audit profil en escar-

got en une zone sensiblement diamétralement opposée audit ressaut par rapport audit axe de reprise de révolution de ladite gorge.

[0011] Selon une caractéristique de l'invention, on confère une rugosité superficielle, supérieure à 12 micromètres Ra, à au moins une partie dudit secteur d'appui, sous la forme d'une cannelure réalisée lors de ladite opération de tréfilage.

[0012] Selon une caractéristique de l'invention, on confère une rugosité superficielle, supérieure à 12 micromètres Ra, à au moins une partie dudit secteur d'appui, sous la forme d'un moletage réalisé lors de ladite opération de reprise d'usinage.

Description sommaire des dessins

[0013] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où :

- la figure 1 représente, de façon schématisée et en coupe perpendiculairement à une direction de barre, différentes variantes de sections de barres tréfilées pour la réalisation d'arbres de barillet d'horlogerie, repérées A à N ;
- la figure 2 illustre la réalisation d'un arbre de barillet à crochet, par une première opération de tréfilage selon la figure 2A, et une opération de reprise d'usinage selon la figure 2B ;
- la figure 3 illustre la réalisation d'un arbre de barillet comportant des rainures tangentielles parallèles à l'arbre de barillet, par une première opération de tréfilage selon la figure 3A, et une opération de reprise d'usinage selon la figure 3B ;
- la figure 4 illustre la réalisation d'un arbre de barillet comportant une gorge tangentielle parallèle à l'arbre de barillet, croisant une gorge circulaire axée sur un axe de reprise parallèle à la direction de l'arbre, par une première opération de tréfilage selon la figure 4A, et une opération de reprise d'usinage selon la figure 4B ;
- la figure 5A illustre la section terminale d'un ressort passé dans une calandre spéciale de façon à créer des bossages en relief en vagues distantes, sans amorces de rupture, et la figure 5B représente, en vue de dessus selon l'axe du barillet, un élément-moteur avec un arbre correspondant, tel qu'élaboré selon la figure 1J, qui comporte des gorges périphériques tangentielles le long de génératrices, pour recevoir ces bossages et maintenir le ressort ; les figures 5C et 5D illustrent, en vue de côté et en vue de dessus, l'extrémité interne d'un ressort étampé de façon à créer, entre des fentes parallèles selon l'élongation de ce ressort, au moins une patte médiane pliée formant un bossage saillant par rapport au reste de la surface du ressort ;
- la figure 6 représente, en coupe perpendiculaire-

ment à l'axe du barillet, un élément-moteur avec un arbre comportant une fente étroite longitudinale selon la figure 1H, ou bien un perçage, dans laquelle ou dans lequel est insérée une goupille de maintien de l'extrémité interne d'un ressort, au niveau d'un oeillet ou d'un perçage ou d'une lumière que comporte ce ressort ;

- les figures 7A et 7B illustrent un étampage de l'extrémité interne d'un ressort, de façon à définir une fenêtre d'accrochage sur un bec d'arbre, ou sur une goupille selon la figure 6 ;
- la figure 8A représente, de façon analogue à la figure 2, une variante où l'arbre comporte une gorge frontale débouchant par une ouverture, et, recevant l'extrémité interne du ressort ; la figure 8B est une vue en coupe, dans un plan passant par l'axe de l'arbre, de ce même ensemble ;
- la figure 9 illustre une exécution avec une extrémité en té du ressort : la figure 9A est une vue en élévation d'un arbre montrant une gorge selon une génératrice, sécante avec une gorge de révolution excentrée par rapport à l'axe du barillet, la figure 9B est une vue de dessus de cet arbre, la figure 9C est une élévation de l'extrémité du ressort associé, comportant une extrémité en té, et la figure 9D est la vue de dessus correspondante, montrant un chanfrein sur la face interne ;
- la figure 10A représente, de façon schématisée et en perspective, un arbre comportant un évidement rayonné ; la figure 10B représente, en coupe perpendiculairement à l'axe du barillet, ce même arbre muni d'un ressort dont l'extrémité interne est enroulée sur un petit rayon, et logée dans cet évidement ;
- la figure 11A représente, de façon schématisée et en perspective, un arbre comportant, sensiblement parallèles l'un à l'autre, un plat et une fente de logement de la spire interne du ressort ; la figure 11B représente, en coupe perpendiculairement à l'axe du barillet, ce même arbre muni d'un ressort dont l'extrémité interne est en appui sur le plat puis glissée dans la fente ;
- la figure 12 représente, de façon analogue à la figure 2, une variante où l'arbre comporte une fente borgne, recevant l'extrémité interne du ressort ;
- la figure 13 représente, de façon analogue à la figure 2, une variante où l'arbre comporte une chambre délimitée par un plat, recevant l'extrémité interne du ressort ;
- la figure 14 représente, de façon schématisée et en coupe perpendiculairement à l'axe du barillet, un ressort de barillet dont l'extrémité de la spire interne est pliée selon un angle voisin de 90°, et insérée dans un arbre comportant une fente traversante, selon un diamètre, de logement sans jeu de ce ressort ;
- la figure 15 représente, de façon schématisée et en coupe perpendiculairement à l'axe du barillet, un ressort de barillet dont les spires intérieures sont amincies par rapport aux autres spires, partiellement en-

- roulé sur un arbre cylindrique ;
- la figure 16A illustre une réalisation avec un ressort soudé sur un arbre avec deux points de soudure sensiblement diamétralement opposés, et la figure 16B illustre un ressort monté ajusté dans une gorge d'un arbre, et martelé en position pour son maintien ; la figure 16C représente, de façon schématisée et selon une coupe passant par l'axe, un ressort monté saillant dans une gorge circulaire, et soumis, du côté supérieur, à l'action d'une molette pour une déformation au niveau de sa bordure, la bordure inférieure étant représentée avec une surface de déformation issue de l'action de cette molette sur le ressort, tandis que la figure 16D illustre de façon similaire, et préférée dans le cas usuel où la dureté du ressort est supérieure à celle de l'arbre, où la molette est appliquée sur les parois d'une gorge dans laquelle est ensermé le ressort pour emprisonner celui-ci sous des zones de déformation ;
 - la figure 17A illustre une exécution particulière d'extrémité interne du ressort en queue d'aronde, pour coopérer avec un profil antagoniste ménagés sur l'arbre, ici comportant deux épaulements ; la figure 17B illustre une variante similaire avec une extrémité de ressort comportant deux dégagements, coopérant en arrêt avec deux goupilles fichées dans l'arbre correspondant ;
 - la figure 18 illustre, en perspective, un arbre avec une gorge tangentielle tréfilée, et des moyens d'entraînement d'un rochet sous forme d'un carré ;
 - la figure 19 est un schéma-blocs d'une pièce d'horlogerie, comportant un mouvement, lequel comporte un barillet, incluant lui-même un élément-moteur comportant un arbre et un ressort selon l'invention ;
 - la figure 20 représente, de façon schématisée et en vue de bout, un élément moteur de barillet avec un arbre à profil évolutif en escargot, porteur d'un ressort ;
 - la figure 21 représente en perspective l'élément moteur de la figure 20 ;
 - la figure 22 représente, en perspective, un détail de l'arbre montrant, vue depuis un évidement de réception de l'extrémité interne du ressort, une surface d'appui de l'arbre qui est destinée à coopérer avec une surface d'arrêt du ressort, cette surface d'appui se développant de part et d'autre d'une gorge périphérique agencée pour la réception du ressort, sur une partie dégressive de son épaisseur au fil de l'enroulement du ressort ;
 - les figures 23 à 26 illustrent, de façon similaire à la figure 22, cette même zone de l'arbre équipée d'un ressort, dont la surface d'arrêt prend différentes formes : enroulement ou repli sur la figure 23, découpe en té sur la figure 24, découpe en queue d'aronde sur la figure 25, oeillet étampé formant une langue sur la figure 26, ce dernier représenté en vue de bout sur la figure 26A ;
 - les figures 27 à 30 illustrent une réalisation de profil

bien adapté à un arbre de très petit diamètre :

- la figure 27 représente, de façon schématisée et en vue de bout, un élément moteur de barillet avec un arbre à profil évolutif en escargot, porteur d'un ressort ;
- la figure 28 est une section transversale de l'élément moteur de la figure 27, selon un plan passant par un crochet que comporte l'arbre ;
- la figure 29 est une vue de bout de l'arbre seul de cet ensemble, la figure 30 est une vue de côté de ce même arbre selon la direction A de la figure 29.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0014] L'invention concerne un procédé de fabrication d'un élément moteur 100 de barillet d'horlogerie, comportant au moins d'une part un ressort de barillet 10 en bande spiralée d'un type déterminé comportant une première spire interne 11 avec une première largeur L1 et une première épaisseur E1 définies. Cette première spire interne 11 comporte, pour son maintien sur un arbre de barillet 1, au niveau d'une extrémité interne 12, des moyens de maintien ou d'accrochage 13 de profil 14 défini. Ce profil 14 peut prendre différentes formes, notamment un oeillet étampé ou usiné, un repli réalisé par pliage un rebord réalisé par roulage, un bossage, un crantage, un élément saillant, ou une découpe, ou encore un simple profil cylindrique pour assurer un bon appui local du ressort 10 sur l'arbre 1 en un point déterminé, de même rayon de courbure, pour leur solidarisation l'un avec l'autre par soudage laser, soudage, brasage, collage, ou similaire. Cet élément moteur 10 comporte d'autre part un arbre 1 de barillet.

[0015] Selon l'invention, pour la réalisation de cet arbre 1, dans une première opération de tréfilage on tréfile une barre de façon à réaliser, autour d'un axe parallèle à la direction de tréfilage, un profil 30 dont la section perpendiculairement à la direction de tréfilage est en escargot évolutif entre un plus petit rayon R1 et un plus grand rayon R2, avec un ressaut 60 entre un point saillant 61 de plus grand rayon R2 et un point rentrant 62 de plus petit rayon R1. Ce ressaut 60 délimite, autour du point rentrant 62, avec une zone 63 de plus petit rayon R1, un évidement 64. Cet évidement 64 est utilisé de différentes façons selon le mode de fixation du ressort 10, comme il sera exposé ci-après. Ce profil en escargot 30 comporte, sur une partie au moins de sa circonférence, un secteur d'appui 2 pour la spire interne 11 du ressort 10.

[0016] Et, dans une deuxième opération de reprise d'usinage ou de décolletage de la barre tréfilée autour d'un axe de reprise DC parallèle à la direction de tréfilage, on usine ou on tourne le contour externe complet de l'arbre 1. Ce contour complet comporte au moins une portée cylindrique 5, 6, de guidage en pivotement de l'arbre 1. Quand le ressaut 60 est utilisé brut de tréfilage, ce ressaut 60 sert de moyens de butée pour les moyens de maintien ou d'accrochage 13 du ressort 10. Ou bien, quand ce ressaut 60 est réusiné lors de cette deuxième

opération de reprise d'usinage ou de décolletage, ce ressaut 60 sert de moyens de butée ou d'accrochage complémentaire 3 pour les moyens de maintien ou d'accrochage 13 du ressort 10.

[0017] Dans une première variante de mise en oeuvre de l'invention, les moyens de maintien ou d'accrochage 13 du ressort 10 se limitent à au moins une surface d'appui 65 de courbure donnée. L'extrémité interne 12 du ressort 10 est positionnée dans l'évidement 64, en appui sur le ressaut 60, ou au voisinage de celui-ci. La spire interne 11 s'étend en s'éloignant du ressaut 60, et s'appuie sur un rayon toujours croissant de l'arbre 1. Le ressort 10 s'enroule donc sur l'arbre 1 du côté de l'évidement 64 par rapport au ressaut 60. On fixe de façon irréversible le ressort 10 sur l'arbre 1, notamment par soudage laser, soudage, brasage, collage, ou similaire, entre la surface d'appui interne 65 du ressort 10 et la zone 63 de plus petit rayon R1. Cette fixation irréversible peut être faite ponctuellement, ou selon un réseau de points, ou selon une génératrice, ou similaire. Dans une réalisation particulière, on effectue une reprise de la fixation sur une autre zone de l'arbre, par exemple sensiblement diamétralement opposée par rapport à la zone 63 de plus petit rayon R1. Dans cette première variante, l'écart entre le plus petit rayon R1 et le plus grand rayon R2 est sensiblement égal à l'épaisseur EI du ressort 10, ou du moins à l'épaisseur du ressort 10 à la fin de la première spire interne 11. Ainsi la deuxième spire vient en superposition de la première spire sans aucun porte-à-faux ni aucun ressaut qui serait préjudiciable à la tenue en fatigue du ressort 10. Cette première variante concerne le cas où le ressaut 60 est utilisé brut de tréfilage, et sert alors de moyens de butée pour les moyens de maintien ou d'accrochage 13 du ressort 10.

[0018] Dans une deuxième variante de mise en oeuvre de l'invention, on applique le ressort 10 sur l'arbre 1 de façon à ce que l'extrémité interne 12 de la première spire soit positionnée dans l'évidement 64, le ressort 10 enjambant le voisinage du point saillant 62 de façon à s'enrouler sur l'arbre 1 du côté opposé à l'évidement 64 par rapport au ressaut 60. Cette deuxième variante concerne le cas où le ressaut 60 est réusiné lors de la deuxième opération de reprise d'usinage ou de décolletage, pour constituer des moyens de butée ou d'accrochage complémentaire 3 pour les moyens de maintien ou d'accrochage 13 du ressort 10. Cette reprise d'usinage est également nécessaire pour assurer le passage du ressort 10 par-dessus le ressaut 60 en garantissant le meilleur appui possible du ressort 10 et en limitant les contraintes de cisaillement auxquelles il est soumis. De façon préférée, dans cette deuxième variante, dans cette deuxième opération de reprise, on usine une gorge 44, de révolution autour d'un axe de reprise DC parallèle à la direction de tréfilage, et de largeur ajustée selon la direction de cet axe de reprise DC, pour le maintien en position, selon la direction de l'axe de reprise DC, de la spire interne 11 du ressort 10, en au moins un point de sa révolution. Cette gorge 44 est sécante avec le ressaut 60,

entre ses surfaces de plus petit rayon R1 et de plus grand rayon R2, et, de préférence, la gorge 44 est sensiblement tangente au profil en escargot 30 en une zone de tangence ZT sensiblement diamétralement opposée au ressaut 60 par rapport à l'axe de reprise DC de révolution de la gorge 44.

[0019] Ainsi, dans la première opération de tréfilage, on tréfile une barre 50 de façon à réaliser, saillant ou rentrant par rapport à un secteur d'appui 2 à profil circulaire ou en escargot autour d'un axe parallèle ou confondu avec celui de la barre 50, au moins un profil continu 30. La section de ce profil continu 30 correspond à la projection, selon un plan perpendiculaire à la direction de tréfilage, de moyens d'accrochage complémentaire 3 à réaliser sur l'arbre 1, de profil complémentaire à des moyens de maintien ou d'accrochage 13 d'un ressort 10 de type déterminé, pour l'accrochage duquel l'arbre 1 correspondant est conçu. La réalisation par tréfilage confère aux surfaces superficielles une meilleure tenue en fatigue, et assure une meilleure répartition des contraintes sur des reliefs saillants ou rentrants, en comparaison avec des technologies d'usinage avec des outils de petit rayon, qui créent des concentrations de contraintes importantes, surtout dans les angles rentrants, et qui fragilisent l'arbre. L'écrouissage résultant du tréfilage concerne toute la surface périphérique, et notamment les zones d'accrochage, qui conservent ainsi une dureté superficielle élevée, et une bonne résistance à l'usure.

[0020] On appellera ci-après « prisme », au sens de la géométrie descriptive, un solide construit selon des génératrices parallèles à une même courbe, en élévation sur la base d'un profil fermé plan. De préférence dans le cas du présent exposé, ce prisme est un prisme droit, dont les génératrices sont parallèles à un axe de reprise DC, et perpendiculaires à un profil particulier, notamment circulaire, ou bien en escargot. Dans le cas de la première variante, le profil, quand il est choisi en escargot, est alors construit en fonction de l'épaisseur de la première spire interne 11 d'un ressort 10 avec lequel l'arbre 1 a vocation à coopérer, et l'accroissement de l'escargot sur son pourtour est voisin de l'épaisseur EI de cette première spire 11, et calcul de façon à ce que, quand la première spire 11 de ce ressort est enroulée sur l'arbre 1, elle porte en permanence, ou du moins au maximum possible, sur le secteur d'appui 2 constitué par la surface latérale de ce prisme à section en escargot. Ainsi, quand le ressort 10 vient en recouvrement de l'extrémité interne 12 que comporte la première spire interne 11, il n'est pas déformé par une discontinuité d'appui entre cette surface d'appui 2 et l'extrémité 12.

[0021] Dans une deuxième opération de reprise d'usinage ou de décolletage autour d'un axe de reprise DC, on usine ou on tourne le contour externe complet de l'arbre 1. De façon préférée car la plus économique, cette deuxième opération de reprise est faite en décolletage ou en tournage.

[0022] Les figures 1A à 1N illustrent différents profils de section après tréfilage, non limitatifs, et bien adaptés

à la confection d'arbres de barillet. De préférence, le profil continu 30 est droit, c'est-à-dire délimité par des génératrices parallèles à l'axe de la barre 50. Une exécution vrillée est possible, mais engendre un coût supérieur, et la présente description se limite à l'exposé de profils continus 30 droits.

[0023] Dans une mise en oeuvre particulière et préférée de l'invention, la fabrication d'un arbre 1 est liée à l'utilisation prévue de cet arbre 1 avec un ressort de barillet 10 en bande spiralée d'un type déterminé, ou appartenant à une famille de ressorts présentant des caractéristiques communes en ce qui concerne leur interface avec l'arbre de barillet. Cet interface concerne surtout la première spire interne 11, qui comporte une extrémité libre interne 12. Cette première spire 11 a une largeur définie LI et une épaisseur définie EI. Ceci n'empêche pas la réalisation de l'extrémité interne 12 avec un autre profil, ou/et une autre largeur, ou/et une autre épaisseur, comme on le verra dans la suite de l'exposé.

[0024] Dans une exécution selon la deuxième variante, selon le cas, l'extrémité libre interne 12 comporte ou non un oeillet 16, par exemple estampé, ou résultant du pliage d'une patte estampée aux trois quarts, tel que visible sur les figures 7A et 7B. L'extrémité libre 12 peut, encore comporter une découpe de forme particulière, comme il sera exposé ci-après, et tel que visible par exemple sur les figures 9C, 17A, 17B.

[0025] Dans le cas de la figure 1C, on choisit pour la section du profil continu 30 celle d'une fente 31 de largeur identique à l'épaisseur définie EI de cette première spire interne 11. Ce mode de réalisation convient bien aux ressorts 10 comportant un pli d'extrémité, constituant une zone d'arrêt 17, tel que visible en particulier sur la figure 12.

[0026] Dans le cas de la figure 1G, on choisit pour la section du profil continu 30 celle d'une gorge 32 de largeur LG supérieure à la largeur définie LI de la première spire interne 11. Dans le cas de la combinaison d'un arbre 1 réalisé sur cette base, avec un ressort 10 comportant une extrémité 12 en té, tel que visible sur la figure 9C, la largeur LG est supérieure ou égale, et de préférence égale, à la longueur LT d'une barre transversale de ce profil en té.

[0027] Dans le cas de la figure 1H, on choisit pour la section du profil continu 30 celle d'une fente étroite 38 de largeur LF très inférieure à la largeur définie LI de la première spire interne 11. Cette fente étroite 38 est prévue pour l'insertion d'une goupille 39 ou d'une cale de clinquant, qui constituent des moyens d'accrochage complémentaire 3 de l'arbre 1, qui coopèrent avec un oeillet 16 de l'extrémité 12 de la première spire 11 du ressort 10, tel que visible sur la figure 6. Cette réalisation d'une fente étroite est une alternative intéressante à l'usinage d'un perçage de trou de goupille, qui devient une opération délicate sur un arbre de très faible diamètre, de l'ordre de quelques dixièmes de millimètres, au voisinage de 1 millimètre.

[0028] Dans le cas des figures 1F, 1J, 1K, 1L, on choisit

pour la section du profil continu 30 celui d'au moins une rainure 33 tangentielle, selon une génératrice de la barre 50, dont le profil correspond à celui d'un bossage 15 que comporte la première spire interne 11 d'un ressort correspondant, ou bien dont le profil est simplement d'ampleur suffisante pour constituer des surfaces d'arrêt d'une excroissance locale du ressort 10 : repli, enroulement, crochet, patte, embouti, ou similaire.

[0029] De préférence le profil d'une telle rainure 33 est un arc de cercle, ou similaire, dont le centre est vers l'extérieur du profil, et qui est raccordé par deux rayons de concavité contraire à la sienne au contour circulaire ou en escargot de la section du secteur d'appui 2. Le bossage 15 du ressort 10 correspondant a également une section arc de cercle, ou similaire, raccordé par deux rayons de concavité contraire à la sienne au brin du ressort.

[0030] Dans le cas particulier des figures 1J, 1K, 1L, le profil continu 30 est celui d'une pluralité de rainures 33 tangentielles chacune de profil correspondant à celui d'un tel bossage 15, les rainures 33 étant angulairement équidistantes autour d'un cylindre, ou atour d'un prisme de section en escargot et parallèle à l'axe de pivotement de l'arbre 1, comportant le secteur d'appui 2 selon la direction de tréfilage. La réalisation de la figure 1J est reprise dans les figures 3A et 3B, pour fabriquer un arbre 1 constituant d'un élément moteur 100 selon la figure 15B, dont l'autre constituant est le ressort 10 spécial de la figure 5A, qui montre la section terminale 12 d'un tel ressort 10 passé dans une calandre spéciale de façon à créer des bossages en relief 15 en vagues distantes, sans amorces de rupture. Les rainures 33, de préférence de profil arrondi et aux extrémités rayonnées, constituent des gorges périphériques tangentielles le long de génératrices, pour recevoir ces bossages 15 et maintenir parfaitement le ressort 10, tout en assurant un bon contact d'appui entre la première spire 11 du ressort 10 et les secteurs cylindriques 2.

[0031] La figure 1M illustre le cas d'un relief d'accrochage quelconque avec un profil continu 30 à la fois saillant et rentrant, et son inscription, ainsi qu'une surface à portées cylindriques 2, dans l'enveloppe de la barre 50.

[0032] La figure 1N illustre le cas d'un profil continu 30 comportant deux méplats 36 et 37, sensiblement diamétralement opposés, et de préférence diamétralement opposés par rapport à la direction de tréfilage d'un secteur d'appui 2. Ce mode de réalisation est bien adapté à une variante illustrée par la figure 16A, où la première spire interne 11 du ressort 10 est soudée par deux points diamétralement opposés, et de préférence au niveau de tels méplats 36 ou 37.

[0033] Les figures 2 à 4 illustrent des réalisations avancées sur la base d'un profil tréfilé, et qui assurent un bon maintien du ressort.

[0034] La figure 2 illustre la réalisation d'un arbre de barillet 1 à crochet 34, par une première opération de tréfilage selon la figure 2A, avec un profil continu 30 selon la figure 1A, ou encore 1B dans une variante où le profil

continu 30 est celui d'un crochet 34 conjugué à un logement 35 qui permet un meilleur recouvrement de la première spire interne 11 par la spire suivante. Le profil du crochet 34 conjugué à ce logement 35 correspond à celui d'un oeillet 16 que comporte une extrémité interne 12 de la première spire interne 11 d'un ressort de barillet 10 en bande spiralée d'un type déterminé. Lors d'une opération de reprise d'usinage selon la figure 2B, notamment par décolletage, on tourne les faces de délimitation supérieure 34A et inférieure 34B de ce crochet 34 pour coopérer avec un tel oeillet 16, et on tourne des portées supérieure 5 et inférieure 6 pour le guidage en pivotement de l'arbre 1. Cette configuration classique d'arbre de barillet à crochet est ainsi réalisée de façon robuste et économique, grâce au tréfilage et à la finition directe en décolletage.

[0035] La figure 3 illustre la réalisation d'un arbre de barillet 1 comportant des rainures tangentielles 33 parallèles à l'arbre de barillet, par une première opération de tréfilage selon la figure 3A, avec un profil continu 30 tel qu'illustré par exemple aux figures 1F, 1J, 1K, 1L, et une opération de reprise d'usinage selon la figure 3B, également de préférence en décolletage pour finir l'arbre 1 et ses portées supérieure 5 et inférieure 6. Tel qu'exposé ci-dessus, et visible aux figures 5A et 5B, un tel arbre 1, en conjugaison avec un ressort 10 agencé de façon particulière et sans amorce de rupture grâce à un profil ondulé sans zone de pliage ni zone de très petit rayon, assure un très bon maintien périphérique de ce ressort 10 sur toute l'étendue de sa première spire 11. Les figures 5C et 5D illustrent une variante avantageuse de ressort 10 estampé de façon à créer, entre des fentes parallèles selon l'élongation de ce ressort, au moins une patte médiane pliée formant un bossage 15 saillant par rapport au reste de la surface du ressort 10. Cette configuration apporte l'avantage de permettre la reprise de l'ébat du ressort. Elle est utilisable, non seulement dans ce cas particulier où il est avantageux de faire coopérer au moins un tel bossage 15 avec des rainures 33 d'un arbre 1, mais aussi dans le cas général où l'on désire positionner précisément, selon la direction de l'axe de barillet (ou encore d'un axe de balancier, ou de tout axe ayant vocation à recevoir un ressort spiral d'horlogerie), un tel ressort spiral, et en particulier, dans le cas d'un barillet, par rapport au tambour, et au couvercle éventuel.

[0036] La figure 4 illustre la réalisation d'un arbre de barillet 1 comportant une gorge tangentielle 32 parallèle à l'arbre de barillet DB, croisant une gorge circulaire 44 axée sur un axe de reprise parallèle à l'axe de l'arbre et donc excentrée par rapport à l'axe du barillet, par une première opération de tréfilage au cours de laquelle est réalisée la gorge tangentielle 32, selon la figure 4A, avec un profil continu 30 selon la figure 1G, et une opération de reprise d'usinage selon la figure 4B, lors de laquelle sont réalisées la gorge circulaire 43 et ses surfaces de délimitation supérieure 44A et inférieure 44B, et les portées supérieure 5 et inférieure 6 de l'arbre 1.

[0037] De préférence, comme exposé plus haut, la gorge

tangentielle 32 a une largeur LG supérieure à la largeur définie LI de la première spire interne 11. Les figures 9C et 9D montrent une variante préférée de ressort 10 associé, comportant une extrémité 12 en té, avec une tête 18 de longueur LT reliée au reste du ressort 10 par une âme 19, de préférence adjacente à des chanfreins 19A pour un meilleur appui en enroulement du ressort. La largeur LG est supérieure ou égale, et de préférence égale, à cette longueur LT d'une barre transversale. De préférence, la largeur LL de la gorge circulaire 44 est égale à la largeur de l'âme 19, et le fond de la gorge 44 définit une surface cylindrique d'appui 2A pour l'appui de cette âme 19, le secteur d'appui 2 servant quant à lui d'appui à la section du ressort, dans sa largeur totale LI, qui fait suite à l'âme 19, à l'opposé de la tête 18.

[0038] Ce profil en té est un exemple de réalisation économique, non limitatif. La figure 17A illustre une exécution particulière d'extrémité interne du ressort en queue d'aronde, pour coopérer avec un profil antagoniste ménagés sur l'arbre, ici comportant deux épaulements. La figure 17B illustre une variante similaire avec une extrémité 12 de ressort comportant deux dégagements, coopérant en arrêt avec deux goupilles fichées dans l'arbre 1 correspondant; de préférence, l'extrémité 12 du ressort 10 est noyée dans une gorge circulaire 44, en appui sur un flanc de gorge 46 d'au moins un côté, et de préférence des deux côtés.

[0039] Le procédé de fabrication d'un tel arbre 1 comporte avantageusement une opération d'usinage de moyens d'entraînement 7 d'un rochet, par filetage ou taraudage ou tournage ou fraisage de facettes, tel que visible sur la figure 19 où ces moyens d'entraînement 7 sont constitués par un classique carré. De préférence, pour éviter une reprise d'usinage, ces moyens d'entraînement 7 consistent en un taraudage ou un filetage réalisable par tournage lors de la deuxième opération de reprise de l'arbre 1 après le tréfilage, tel que visible sur la figure 4A (filetage) ou sur la figure 5B (taraudage).

[0040] Les figures 8A et 8B représentent un arbre 1 comportant une gorge frontale 41 débouchant par une ouverture 42, et recevant l'extrémité interne 12 du ressort 11, réalisé par un procédé qui comporte une opération d'usinage d'une gorge frontale 41 de révolution autour d'un axe DG parallèle ou confondu avec l'axe de pivotement D, la gorge frontale 41 étant de largeur LH égale à une largeur définie LI de la première spire interne 11 d'un ressort de barillet 10 en bande spiralée d'un type déterminé.- Cette opération d'usinage comporte encore l'usinage d'au moins une ouverture 42 dans une cloison externe 43 de la gorge frontale 41, l'ouverture 42 étant de largeur supérieure à une épaisseur définie EI de la première spire interne 11 d'un ressort de barillet 10 en bande spiralée d'un type déterminé, pour le passage de cette première spire interne 11.

[0041] De préférence, lors de l'élaboration d'un arbre 1 selon l'un des procédés décrits ci-dessus, on confère une rugosité superficielle, supérieure à 12 micromètres Ra, à au moins une partie du secteur d'appui 2 selon la

direction de tréfilage, sous la forme d'une cannelure réalisée lors de la première opération de tréfilage, ou d'un moletage réalisé lors de la deuxième opération de reprise d'usinage. Cette rugosité permet un maintien par friction entre l'arbre et le ressort, surtout si le ressort comporte, au niveau de la première spire interne 11, sur sa face dirigée vers l'axe de l'arbre 1, une surface de friction similaire. Naturellement, une telle surface de friction peut, en alternative à cette élaboration mécanique, résulter d'un traitement de surface, d'une projection de type métallisation, ou similaire.

[0042] L'invention concerne un élément moteur 100 de barillet d'horlogerie, comportant au moins d'une part un ressort de barillet 10 en bande spiralée d'un type déterminé comportant une première spire interne 11 avec une largeur LI et une épaisseur EI définies et la première spire interne 11 comportant, pour son maintien sur un arbre de barillet 1, au niveau d'une extrémité interne 12, des moyens de maintien ou d'accrochage 13 de profil 14 défini. Cet élément moteur 10 comporte d'autre part un arbre de barillet 1 de préférence issu de tréfilage d'une barre 50 et réalisé par un des procédés décrits ci-dessus.

[0043] Cet arbre 1 comporte des moyens de guidage en pivotement 5, 6, autour d'un axe de pivotement DP, et comporte au moins un secteur d'appui 2 pour l'appui d'une telle première spire interne 11 d'au moins un tel ressort de barillet 10, l'arbre 1 comportant des moyens d'accrochage complémentaire 3 de profil 314 complémentaire au profil 14 des moyens de maintien ou d'accrochage 13 pour sa coopération en pivotement avec ce au moins un ressort 10.

[0044] Selon que les moyens de maintien ou d'accrochage 13 du ressort 10 sont en relief saillant ou en creux, les moyens d'accrochage complémentaire 13 de l'arbre 1 sont respectivement en creux ou en relief saillant

[0045] Dans les exécutions des figures 8A, 8B, 12, 13, ou 14, de l'élément moteur 100, l'arbre 1 comporte, en retrait interne par rapport à un cylindre, ou par rapport à un prisme de section en escargot et parallèle à l'axe de pivotement de l'arbre 1, comportant le secteur d'appui 2, au moins une cavité 4 pour la réception des moyens de maintien ou d'accrochage 13 ou/et d'au moins une partie de la première spire interne 11.

[0046] Dans le cas particulier des figures 8A et 8B, cette cavité 4 comporte une gorge frontale 41 dont la largeur LH est agencée pour la réception à jeu minimal du ressort 10. Dans une réalisation avantageuse, la gorge frontale 41 est de révolution autour d'un axe DG parallèle ou confondu avec l'axe de pivotement D, et sa largeur LH est égale à la largeur définie LI de la première spire interne 11 d'un dit ressort de barillet 10. Et l'arbre 1 comporte au moins une ouverture 42 dans une cloison externe 43 de la gorge frontale 41, cette ouverture 42 étant de largeur supérieure à l'épaisseur définie EI de la première spire interne 11, pour le passage de la première spire interne 11. De préférence, cette ouverture 12 est assez large pour autoriser le maintien de la première spire 11 sans contrainte excessive, tout en étant assez

réduite pour assurer un bon maintien de l'extrémité 12 du ressort 10. De façon préférée, l'angle au centre dans lequel s'inscrit cette ouverture est compris entre 120° et 180°.

[0047] Dans la réalisation particulièrement avantageuse de l'élément moteur 100 selon la figure 5B, l'arbre 1 comporte, en retrait interne par rapport à un cylindre, ou à un prisme de section en escargot parallèle à l'axe de pivotement de l'arbre 1, comportant le secteur d'appui 2, au moins une cavité 4 pour la réception des moyens de maintien ou d'accrochage 13 ou/et d'au moins une partie de la première spire interne 11, et la au moins une cavité 4 comporte une pluralité de rainures 33 tangentielles parallèles à l'axe de pivotement D et chacune de profil correspondant à celui d'un bossage 15 que comporte la première spire interne 11 d'un ressort de barillet 10 en bande spiralée d'un type déterminé, les rainures 33 étant de préférence angulairement équidistantes autour d'un cylindre, ou autour d'un prisme de section en escargot et parallèle à l'axe de pivotement de l'arbre 1, comportant le secteur d'appui 2 selon la direction de tréfilage. Cette équidistance n'est pas indispensable, mais elle présente l'avantage de pouvoir présenter le ressort 10 en appui, par son bossage 15 le plus proche de l'extrémité libre 12, dans l'une quelconque des rainures 33, les autres bossages 15 viennent alors naturellement en phase avec les autres rainures 33. Le ressort 10 comporte alors une série de bossages 15 en nombre inférieur ou égal à celui des rainures 33, écartés du même pas curviligne que les rainures 33, et agencés pour s'encastrent dans les rainures 32.

[0048] Dans une réalisation particulière de l'élément moteur, l'arbre 1 comporte, en retrait interne par rapport à un cylindre, ou par rapport à un prisme de section en escargot et parallèle à l'axe de pivotement de l'arbre 1, comportant le secteur d'appui 2, au moins une cavité 4 pour la réception des moyens de maintien ou d'accrochage 13 ou/et d'au moins une partie de la première spire interne 11. La direction de tréfilage du secteur d'appui 2 est parallèle ou confondu avec l'axe de pivotement D, et au moins une telle cavité 4 est dimensionnée pour la réception sans jeu, dans le sens de la largeur LI du ressort 10, de l'extrémité interne 12 ou d'au moins une partie de la première spire interne 11.

[0049] Dans le cas de figures 4A, 9A, 16B, de l'élément moteur 100, l'arbre 1 comporte, en retrait interne par rapport à un cylindre, ou par rapport à un prisme de section en escargot et parallèle à l'axe de pivotement de l'arbre 1, comportant le secteur d'appui 2, au moins une cavité 4 pour la réception des moyens de maintien ou d'accrochage 13 ou/et d'au moins une partie de la première spire interne 11, et la cavité 4 comporte une gorge de révolution 44 autour de La direction de tréfilage du secteur d'appui 2 et de largeur LR égale à la largeur LI de la première spire interne 11 du ressort 10.

[0050] Dans la réalisation de la figure 6, l'arbre 1 comporte, en retrait interne par rapport à un cylindre, ou par rapport à un prisme de section en escargot et parallèle

à l'axe de pivotement de l'arbre 1, comportant le secteur d'appui 2, une fente étroite 38 de largeur LF très inférieure à la largeur définie LI de la première spire interne 11, et dans laquelle est insérée une goupille 39 ou une cale de clinquant constituant les moyens d'accrochage complémentaire 3.

[0051] Dans les variantes des figures 10B, 11B, 12, 13, 14, l'extrémité interne 12 de la première spire interne 11 du ressort 10 est pliée ou roulée vers la direction de tréfilage du secteur d'appui 2, de façon à constituer un arrêt d'entraînement 17. Les figures 10A et 10B illustrent un arbre 1 comportant une cavité 4 formée par un évidement rayonné en demi-lune. Le ressort 10 correspondant possède une extrémité interne 12 enroulée selon un petit rayon, et logée dans cet évidement 4. Les figures 11A et 11B illustrent, un arbre 1 comportant, sensiblement parallèles l'un à l'autre, un plat 47 et une fente 48 de logement de la spire interne 11 du ressort 10 : son extrémité interne 12 est en appui sur le plat 47, et la spire 11 est glissée dans la fente 48.

[0052] Dans une exécution avantageuse illustrée par la figure 15, l'épaisseur EI définie de la première spire interne 11 du ressort 10 est inférieure à l'épaisseur ES des spires suivantes du ressort 10, lesquelles spires suivantes sont, ou bien de section constante entre elles, ou bien de section progressive en s'éloignant de la première spire interne 11.

[0053] Cette exécution est applicable à toutes les variantes d'arbres de barillet décrites ici, et elle permet un plaquage optimal de la première spire interne 11 sur l'arbre 1, et en particulier sur le ou les secteur(s) cylindrique(s) qu'il comporte. Avantageusement l'extrémité libre 12 comporte un chanfrein 121 ou un rayon, de façon à permettre un bon enroulement de la spire suivante.

[0054] Dans une réalisation particulière, au moins l'extrémité interne 12 de la première spire interne 11 du ressort 10 comporte, sur sa face interne destinée à venir en appui sur le secteur d'appui 2 de l'arbre 1, une rugosité supérieure à 12 micromètres Ra.

[0055] Le maintien relatif entre le ressort 10 et l'arbre 1 peut être assuré par des moyens amovibles et complémentaires, tels qu'oeillet et crochet, ou similaire. Dans une alternative, il peut être assuré par une liaison permanente entre eux, par un procédé de fixation, notamment irréversible, par soudage, brasage, collage, ou similaire. Dans une version particulière illustrée à la figure 16A d'un élément moteur 100, au moins un tel ressort 10 est soudé sur l'arbre 1 au niveau de deux points 51, 52 sensiblement diamétralement opposés par rapport à la direction de tréfilage du secteur d'appui 2. Dans une variante où l'arbre 1 est d'un profil selon la figure 1N, ces points 51 et 52 sont appliqués au niveau de méplats 36 et 37 de l'arbre 1, sensiblement diamétralement opposés par rapport à la direction de tréfilage du secteur d'appui 2.

[0056] Les modes d'élaboration proposés pour des arbres 1 conçus spécifiquement pour des ressorts 10 de type déterminé autorisent un dimensionnement des éléments

antagonistes de façon à assurer un montage sans jeu de l'un sur l'autre. En particulier, au moins un tel ressort 10 est maintenu sans jeu dans une gorge annulaire 44 de l'arbre 1 autour du secteur d'appui 2, ou dans une gorge droite 45 de l'arbre 1 selon une génératrice de l'arbre 1.

[0057] De façon avantageuse, quand on désire un maintien irréversible, l'extrémité interne 12, ou au moins une partie de la première spire 11, est maintenue de façon irréversible dans une telle gorge 44, 45, par soudage ou brasage, ou encore, de façon très économique, par martelage ou écrasement local au niveau de zones de déformation 53, au niveau du ressort 10 ou/et au niveau de l'arbre 1. Les figures 16B et 16C illustrent un ressort 10 monté ajusté et monté saillant dans une gorge circulaire 44 d'un arbre 1, et martelé en position pour son maintien, notamment par l'action d'une molette ou similaire, de façon à créer des surfaces de déformation 53 immobilisant le ressort par rapport à l'arbre. La figure 16D illustre de façon similaire, et préférée dans le cas usuel où la dureté du ressort est supérieure à celle de l'arbre, une application où la molette est appliquée sur les parois d'une gorge dans laquelle est enserré le ressort pour emprisonner celui-ci sous des zones de déformation 53.

[0058] Les figures 20 à 26 illustrent des réalisations particulières de la deuxième variante.

[0059] La figure 20 représente un élément moteur 100 de barillet avec un arbre 1 à profil 30 évolutif en escargot, porteur d'un ressort 10.

Les figures 21 et 22 montrent la configuration propre à cette variante, avec une surface d'appui 3 constituée par la zone d'intersection entre la face d'appui 60 et la gorge périphérique 14, qui définit, de part et d'autre de celle-ci et d'une zone médiane 60A, deux appuis 60B et 60C particulièrement robustes, travaillant en compression, constituant des moyens de butée pour encaisser l'effort induit par le remontage du ressort 10.

[0060] La gorge périphérique 44 est agencée pour la réception du ressort 10, sur une partie dégressive de son épaisseur au fil de l'enroulement du ressort : depuis l'épaisseur totale EI du ressort qui peut être encastrée au niveau de la face d'appui 60, ou du moins une fraction significative de cette épaisseur totale, pour un bon maintien axial du ressort, jusqu'à une zone de tangence ZT où la gorge 44 est tangente avec une surface périphérique d'appui 2, et où le ressort 10 est complètement libre axialement.

Sur les figures 23 à 26, la surface d'arrêt 13 du ressort 10 prend différentes formes : enroulement ou repli sur la figure 23, découpe en té sur la figure 24, découpe en queue d'aronde sur la figure 25, oeillet étampé formant une langue sur la figure 20 ou la figure 26, ce dernier représenté en vue de bout sur la figure 26A.

[0061] Les figures 27 à 30 illustrent une réalisation de profil bien adapté à un arbre 1 de très petit diamètre. Cet arbre 1 comporte, à l'exception d'un crochet 34 qui coopère avec un oeillet 16 du ressort 10, un profil en escargot

30.

[0062] Le rayon R0 qui sert d'appui à l'extrémité 12 de la spire interne 11 du ressort 10 est ici d'un très petit diamètre, d'une valeur de 0,26 mm, alors que la plus grande rayon R2 qui correspond à l'encombrement radial maximal du crochet 34, et à l'appui de la deuxième spire du ressort, a une valeur de 0,42 mm. L'espace radial dévolu au ressort correspond donc à une épaisseur voisine de 0,08 mm. Le facteur K, qui est le rapport entre le rayon de bonde, ici le rayon R0 de l'arbre 1, et l'épaisseur du ressort 10, est voisin de 1,6, ce qui est une valeur particulièrement basse puisqu'on estime, pour des qualités de ressorts (Nivaflex® ou similaire) et d'arbres (acier ou acier inox) usuelles en horlogerie, que ce rapport doit être supérieur à 10 pour prévenir la casse de l'arbre.

[0063] Le rayon minimal R0 de bonde dépend surtout :

- de la pression hertzienne sur les pivotements de l'arbre 1 avec le pont et la platine, ou avec le couvercle et le tambour du barillet, selon le type de montage de l'arbre 1. Ceci dépend du couple du ressort de barillet, des diamètres de pivotements ainsi que de leurs hauteurs et des matériaux en contacts ;
- des contraintes que subit l'arbre 1 au niveau de la torsion et flexion. Ceci est aussi dépendant du couple du ressort ainsi que de la géométrie de l'arbre ;
- des contraintes de cisaillement subies par le crochet 34 de l'arbre 1 lorsque le ressort 10 s'arme autour de la bonde. Ceci dépend du couple du ressort mais aussi de la géométrie du crochet qui elle dépend de l'ouverture maximum de l'oeillet 16 réalisable dans le ressort 1, par lequel le crochet vient entraîner le ressort 1 sur la bonde ;
- de l'espace disponible entre le noyau de l'arbre 1 et la deuxième spire du ressort 10 enroulé sur la bonde afin de garantir que l'extrémité interne 12 de ce ressort 10 au centre ne vienne pas déranger l'enroulement de celui-ci. Ceci dépend surtout de l'épaisseur du ressort 10.

Tel que visible dans une variante particulière illustrée sur les figures 28 et 29, le profil périphérique 70 de l'arbre 1 se décompose comme suit :

- dans la zone du crochet 34 (section BB de la figure 30) :
 - un premier secteur 71, entre les repères A et B, cylindrique, du rayon minimal R0, centré sur l'axe DC ;
 - une zone de jonction 72, entre les repères B et C, à croissance rapide, notamment plane et faisant un angle α avec un plan radial, cet angle α étant notamment compris entre 0° et 45° ;
 - un deuxième secteur 73, entre les repères C, D, et E, cylindrique, centré sur un axe D2 excentré par rapport à l'axe DC, cette excentration étant comprise entre R0/4 et R0/3 ;

- une zone de jonction 74, tangente au deuxième secteur 73, entre les repères E et F, cette zone de jonction est avantageusement sensiblement plane ; cette zone de jonction 74 définit, dans sa partie de plus grande extension radiale, le dos du crochet 34 ;
- un troisième secteur 75, entre les repères F et G, cylindrique, centré sur l'axe DC, constituant la tranche du crochet 34 et la zone d'appui de la deuxième spire du ressort 10 quand elle vient en superposition de la première spire 11 ;
- une face d'appui 76, entre les repères G et A, constituant la surface active du crochet 34 pour la coopération en appui avec une surface d'arrêt 16A du ressort 10, ici constituée par une des faces d'un oeillet 16 ; de préférence, cette face d'appui 76 est plane, et en dépouille par rapport à un plan radial issu de l'axe DC, de façon à assurer l'appui du ressort 10, quelle que soit l'épaisseur de ce ressort 10, sur la face d'appui 76 ;
- dans la zone externe au crochet 34 (section CC de la figure 30) :
 - un premier secteur 71, entre les repères H et B, cylindrique, du rayon minimal R0, centré sur l'axe DC ; le repère H est tel que l'abscisse curviligne HA soit inférieure à la longueur de l'ouverture de l'oeillet 16 du ressort 10 ;
 - une zone de jonction 72, entre les repères B et C, à croissance rapide, notamment plane et faisant un angle α avec un plan radial, cet angle α étant notamment compris entre 0° et 45° ;
 - un deuxième secteur 73, entre les repères C, D, E, et H cylindrique, centré sur un axe D2 excentré par rapport à l'axe DC, cette excentration étant comprise entre R0/4 et R0/3, et ce deuxième secteur 73 étant sensiblement tangent avec le premier secteur 71 en H.

[0064] La variante de la figure 30 montre une première zone qui est décomposée entre d'une part un plat 71A, entre les repères A et A', et faisant un angle droit ou obtus en A avec la face d'appui 76 plane, de façon à permettre un fraisage combiné des surfaces 76 et 71A, et d'autre part le premier secteur 71 s'étendant entre les repères A' et B, cylindrique, du rayon minimal R0, centré sur l'axe DC, et dont la tangente en B forme un angle droit ou obtus avec la zone de jonction 72.

[0065] La variante de la figure 31 montre une première zone qui est décomposée entre d'une part un plat 71A, entre les repères A et A', et perpendiculaire en A à la face d'appui 76 plane, de façon à permettre un fraisage combiné des surfaces 76 et 71A, et d'autre part un second plat 71B s'étendant entre les repères A' et B, et faisant un angle droit ou obtus en B avec la zone de jonction 72 plane, de façon à permettre un fraisage com-

biné des surfaces 71B et 72.

Dans le cas des figures 31 et 32, la distance à l'axe DC des surfaces 71A et 71B est de préférence comprise entre les valeurs 0,8 R0 et R0.

[0066] Toutes les configurations exposées ci-dessus se prêtent à un arrêt du ressort 10 sur l'arbre 1 par un point de soudage, soudage laser (radial ou parallèle à l'axe), brasage, collage, ou similaire.

[0067] L'invention concerne encore un mécanisme d'horlogerie 1000 comportant au moins un tel élément moteur 100. Ce mécanisme 1000 est un barillet 200, ou un mouvement 300 incorporant au moins un barillet 200, ou une pièce d'horlogerie 400 incorporant au moins un mouvement 300 incorporant au moins un barillet 200.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie, comportant au moins d'une part un ressort de barillet (10) en bande spiralée d'un type déterminé comportant une première spire interne (11) avec une première largeur (LI) et une première épaisseur (EI) définies et ladite première spire interne (11) comportant, pour son maintien sur un arbre de barillet (1), au niveau d'une extrémité interne (12), des moyens de maintien ou d'accrochage (13) de profil (14) défini, ledit élément moteur (10) comportant d'autre part un arbre (1) de barillet, **caractérisé en ce que**, pour la réalisation dudit arbre (1), dans une première opération de tréfilage on tréfile une barre de façon à réaliser, autour d'un axe parallèle à la direction de tréfilage, un profil en escargot (30) évolutif entre un plus petit rayon (R1) et un plus grand rayon (R2), avec un ressaut (60) entre les points de dits plus grand rayon (R2) et plus petit rayon (R1), ledit profil en escargot (30) comportant un secteur d'appui (2) pour ladite spire interne (11), **et en ce que**, dans une deuxième opération de reprise d'usinage ou de décolletage de ladite barre tréfilée autour d'un axe de reprise (DC) parallèle à la direction de tréfilage on usine ou on tourne le contour externe complet dudit arbre (1) comportant au moins une portée cylindrique (5 ; 6) de guidage en pivotement dudit arbre (1), ledit ressaut (60) servant, ou bien de moyens de butée pour lesdits moyens de maintien ou d'accrochage (13) dudit ressort (10) quand ledit ressaut (60) est utilisé brut de tréfilage, ou bien de moyens de butée ou d'accrochage complémentaire (3) pour lesdits moyens de maintien ou d'accrochage (13) dudit ressort (10) quand ledit ressaut (60) est réusiné lors de ladite deuxième opération de reprise d'usinage ou de décolletage, **et en ce que**, dans ladite deuxième opération de reprise, on usine une gorge (44), de révolution autour d'un axe de reprise (DC) parallèle à la direction de tréfilage et de largeur ajustée selon la direction dudit axe de reprise (DC), pour le maintien en position, selon

la direction dudit axe de reprise (DC), de ladite spire interne (11) dudit ressort (10), en au moins un point de sa révolution, ladite gorge (44) étant sécante avec ledit ressaut (60), entre ses surfaces de plus petit rayon (R1) et de plus grand rayon (R2), et ladite gorge (44) étant sensiblement tangente audit profil en escargot (30) en une zone sensiblement diamétralement opposée audit ressaut (60) par rapport audit axe de reprise (DC) de révolution de ladite gorge (44).

2. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'on** réalise ledit ressaut (60) avec un écart entre ledit plus petit rayon (R1) et ledit plus grand rayon (R2), qui est supérieur ou égal à ladite épaisseur (EI) dudit ressort (10),

3. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'on** réalise lesdits moyens de maintien ou d'accrochage (13) dudit ressort (10) avec un profil en té à l'extrémité interne (12) de ladite première spire interne (11), comportant une barre transversale (18) attachée par une âme (19) de largeur réduite (LL) au corps de dite première largeur (LI) dudit ressort (10), et qu'on choisit pour largeur de ladite gorge (44) une largeur supérieure ou égale à celle de ladite largeur réduite (LL) de ladite âme (19).

4. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'on** réalise lesdits moyens de maintien ou d'accrochage (13) dudit ressort (10) avec un profil en queue d'aronde dont la partie la plus large est de largeur supérieure à celle de ladite gorge (44), et dont la partie la plus étroite est agencée pour être immobilisée en appui sur ledit ressaut (60) à l'entrée de ladite gorge (44).

5. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**, après usinage de ladite gorge (44), on met en appui lesdits moyens de maintien ou d'accrochage (13) dudit ressort (10) sur ledit ressaut (60) ou sur lesdits moyens de butée ou d'accrochage complémentaire (3) usinés à partir dudit ressaut (60), et que on immobilise maintenue de façon irréversible, en au moins un point, ledit ressort (10) dans ladite gorge (44), par soudage, ou/et brasage, ou/et martelage dudit arbre (1) ou/et dudit ressort (10).

6. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'on** réalise lesdits moyens de maintien ou d'accrochage (13) dudit ressort (10) avec au moins un bossage (15) au

niveau de ladite première spire interne (11), réalisé par déformation permanente locale dudit ressort (10).

7. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**on réalise lesdits moyens de maintien ou d'accrochage (13) dudit ressort (10) avec au moins une patte (16A) au niveau de ladite première spire interne (11), réalisée par étampage dudit ressort (10). 5
8. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**on réalise lesdits moyens de maintien ou d'accrochage (13) dudit ressort (10) sous forme d'un arrêt d'entraînement (17) par un repli ou/et un roulage dudit ressort (10) vers ledit axe de reprise (DC) à sa dite extrémité interne (12). 10
9. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**on réalise ledit ressort (10) avec un oeillet (16) au niveau de l'extrémité interne (12) de ladite première spire interne (11), et **caractérisé en ce qu'**on réusine ledit ressort (60) sous forme d'un crochet (34) conjugué à un logement (35) et de profil correspondant à celui dudit oeillet (16). 15
10. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit profil en escargot (30) comporte deux méplats (36, 37) sensiblement diamétralement opposés par rapport audit axe de reprise (DC), et **en ce qu'**on soude ou/et brase ledit ressort (10) sur ledit arbre (1) de façon irréversible au niveau d'au moins deux points (51, 52) au niveau desdits méplats (36, 37). 20
11. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit profil en escargot (30) comporte au moins deux méplats (36, 37) pour l'entraînement dudit arbre (1) par un rochet. 25
12. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**on confère une rugosité superficielle, supérieure à 12 micromètres Ra, à au moins une partie dudit secteur d'appui (2) dudit ressort (10), sous la forme d'une cannelure réalisée lors de ladite opération de tréfilage. 30
13. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie selon l'une des revendica- 35

tions précédentes, **caractérisé en ce qu'**on confère une rugosité superficielle, supérieure à 12 micromètres Ra, à au moins une partie dudit secteur d'appui (2) dudit ressort (10), sous la forme d'un moletage réalisé lors de ladite opération de reprise d'usinage.

14. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**on lamine au préalable ledit ressort (10) de façon différentielle, et **en ce que** ladite épaisseur (EI) de ladite première spire interne (11) dudit ressort (10) est inférieure à l'épaisseur (ES) des spires suivantes dudit ressort (10) lesquelles sont de section constante ou progressive en s'éloignant de ladite première spire interne (11). 40
15. Procédé de fabrication d'un élément moteur (100) de barillet d'horlogerie selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**on confère à au moins ladite extrémité interne (12) de ladite première spire interne (11) dudit ressort (10), sur sa face interne destinée à venir en appui sur un secteur d'appui (2) dudit arbre (1), une rugosité supérieure à 12 micromètres Ra. 45

Fig. 1

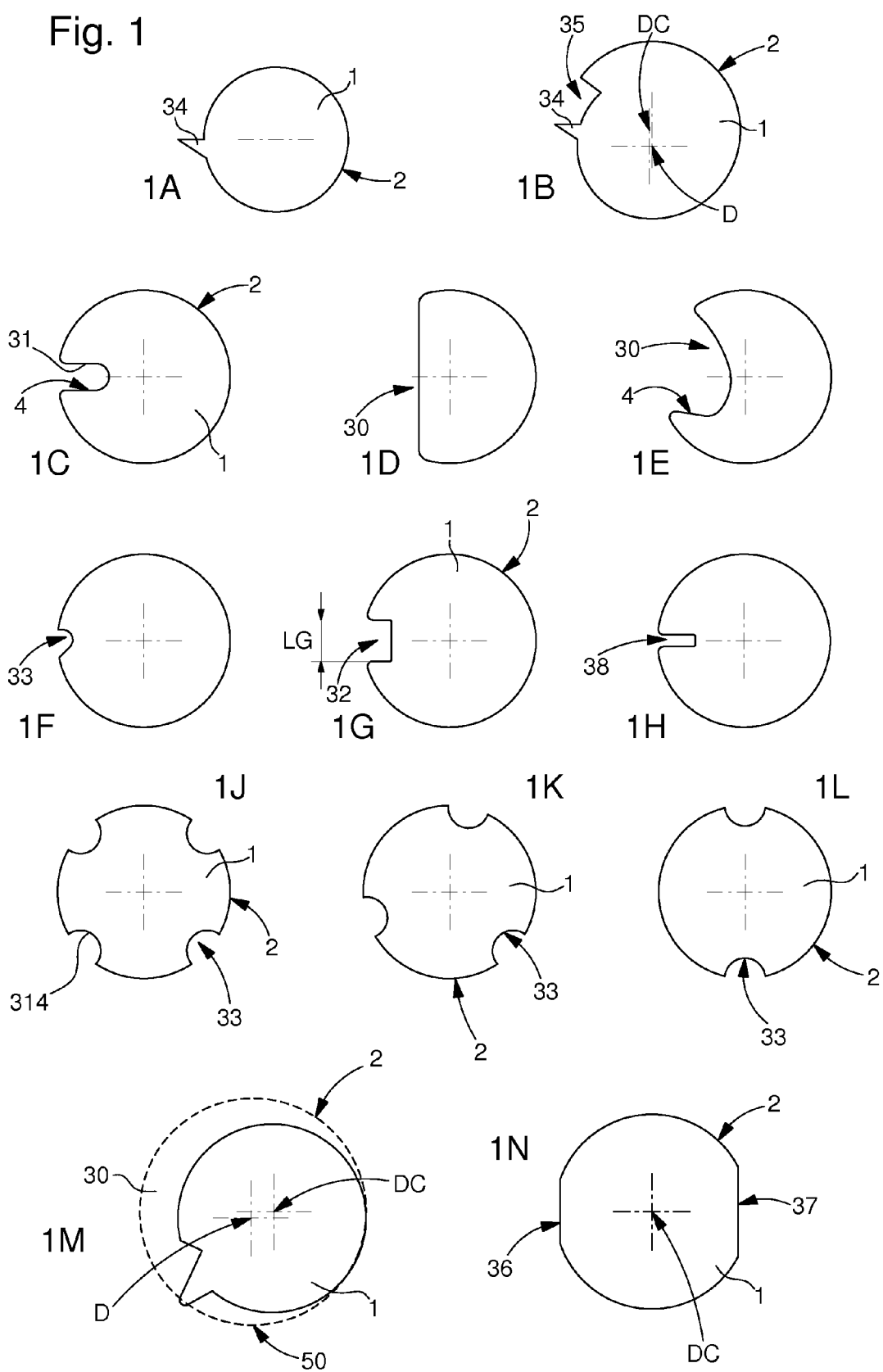


Fig. 2A

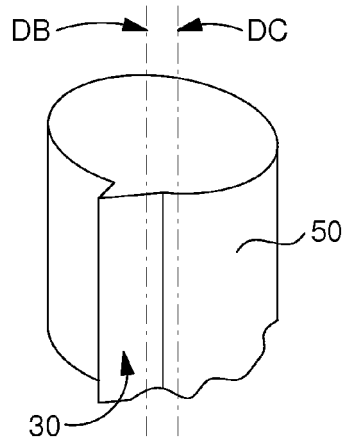


Fig. 2B

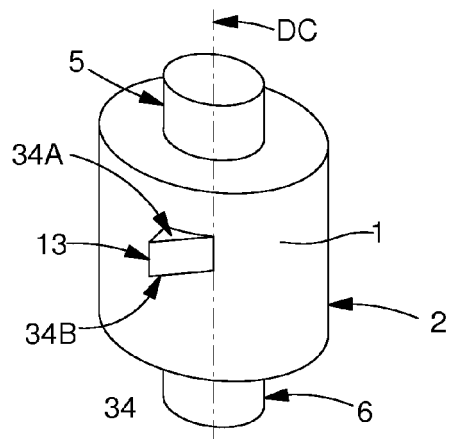


Fig. 3A

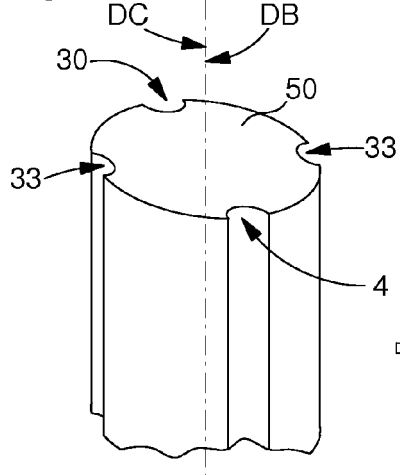


Fig. 3B

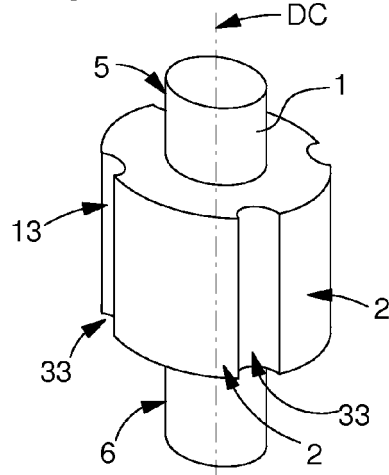


Fig. 4A

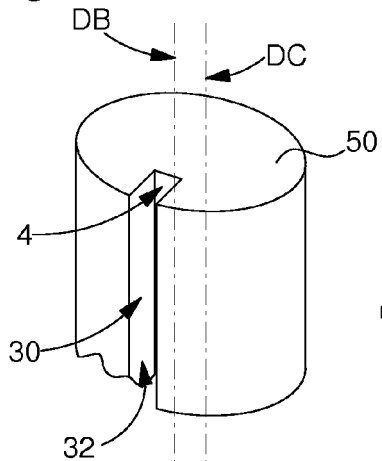


Fig. 4B

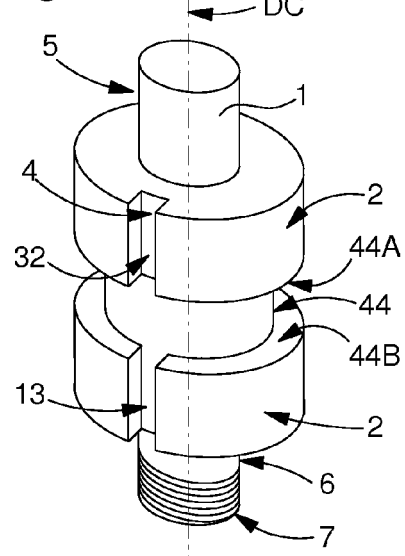


Fig. 6

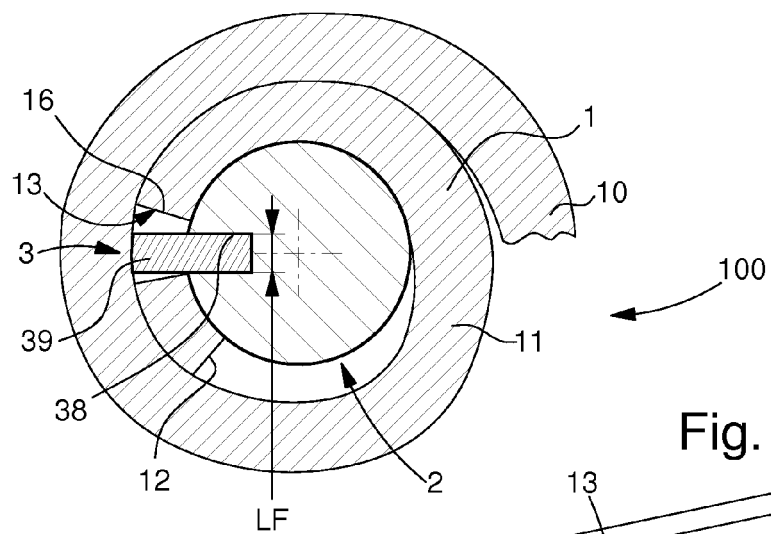


Fig. 7A

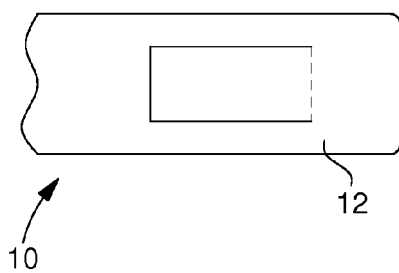


Fig. 7B

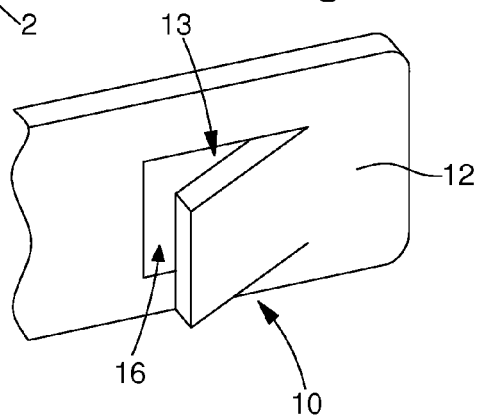


Fig. 5B

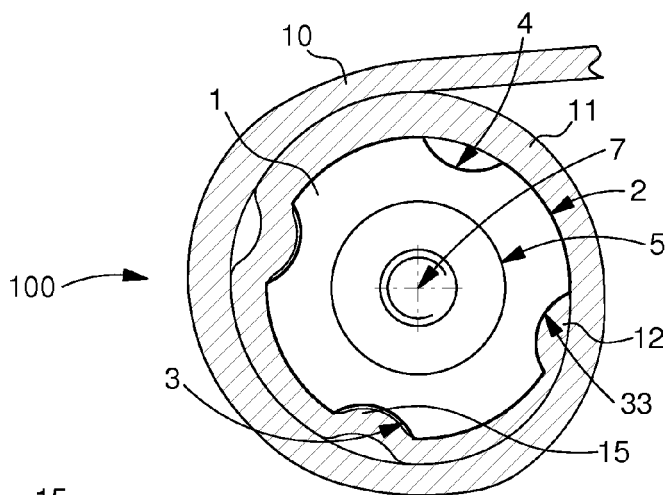


Fig. 5A

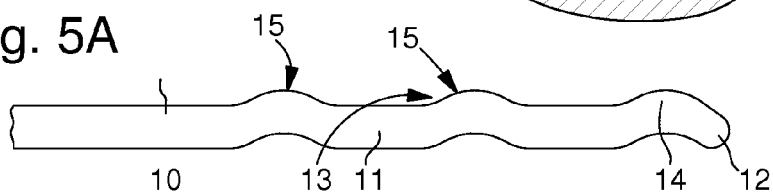


Fig. 8A

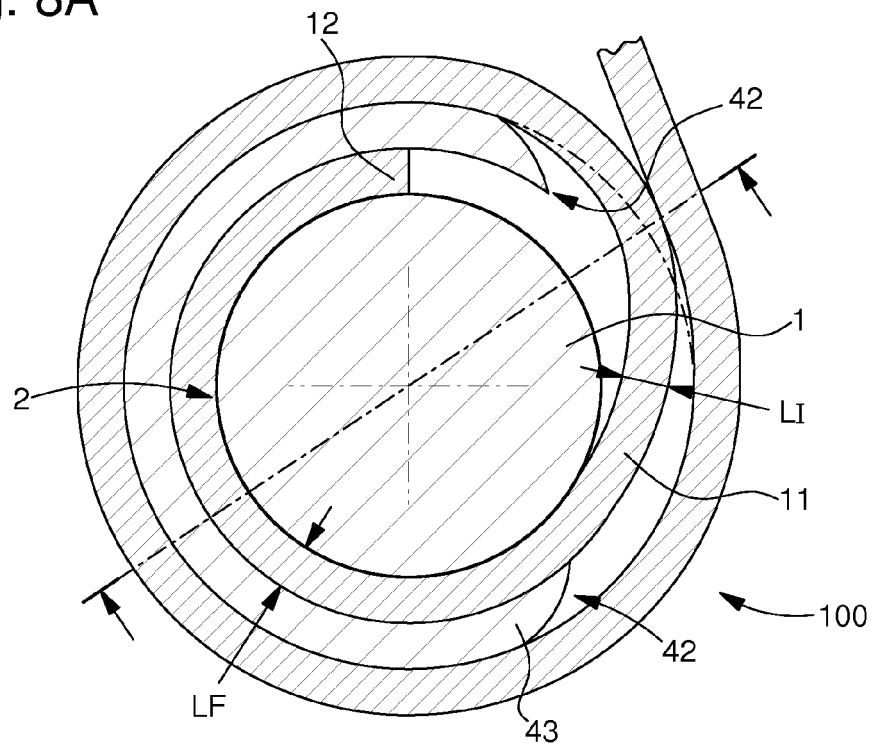
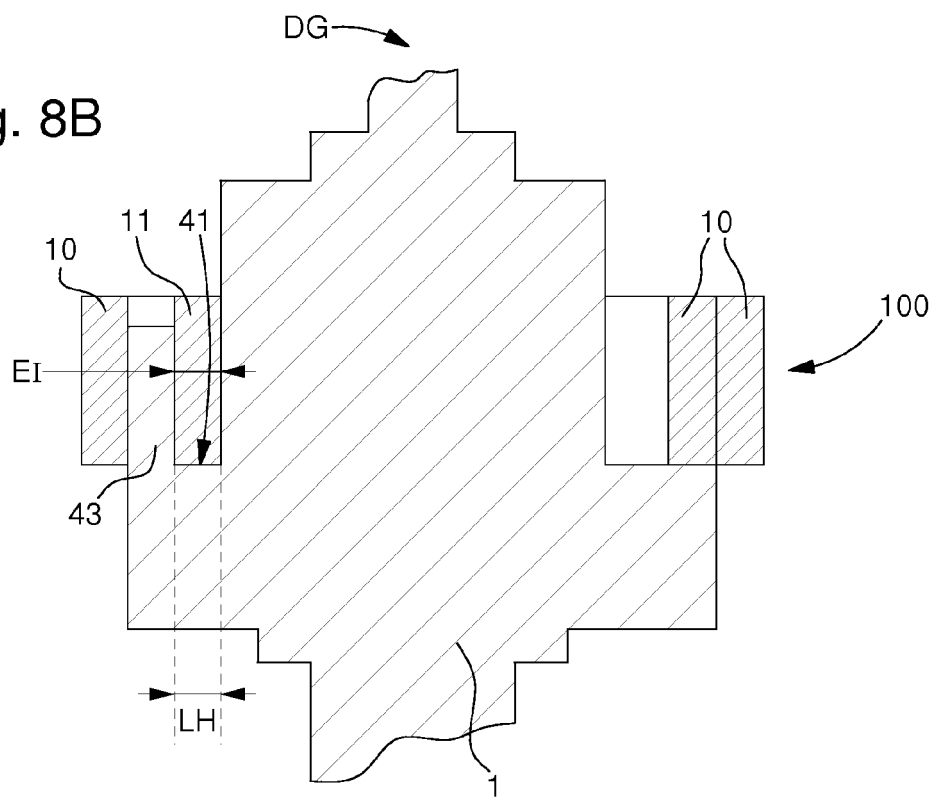


Fig. 8B



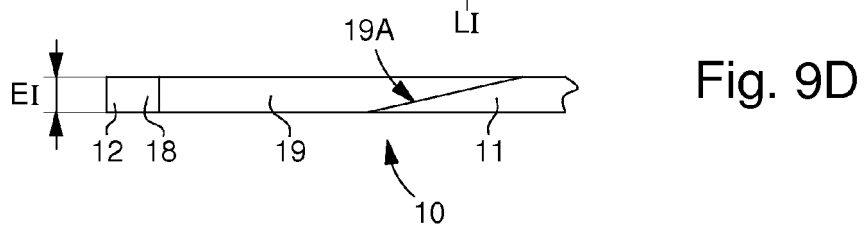
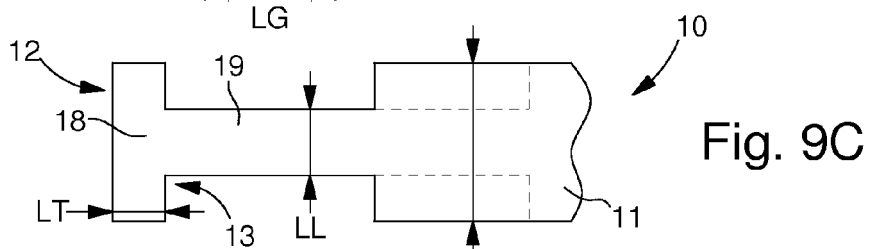
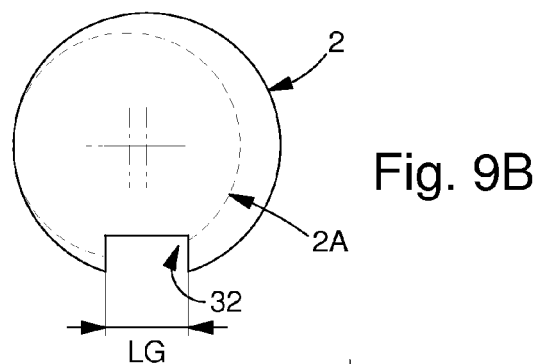
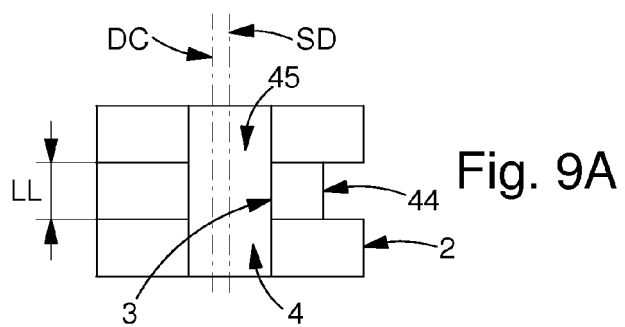
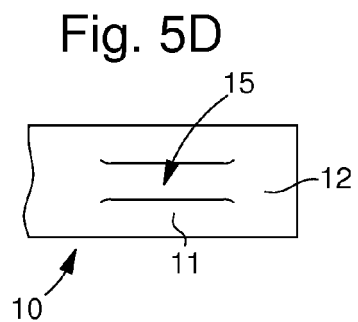
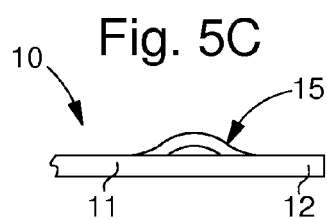
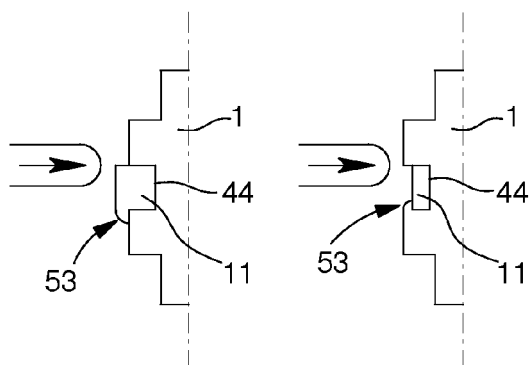


Fig. 16C

Fig. 16D



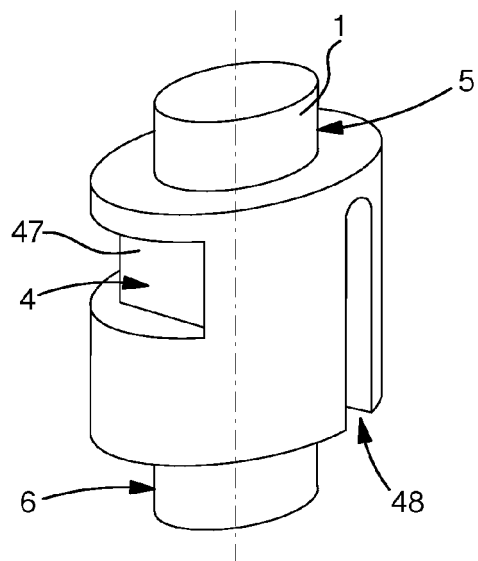


Fig. 11A

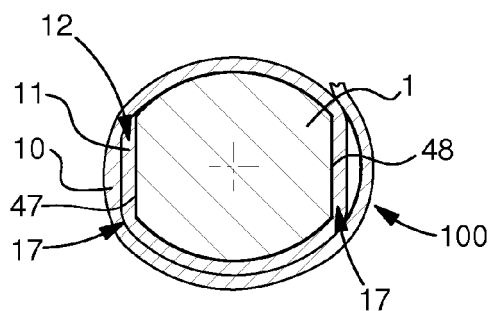


Fig. 11B

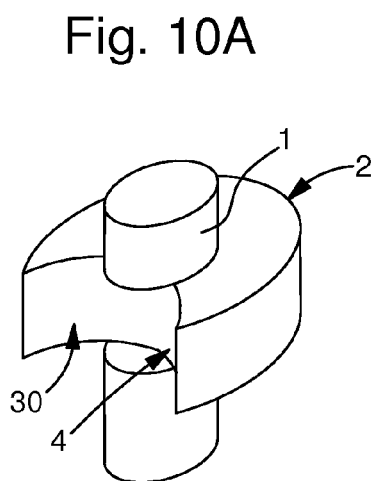


Fig. 10A

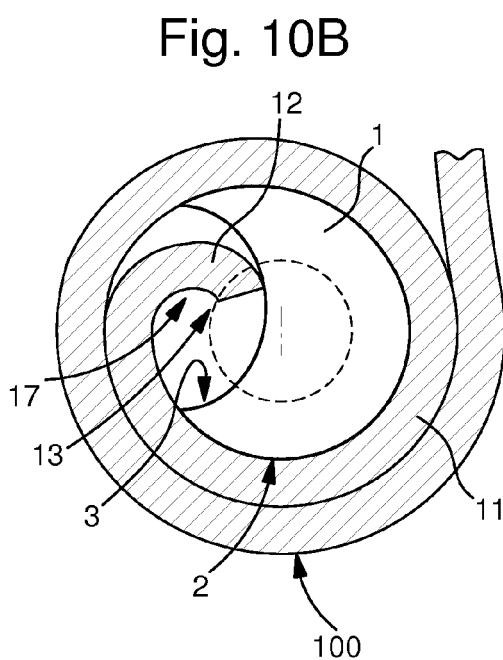


Fig. 10B

Fig. 12

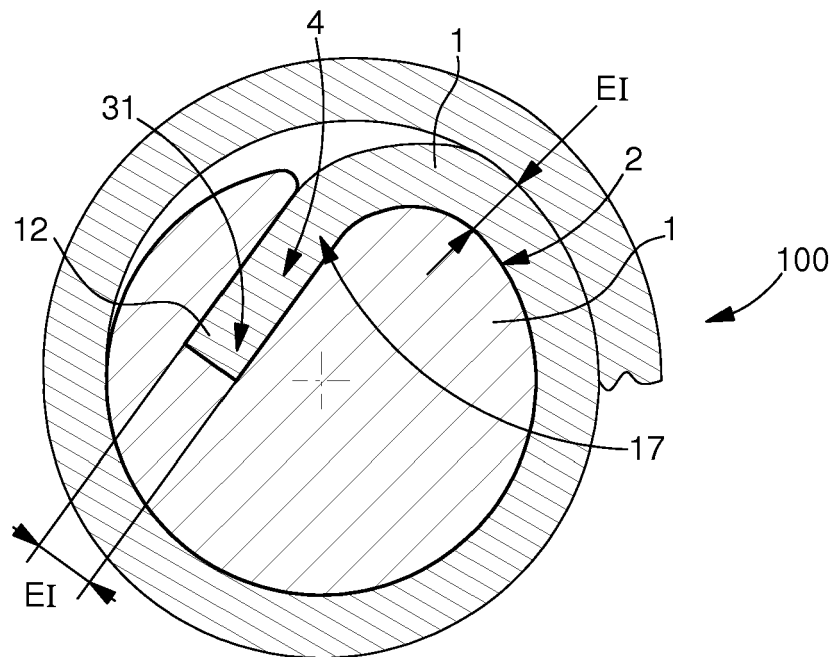


Fig. 13

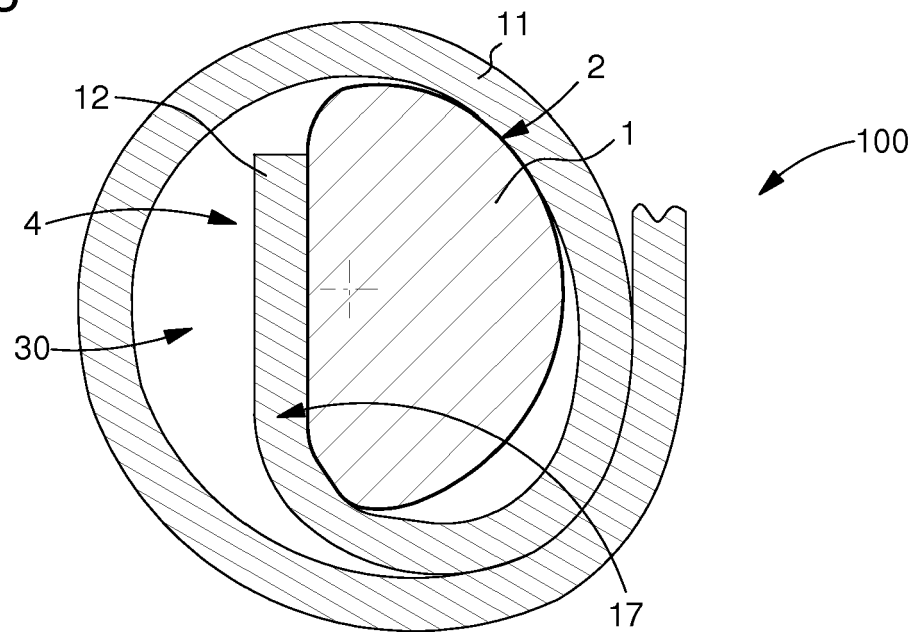


Fig. 14

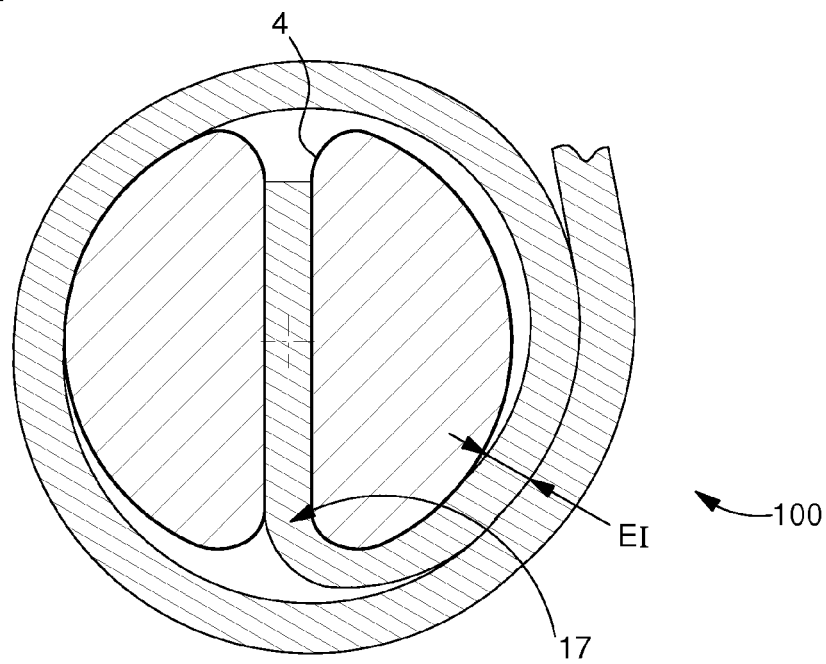


Fig. 15

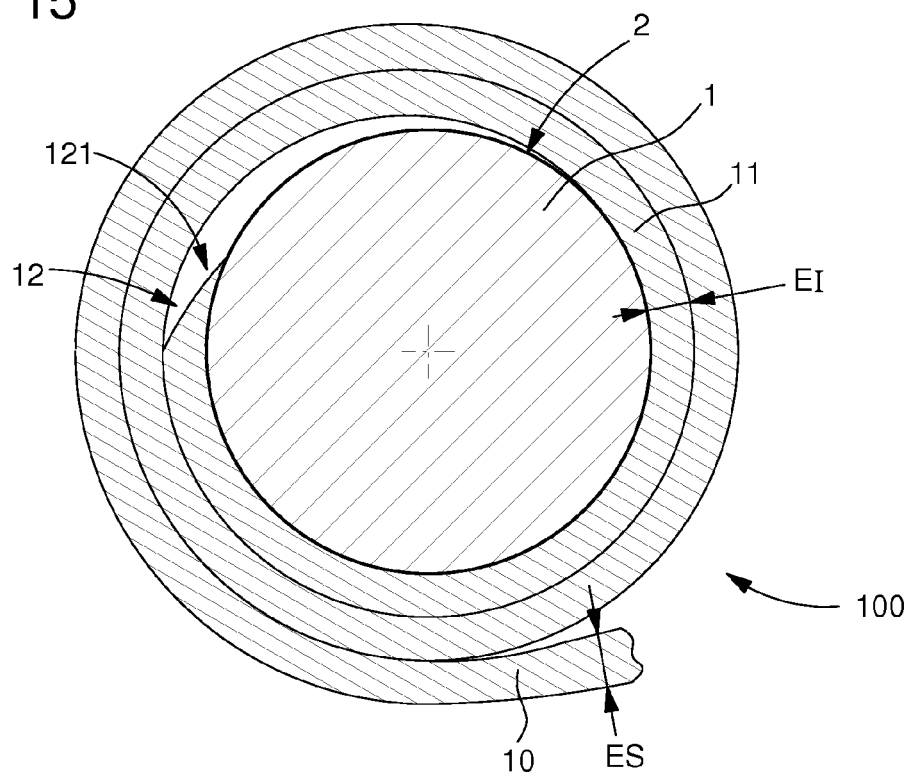


Fig. 16A

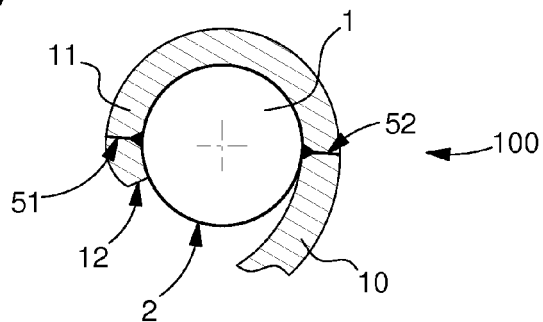


Fig. 16B

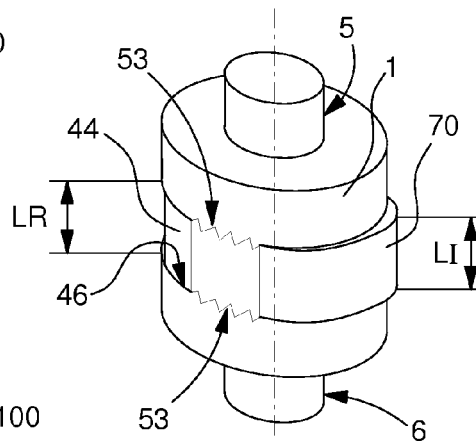


Fig. 17A

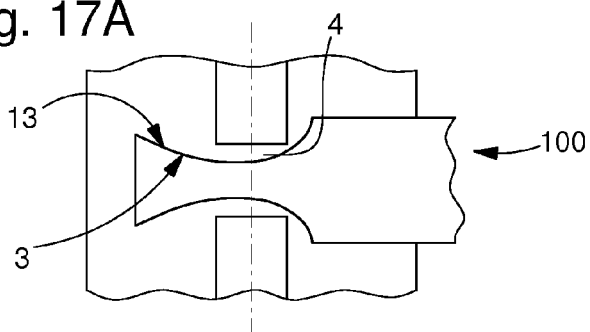


Fig. 17B

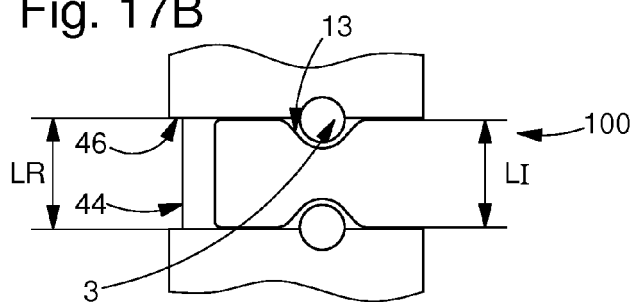


Fig. 18

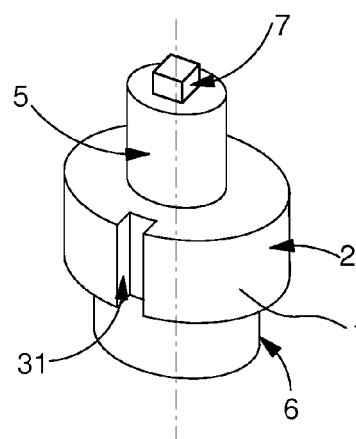


Fig. 19

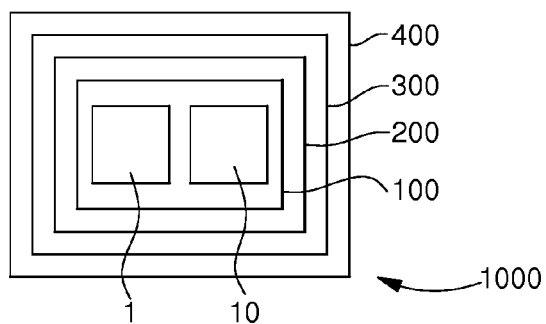


Fig. 20

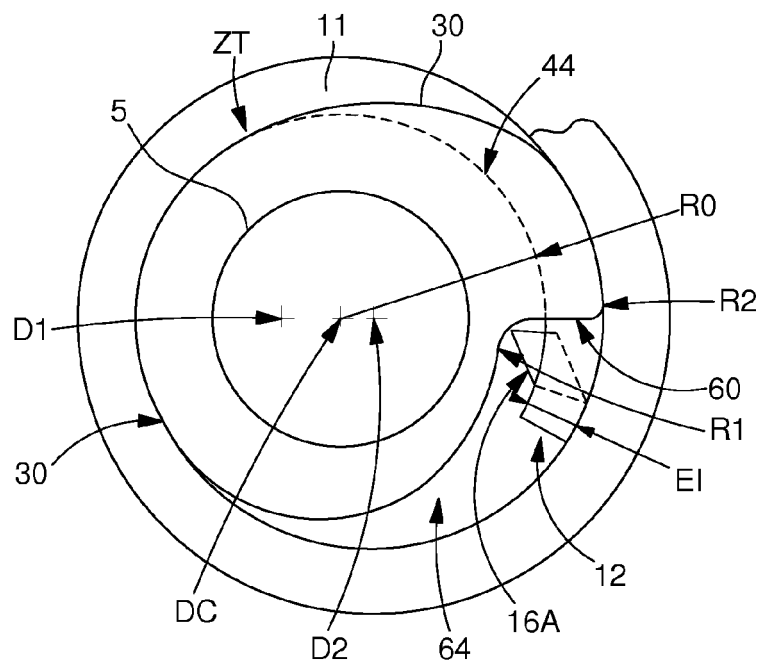


Fig. 21

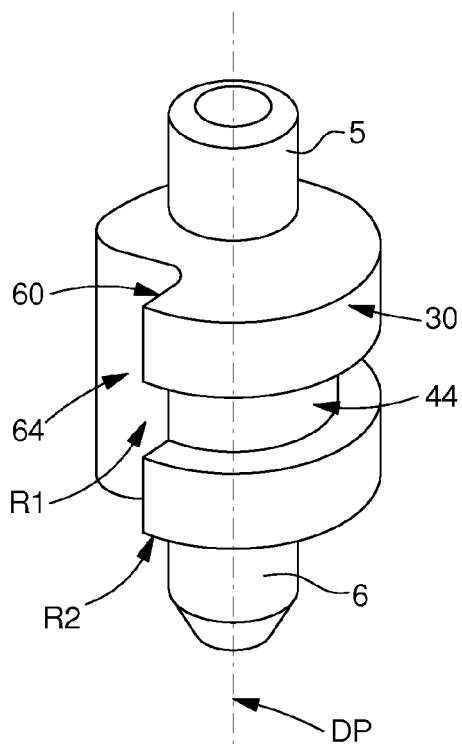


Fig. 22

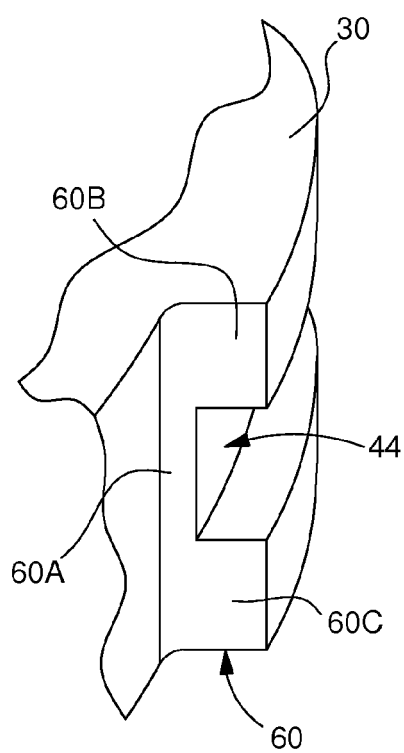


Fig. 23

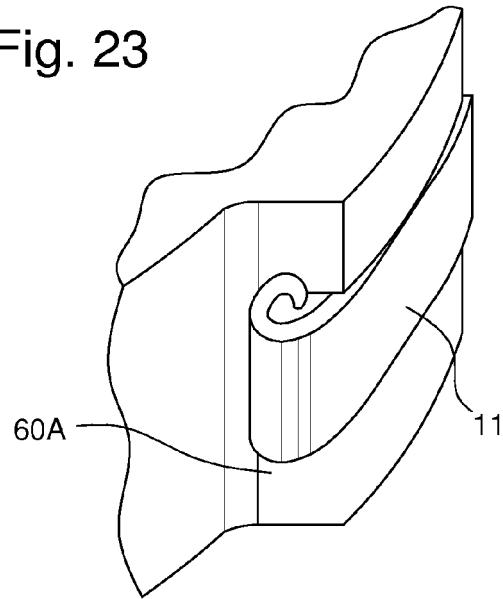


Fig. 24

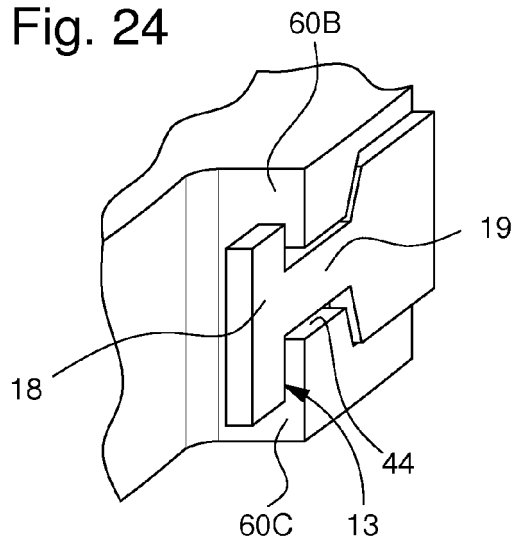


Fig. 25

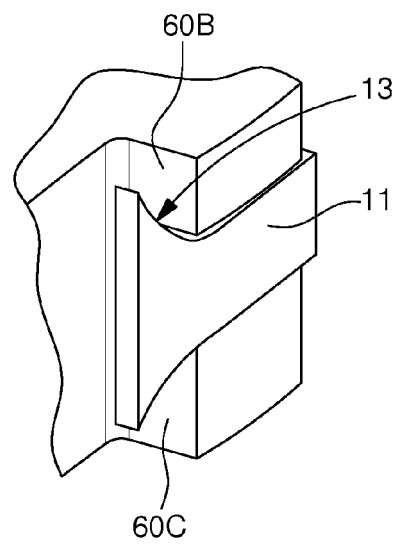


Fig. 26

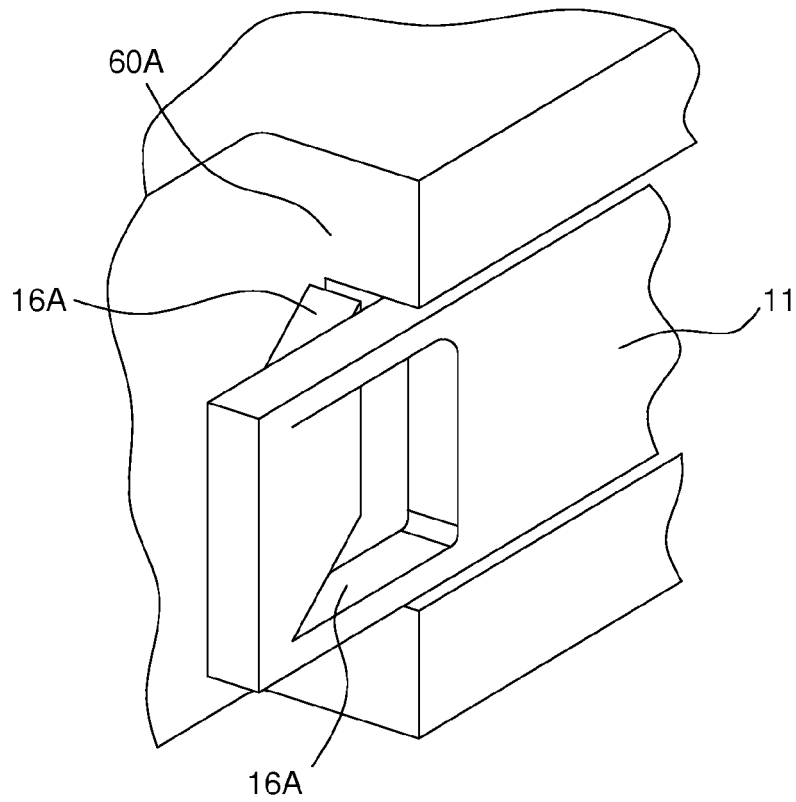
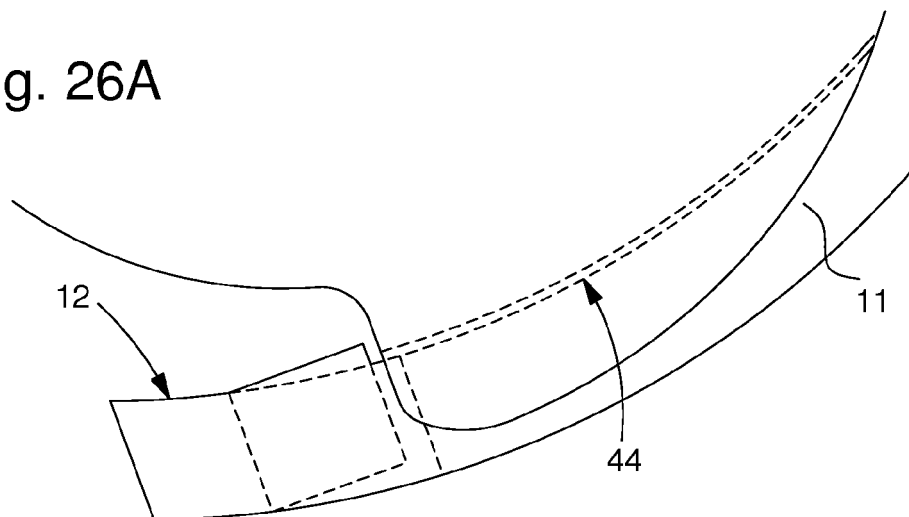


Fig. 26A



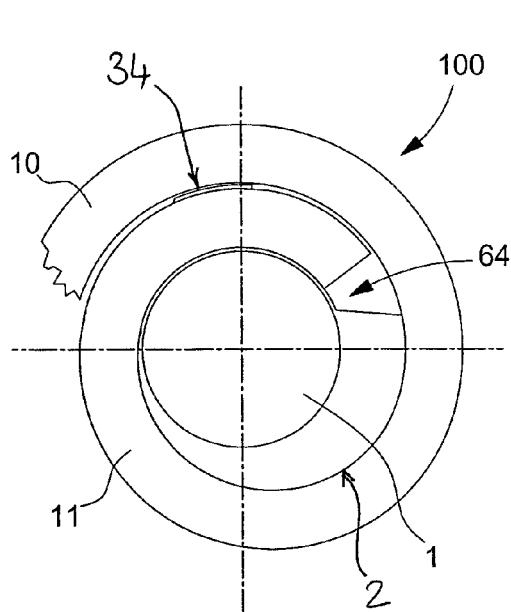


Fig. 27

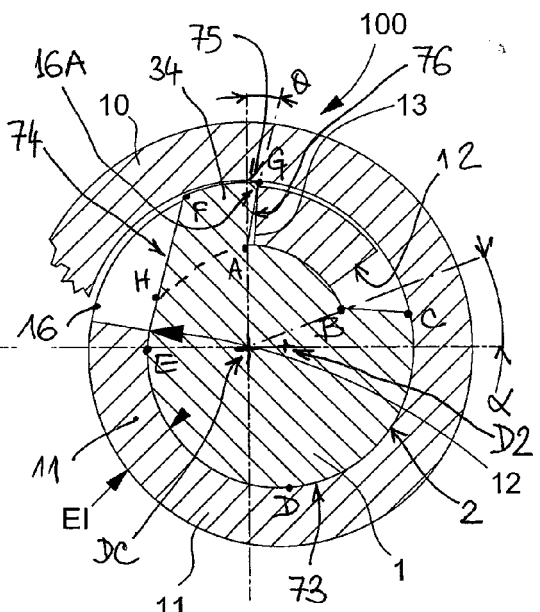


Fig. 28

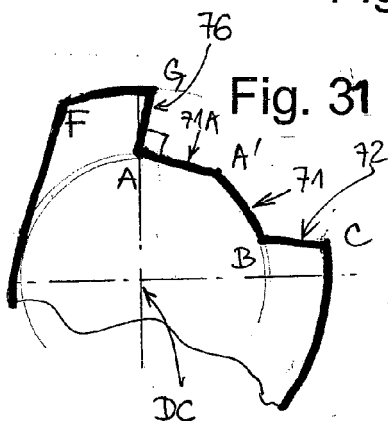


Fig. 31

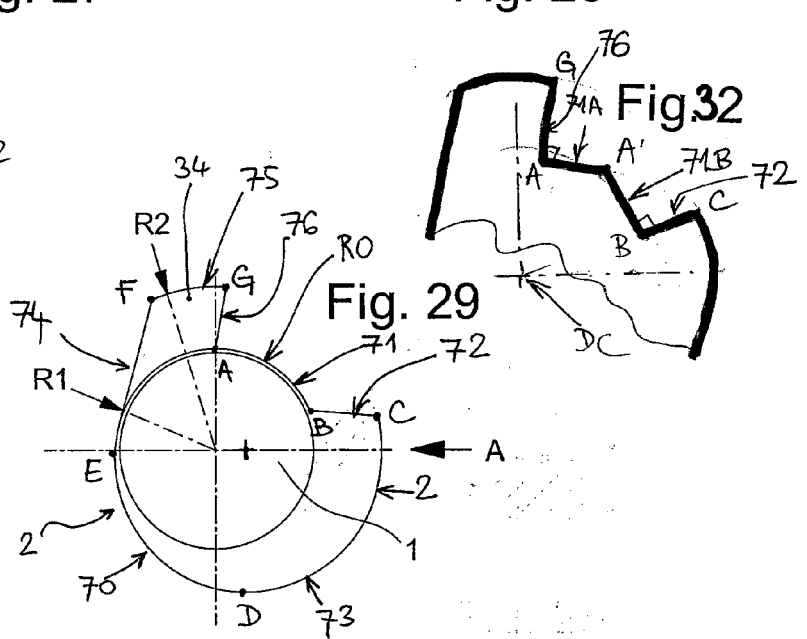


Fig. 29

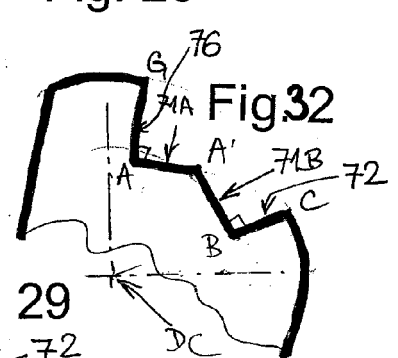


Fig. 32

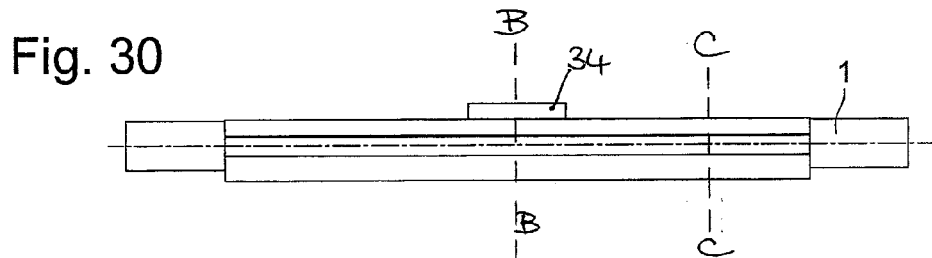


Fig. 30

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 3846974 A [0006]
- US 820252 A [0006]