

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **717 161 A2**

(51) Int. Cl.: **G04B** 11/00 (2006.01)
G04F 7/08 (2006.01)
F16F 1/32 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

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

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00203/20

(22) Date de dépôt: 21.02.2020

(43) Demande publiée: 31.08.2021

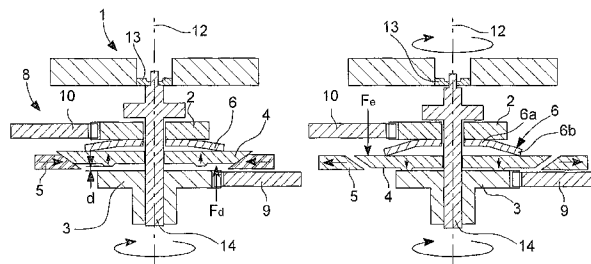
(71) Requérant:
Montres Breguet S.A., Place de la Tour 23
1344 L'Abbaye (CH)

(72) Inventeur(s):
Marc Stranczl, 1260 Nyon (CH)
Deirdré Lenoir, 1030 Bussigny (CH)
Polychronis Nakis Karapatis, 1324 Premier (CH)

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

(54) **Dispositif d'embrayage vertical pour pièce d'horlogerie.**

(57) La présente invention concerne un dispositif d'embrayage vertical (1) pour une pièce d'horlogerie, comprenant le long d'un axe vertical (12) une première roue (3) montée rotative autour dudit axe vertical (12), un disque d'embrayage (4), un ressort (6) et une seconde roue (2) montée rotative autour dudit axe vertical (12), ledit dispositif d'embrayage vertical (1) pouvant adopter une position embrayée où la seconde roue (2) est entraînée en rotation par la première roue (3) sous l'action du ressort (6) exerçant une force verticale F_e pour plaquer le disque d'embrayage (4) contre la première roue (3) et une position débrayée où le disque d'embrayage (4) est soumis contre l'action du ressort (6) à une force verticale F_d l'écartant de la première roue (3) de manière que la seconde roue (2) ne soit pas entraînée en rotation par la première roue (3), ledit dispositif d'embrayage vertical (1) étant caractérisé en ce que le ressort (6) est réalisé dans un alliage à mémoire de forme.



Description

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne un dispositif d'embrayage vertical pour une pièce d'horlogerie, plus particulièrement pour un chronographe.

Arrière-plan de l'invention

[0002] Des dispositifs de débrayage sont utilisés dans le domaine de l'horlogerie et en particulier pour les chronographes. Dans un chronographe, la roue de chronographe qui porte l'aiguille de chronographe est reliée à la roue de secondes par l'intermédiaire d'un embrayage. L'embrayage peut occuper une position embrayée, correspondant à la position de marche du chronographe, où la roue de chronographe est entraînée par la roue de secondes, et une position débrayée, correspondant à la position d'arrêt du chronographe, où la roue de chronographe n'est pas entraînée par la roue de secondes. Le fonctionnement d'un dispositif d'embrayage vertical 1 au sein d'un mécanisme de chronographe 8 partiellement représenté, est illustré aux figures 1a et 1b pour respectivement la position débrayée et la position embrayée. Le dispositif d'embrayage comprend généralement sur un même axe une première roue 3, une seconde roue 2 et un disque d'embrayage 4. La première roue 3 est l'élément moteur qui tourne en permanence et qui est en prise avec la roue de secondes 9. La seconde roue 2 est en prise avec la roue de chronographe 10. Le disque d'embrayage 4 coopère avec une paire de pinces 5 dont l'ouverture et la fermeture est commandée par une roue à colonnes (non représentée). La fermeture des pinces 5 vient soulever le disque d'embrayage 4 contre l'action d'un ressort 6 comme schématisé à la figure 1a. Dans cette position débrayée, le disque d'embrayage 4 n'est pas en contact avec la première roue 3 avec pour corollaire que la seconde roue 2 n'est pas entraînée. Lors de l'ouverture des pinces 5, le disque d'embrayage 4 vient se plaquer contre la première roue 3 sous l'action du ressort 6 (fig. 1b). Dans cette position embrayée, la première roue 3 entraîne la seconde roue 2 par friction. Afin que la friction soit suffisante, la force embrayée F_e doit être importante, c.à.d. qu'une précontrainte importante doit être appliquée sur le ressort.

[0003] Selon l'art antérieur, les ressorts sont réalisés dans des matériaux standards tels que l'acier qui présentent un comportement élastique sur quelques dixièmes de pourcent avant d'entrer dans le domaine plastique. En fonctionnement, le ressort doit travailler dans son domaine élastique pour éviter toute déformation irréversible. Dans ce domaine élastique, le ressort a un comportement linéaire avec une force de rappel proportionnelle au déplacement. La figure 2 représente typiquement la courbe force-déplacement dans le domaine élastique. La force embrayée (F_e) est fixée par la précontrainte appliquée (déplacement p) sur le ressort et la force débrayée (F_d) est fixée par le déplacement (d) requis pour écarter le disque d'embrayage de la première roue. En pratique, le ressort travaille à la limite de ses capacités élastiques car il est soumis à une précontrainte importante avec un risque de déformation plastique lors du déplacement au débrayage. Outre le risque d'induire une déformation irréversible du ressort, ces grandes déformations provoquent une fatigue prématurée du ressort. Par ailleurs, le comportement du ressort étant linéaire dans le domaine élastique, toute augmentation de la force embrayée entraîne une augmentation de la force débrayée qui va devoir être fournie par les pinces.

[0004] Dans l'exemple illustré, partant d'une force embrayée F_e suffisante pour que l'embrayage ne patine pas, à savoir 0.67 N dans l'exemple, l'éloignement du disque d'embrayage de la première roue d'une distance d , égale à 0.1 mm dans l'exemple, nécessite une force F_d importante de 1.5 N pour contrer la force de rappel du ressort. Typiquement, la force débrayée F_d est ainsi plus de deux fois supérieure à la force embrayée F_e .

Résumé de l'invention

[0005] L'objet de la présente invention est de proposer un dispositif d'embrayage fournissant une force embrayée maximisée pour une force débrayée qui, quant à elle, est minimisée. En d'autres mots, l'objet de l'invention est de réduire le rapport entre la force débrayée et la force embrayée.

[0006] A cet effet, la présente invention propose un dispositif d'embrayage comprenant un ressort réalisé dans un alliage à mémoire de forme utilisé à température ambiante pour ses propriétés de superélasticité. Le ressort réalisé dans un alliage à mémoire de forme a un comportement non linéaire dans le domaine élastique avec une contrainte qui plafonne à une valeur quasi constante sur une large plage de déformation. Ces propriétés de superélasticité et ce comportement non linéaire permettent d'ajuster aisément la force débrayée et la force embrayée en fonction des conditions de fonctionnement requises. Ainsi, une précontrainte importante peut être appliquée sur le ressort sans risque d'entrer dans le domaine plastique lors du débrayage du mécanisme. En corollaire, le ressort n'est plus sollicité à la limite de ses capacités élastiques contrairement au ressort de l'art antérieur, ce qui permet d'éviter une fatigue prématurée du ressort en utilisation. Par ailleurs, la force débrayée peut être minimisée en sollicitant le ressort dans le domaine où la contrainte, donc la force, plafonne à une valeur quasi constante.

[0007] Selon l'invention, le ressort peut être dimensionné pour augmenter la force embrayée tout en maintenant une force débrayée équivalente ou inversement être dimensionné pour réduire la force débrayée tout en maintenant une force embrayée équivalente. Avantageusement, le rapport entre la force débrayée et la force embrayée est compris entre 1.1 et 2.

Brève description des figures

[0008] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés.

Les figures 1a et 1b illustrent schématiquement le fonctionnement d'un dispositif d'embrayage avec ce dernier en position débrayée à la figure 1a et en position embrayée à la figure 1b. Ces figures se rapportent à l'art antérieur mais elles sont également d'application pour un dispositif d'embrayage selon l'invention.

La figure 2 représente la courbe force-déplacement pour un alliage standard utilisé dans un dispositif d'embrayage selon l'art antérieur.

La figure 3 représente la courbe de traction (contrainte-déformation) typique d'un alliage à mémoire de forme.

La figure 4 représente la courbe de traction d'un alliage à mémoire de forme en Ni-Ti utilisé dans le dispositif d'embrayage selon l'invention.

La figure 5a représente la géométrie du ressort, selon une variante de l'invention, utilisé dans le dispositif d'embrayage selon l'invention. La figure 5b représente à l'aide d'une vue en plan les dimensions respectives de la seconde roue, de la douille de l'axe du chronographe et du ressort.

La figure 6 représente la courbe force-déplacement pour le ressort ayant les propriétés mécaniques de la figure 4 et la géométrie des figures 5a et 5b.

La figure 7 représente une montre munie d'un mécanisme de chronographe selon l'invention.

Description de l'invention

[0009] L'invention concerne un dispositif d'embrayage comprenant un ressort réalisé dans un alliage à mémoire de forme. Elle se rapporte plus spécifiquement à un dispositif d'embrayage destiné à équiper un mécanisme de chronographe 8 d'une pièce d'horlogerie 11 (fig.7).

[0010] Selon l'invention, les propriétés de superélasticité de l'alliage à mémoire de forme sont mises à profit pour réduire l'écart entre la force embrayée et la force débrayée. La figure 3 illustre le comportement superélastique d'un alliage à mémoire de forme qui présente à température ambiante une structure austénitique qui se transforme en martensite sous l'application d'une contrainte σ , ce qui permet de déformer le matériau de façon réversible de plusieurs pourcents. La courbe de traction présente d'abord un comportement linéaire élastique jusqu'à une contrainte critique où la transformation martensitique induit un comportement superélastique avec une déformation croissante sous une contrainte quasi constante. C'est le plateau qu'on observe sur la figure 3. Dès que la contrainte est relâchée, la transformation inverse de la martensite vers l'austénite s'opère et l'alliage reprend sa dimension première. Ainsi, un ressort réalisé dans ce matériau permet d'obtenir une contrainte, et donc une force, en fonction du déplacement qui n'est pas proportionnelle mais plafonne à une certaine valeur sur le plateau de la courbe contrairement à un matériau conventionnel tel que l'acier.

[0011] Préférentiellement, l'alliage à mémoire de forme selon l'invention est un alliage à base de cuivre ou un alliage à base de nickel et de titane. L'alliage à base de cuivre est un des alliages ayant la composition suivante en poids avec une teneur en impuretés éventuelles inférieure ou égale à 0.5%:

- Cu entre 64.5 et 85%, Zn entre 9.5 et 25% et Al entre 4.5 et 10%,
- Cu entre 79.5 et 84%, Al entre 12.5 et 14% et Ni entre 2.5 et 6%,
- Cu entre 87 et 88%, Al entre 11 et 12% et Be entre 0.3 et 0.7%.

[0012] L'alliage à base de nickel et de titane est constitué de nickel avec un pourcentage en poids compris entre 52.5 et 63%, de titane avec un pourcentage en poids compris entre 36.5 et 47% et d'impuretés éventuelles avec un pourcentage inférieur ou égal à 0.5%.

[0013] Cet alliage présente à température ambiante, en l'absence de contraintes, une microstructure austénitique.

[0014] Préférentiellement, le ressort 6 comporte une partie annulaire centrale 6a et plusieurs pattes 6b partant de ladite partie annulaire centrale 6a comme illustré à la figure 5a. Par exemple, le nombre de pattes peut être de 3. Typiquement, l'épaisseur du ressort est comprise entre 0.05 et 0.4 mm. Préférentiellement, les pattes 6b sont inclinées par rapport au plan défini par la partie annulaire centrale 6a comme schématisé aux figures 1a et 1b. Selon le niveau de précontrainte appliqué sur les pattes en position embrayée (fig. 1b), ces dernières sont plus ou moins inclinées par rapport au plan de la partie annulaire.

[0015] Le ressort 6 est agencé au sein du dispositif d'embrayage 1 tel que précédemment décrit en référence aux figures 1a et 1b avec le disque d'embrayage 4, la première roue 3 et la seconde roue 2.

[0016] Partant de la courbe contrainte-déformation du matériau en alliage à mémoire de forme, le dimensionnement du ressort, à savoir le nombre de pattes, la longueur active de chaque patte et la section des pattes va définir la courbe

correspondante force-déplacement du ressort réalisé dans ce matériau tel que schématisé à la figure 6 pour la courbe en pointillés. En utilisation, le ressort est dimensionné pour travailler avec une force débrayée F_d qui se trouve sur le palier supérieur de l'hystérèse et avec une force embrayée F_e qui se trouve sur le palier inférieur de l'hystérèse. On précisera que la forme de l'hystérèse peut varier en fonction de la nuance choisie pour l'alliage à mémoire de forme. Ainsi, la force sur le palier supérieur et le palier inférieur peut être plus ou moins constante selon la nuance choisie.

[0017] Le ressort fonctionne dans un mode précontraint avec la déformation du ressort, et avantageusement des pattes du ressort, qui définit la force embrayée F_e sur le palier inférieur. La force embrayée peut ainsi être ajustée en fonction de la précontrainte appliquée sur le ressort. Le matériau étant superélastique, une précontrainte importante peut être appliquée sans risque de déformer plastiquement le ressort. En outre, la force débrayée F_d peut être ajustée en fonction du déplacement d minimum requis pour éviter tout contact entre le disque d'embrayage et la première roue.

[0018] Selon l'invention, le rapport entre la force débrayée et la force embrayée est minimisé et compris entre 1.1 et 2, de préférence entre 1.3 et 1.6. Exprimée en valeur absolue, la force verticale F_d est comprise entre 1 et 3 N et la force verticale F_e est comprise entre 0.5 et 2 N, avec F_d supérieur à F_e , pour un déplacement vertical d entre la position embrayée et la position débrayée compris entre 0.05 et 0.3 mm. Une autre manière de définir le comportement superélastique non linéaire du ressort en utilisation est de le caractériser en fonction de sa rigidité qui est non constante en cours de déformation. Ainsi, faisant référence à la figure 6, la pente de la droite reliant l'origine des axes X-Y au point (F_e, p) est supérieure à la pente de la droite reliant l'origine des axes X-Y au point $(F_d, p+d)$. En d'autres mots, l'angle α_2 est supérieur à l'angle α_1 .

[0019] Pour finir, la présente invention est illustrée à l'aide d'un exemple et des figures 4 à 6. La figure 4 représente les propriétés mécaniques de l'alliage à mémoire de forme à base de nickel et titane avec la composition précitée. La figure 6 représente la courbe force-déplacement correspondante pour un ressort réalisé dans cet alliage et ayant les dimensions rapportées à la figure 5a. Ce ressort a une épaisseur de 0.2 mm et comporte trois pattes avec une longueur de 0.85 mm pour une largeur de 0.06 mm. Après insertion entre la douille 7 de l'axe du chronographe et la seconde roue 2, la longueur active de chaque patte est d'environ 0.5 mm (fig.5b).

[0020] Pour être comparable aux conditions de fonctionnement de la figure 2, une force débrayée F_d de 1.5 N a été choisie avec une même course de débrayage d de 0.1 mm. Pour ces valeurs F_d et d , la force embrayée F_e a pu être maximisée à 1.05 N, correspondant à une distance de précontrainte p de 0.15 mm, comparé à 0.67 N pour un acier, ce qui permet de garantir que l'embrayage ne patine pas. Ainsi, on a pu avantageusement rehausser la force embrayée sans augmenter la force débrayée tout en conservant une même course de débrayage. En conséquence, le rapport force débrayée sur force embrayée s'élève à 1.4 comparé à 2.2 pour l'acier.

[0021] Avec un acier ayant un comportement linéaire selon la figure 2, augmenter la force embrayée jusqu'à 1.05 N aurait nécessité une précontrainte p importante sur le ressort avec pour corollaire une force débrayée nettement supérieure à 1.5 N, qui aurait mené à une déformation plastique du ressort.

[0022] Se référant à la courbe de la figure 6, il est également envisageable d'appliquer un déplacement de précontrainte p inférieur à 0.15 mm, ce qui pour un même déplacement d au débrayage, mène à une force de débrayage moins importante que 1.5 N.

Légende

[0023]

- (1) Dispositif d'embrayage vertical
- (2) Second mobile aussi appelé seconde roue
- (3) Premier mobile aussi appelé première roue
- (4) Disque d'embrayage
- (5) Pince
- (6) Ressort
 - a. Partie annulaire centrale
 - b. Patte
- (7) Douille de l'axe de chronographe
- (8) Mécanisme de chronographe
- (9) Roue de secondes
- (10) Roue de chronographe

(11) Montre ou pièce d'horlogerie

(12) Axe vertical

(13) Pierre

(14) Axe central

F_e : force embrayée

F_d : force débrayée

d : distance de débrayage

p : déplacement pour la précontrainte du ressort

Revendications

1. Dispositif d'embrayage vertical (1) pour une pièce d'horlogerie, comprenant le long d'un axe vertical (12) une première roue (3) montée rotative autour dudit axe vertical (12), un disque d'embrayage (4), un ressort (6) et une seconde roue (2) montée rotative autour dudit axe vertical (12), ledit dispositif d'embrayage vertical (1) pouvant adopter une position embrayée où la seconde roue (2) est entraînée en rotation par la première roue (3) sous l'action du ressort (6) exerçant une force verticale F_e pour plaquer le disque d'embrayage (4) contre la première roue (3) et une position débrayée où le disque d'embrayage (4) est soumis contre l'action du ressort (6) à une force verticale F_d l'écartant de la première roue (3) de manière que la seconde roue (2) ne soit pas entraînée en rotation par la première roue (3), ledit dispositif d'embrayage vertical (1) étant caractérisé en ce que le ressort (6) est réalisé dans un alliage à mémoire de forme.
2. Dispositif d'embrayage vertical (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'alliage à mémoire de forme est un alliage à base de cuivre ou un alliage à base de nickel et de titane.
3. Dispositif d'embrayage vertical (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'alliage à base de cuivre est un des alliages ayant la composition suivante en poids avec un pourcentage en impuretés éventuelles inférieur ou égal à 0.5% :
 - Cu entre 64.5 et 85%, Zn entre 9.5 et 25% et Al entre 4.5 et 10%,
 - Cu entre 79.5 et 84%, Al entre 12.5 et 14% et Ni entre 2.5 et 6%,
 - Cu entre 87 et 88%, Al entre 11 et 12% et Be entre 0.3 et 0.7%, pour un pourcentage total de 100%.
4. Dispositif d'embrayage vertical (1) selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il s'agit d'un alliage à base de nickel et de titane constitué en poids de nickel avec un pourcentage compris entre 52.5 et 63%, de titane avec un pourcentage compris entre 36.5 et 47% et d'impuretés éventuelles avec un pourcentage inférieur ou égal à 0.5%.
5. Dispositif d'embrayage vertical (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'alliage à mémoire de forme a une microstructure austénitique à température ambiante lui conférant des propriétés superélastiques à ladite température ambiante.
6. Dispositif d'embrayage vertical (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est dimensionné pour avoir en utilisation un rapport entre la force verticale F_d et la force verticale F_e compris entre 1.1 et 2.
7. Dispositif d'embrayage vertical (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est dimensionné pour avoir en utilisation un rapport entre la force verticale F_d et la force verticale F_e compris entre 1.3 et 1.6.
8. Dispositif d'embrayage vertical (1) selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que la force verticale F_d est comprise entre 1 et 3 N et en ce que la force verticale F_e est comprise entre 0.5 et 2 N pour un déplacement vertical d entre la position embrayée et la position débrayée compris entre 0.05 et 0.3 mm, ladite force verticale F_d étant supérieure à ladite force verticale F_e .
9. Dispositif d'embrayage vertical (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le ressort (6) comporte une partie annulaire centrale (6a) et plusieurs pattes (6b) partant de ladite partie annulaire centrale (6a).
10. Dispositif d'embrayage vertical (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'épaisseur du ressort (6) est comprise entre 0.05 et 0.4 mm.
11. Dispositif d'embrayage vertical (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, sur une courbe force-déplacement dudit ressort (6), avec la force définissant l'axe Y, et le déplacement définissant l'axe X, l'angle α_2 par rapport à l'axe X de la droite reliant l'origine des axes X-Y à la force verticale F_e , est supérieur à l'angle α_1 par rapport à l'axe X de la droite reliant l'origine des axes X-Y à la force verticale F_d .
12. Mécanisme de chronographe (8) caractérisé en ce qu'il comprend le dispositif d'embrayage vertical (1) selon l'une des revendications précédentes.

CH 717 161 A2

13. Montre (11) caractérisée en ce qu'elle comprend le mécanisme de chronographe (8) selon la revendication précédente.
14. Utilisation d'un ressort (6) en alliage à mémoire de forme, pour ses propriétés de superélasticité à température ambiante, dans un dispositif d'embrayage vertical (1) d'une pièce d'horlogerie.

Fig. 1a

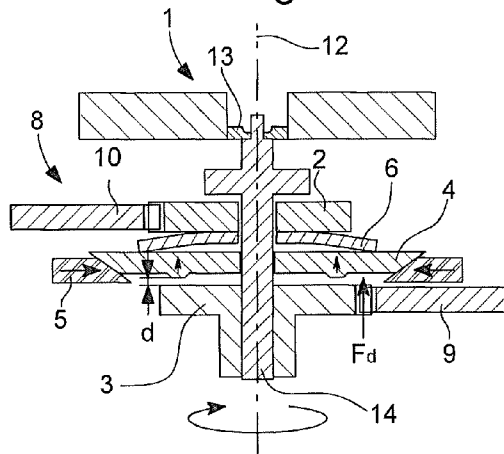


Fig. 1b

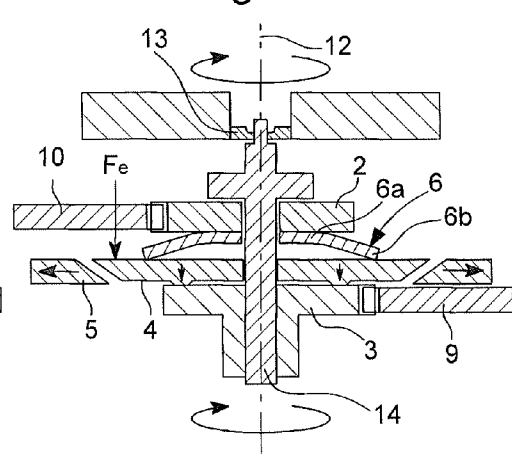


Fig. 2

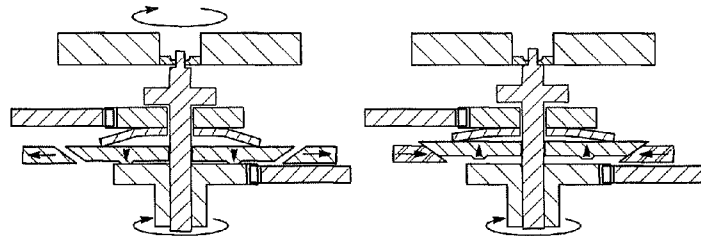
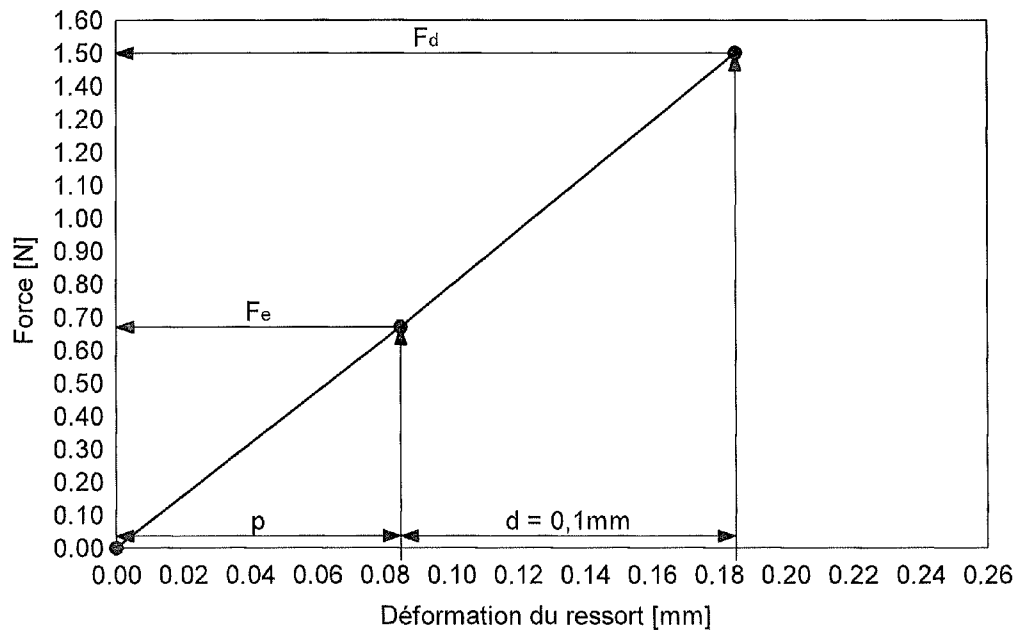


Fig. 3

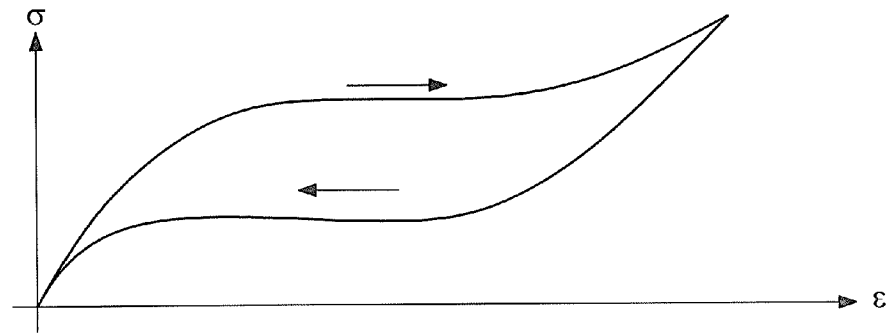


Fig. 4

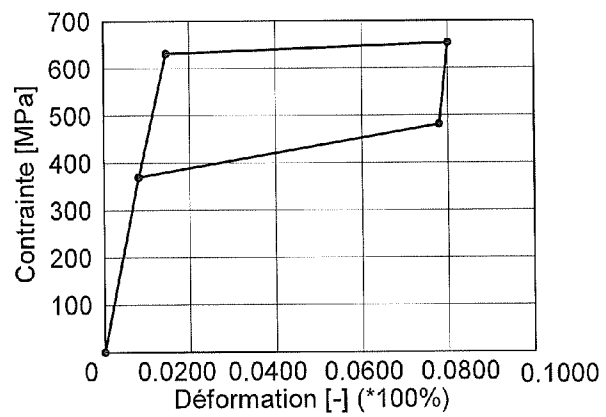


Fig. 5a

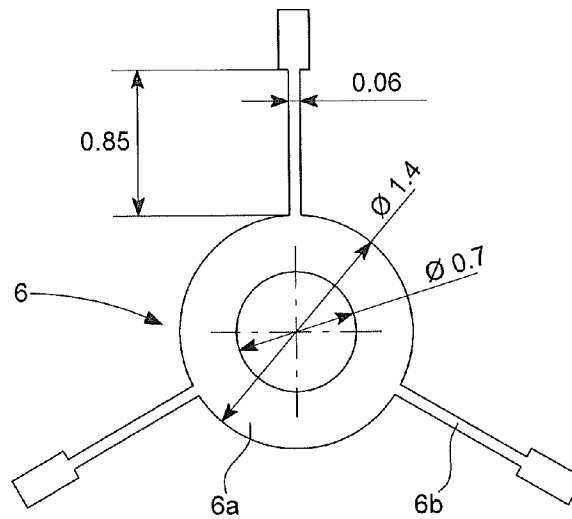


Fig. 5b

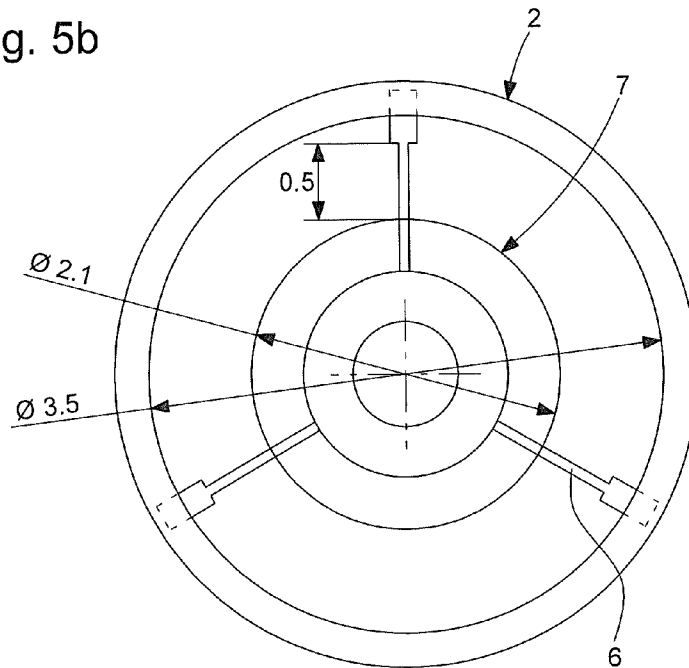


Fig. 6

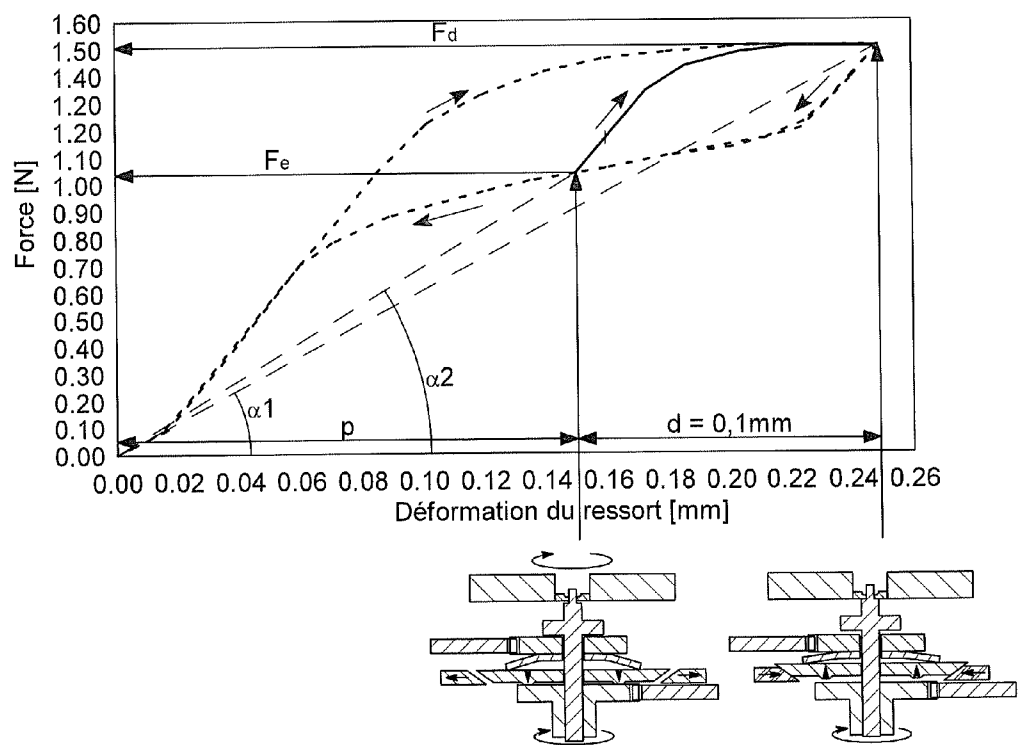


Fig. 7

