



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
02.05.2012 Bulletin 2012/18

(21) Numéro de dépôt: **11186578.8**

(22) Date de dépôt: **25.10.2011**

(51) Int Cl.:
C22C 38/00 (2006.01) **C22C 38/04** (2006.01)
C22C 38/22 (2006.01) **C22C 38/26** (2006.01)
C22C 38/38 (2006.01) **F16F 1/10** (2006.01)
G04B 17/06 (2006.01) **G04B 37/14** (2006.01)

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME

(30) Priorité: **28.10.2010 CH 17992010**
15.02.2011 CH 2632011

(71) Demandeur: **Générale Ressorts SA**
2503 Bienne (CH)

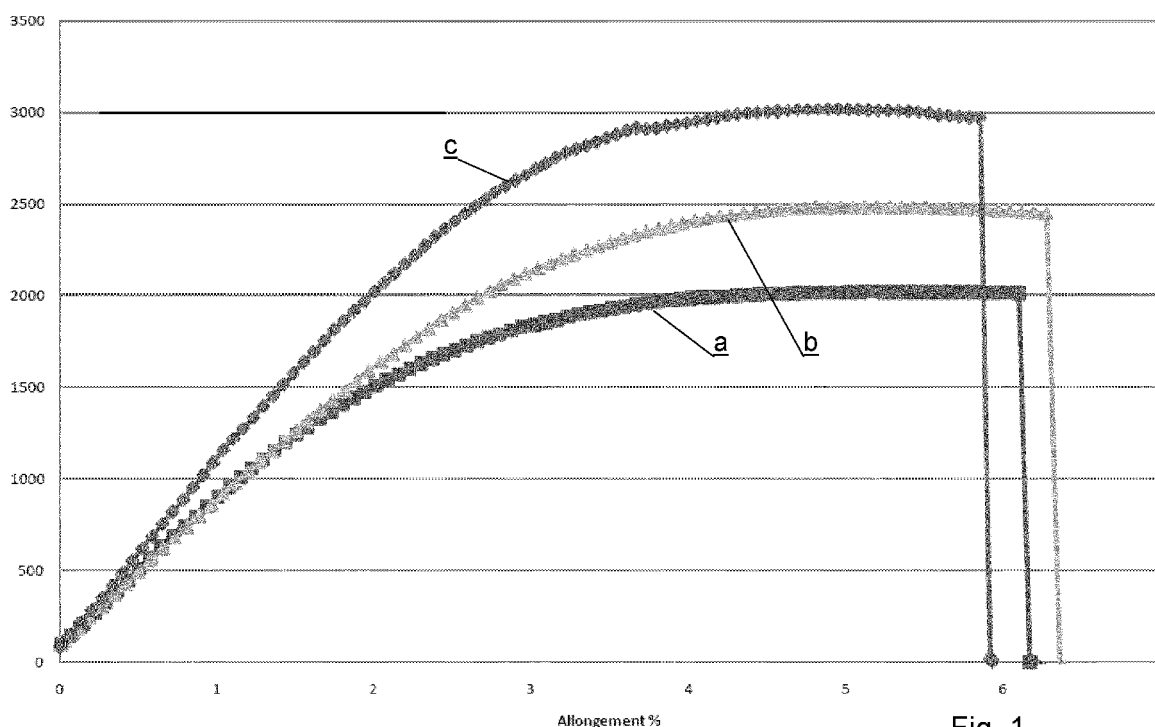
(72) Inventeur: **Tucci, Maurizio**
2604 La Heutte (CH)

(74) Mandataire: **GLN**
Rue du Puits-Godet 8a
2000 Neuchâtel (CH)

(54) **Ressort de barillet de pièce d'horlogerie**

(57) La présente invention concerne un ressort de barillet de pièce d'horlogerie caractérisé en ce qu'il est

réalisé en un alliage métallique comportant de l'azote dans une proportion comprise entre 0.1% massique et la limite de sa solubilité dans l'alliage métallique, et du fer.



Description

Domaine technique

- 5 **[0001]** La présente invention se rapporte au domaine de l'horlogerie mécanique et concerne le domaine des ressorts de barillet utilisés particulièrement dans les montres.

Etat de la technique

- 10 **[0002]** Dans un mouvement de montre mécanique, l'énergie nécessaire à son fonctionnement est généralement emmagasinée dans un ressort, logé dans un barillet et, de fait, appelé ressort de barillet. La force fournie est distribuée par l'échappement et régulée par un oscillateur, qui est généralement un balancier-spiral.

- [0003]** La force que doit transmettre le ressort est déterminée par les caractéristiques du mouvement, à partir desquelles le ressort est dimensionné. Le diamètre du barillet conditionne le nombre de tour que peut comporter le ressort, ce nombre de tour étant le paramètre essentiel déterminant la réserve de marche du mouvement, c'est-à-dire la durée maximale pendant laquelle le barillet peut faire fonctionner le mouvement dans des conditions correctes.

- 15 **[0004]** A l'heure actuelle, les ressorts de barillet sont réalisés de manière quasi exclusive, en Nivaflex®. En effet, un ressort de barillet doit réunir plusieurs qualités fondamentales. Il doit être inoxydable, amagnétique, infatigable, et présenter un coefficient d'élasticité très élevé. A l'heure actuelle, le Nivaflex® présente toutes ces qualités et offrent des performances remarquables. On constate qu'ils occupent une situation de quasi monopole sur le marché.

- 20 **[0005]** D'un point de vue pratique, si on met en oeuvre un ressort de barillet en Nivaflex® dans un mouvement existant, la dimension disponible pour le barillet et la force que le ressort doit fournir étant déterminées, il n'y a pas de possibilité de modifier le ressort de barillet pour améliorer significativement la réserve de marche du mouvement, puisqu'on ne peut modifier le nombre de tour d'enroulement sans redimensionner la place occupée par le barillet et donc modifier le mouvement.

- 25 **[0006]** La présente invention a pour but de permettre une amélioration significative de la réserve de marche d'un mouvement, sans modifier les dimensions du barillet, ni les éléments de l'organe réglant.

Divulcation de l'invention

- 30 **[0007]** Pour atteindre ces buts, l'invention concerne un ressort de barillet de pièce d'horlogerie tel que défini dans les revendications. L'invention concerne également un barillet comportant un tel ressort et une pièce d'horlogerie équipée d'un tel barillet.

35 Brève description des dessins

- [0008]** D'autres détails de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite en référence au dessin annexé dans lequel :

- 40 - les figures 1 et 2 sont des graphiques illustrant les avantages de l'invention dans le cadre de son application à un ressort de barillet, et
- les figures 3a et 3b montrent un autre exemple comparatif d'un avantage de l'invention dans cette même application.

Mode(s) de réalisation de l'invention

- 45 **[0009]** La présente invention repose sur l'utilisation pour la réalisation d'un ressort de barillet de pièce d'horlogerie, montre, pendule ou autre, d'un alliage métallique comportant du fer et de l'azote dans une proportion comprise entre 0.1 % massique et la limite de sa solubilité dans l'alliage métallique.

- 50 **[0010]** L'alliage peut également comprendre l'un ou plusieurs des additifs suivants : carbone, manganèse, chrome, azote, niobium, molybdène.

- [0011]** Dans un exemple avantageux, l'alliage peut être de composition massique suivante :

- 55 - carbone : de 0.1 à 1%,
- manganèse: de 5 à 25%,
- chrome : de 16 à 20%,
- azote : de 0.1 à 5%,
- niobium : ≤0.25%,
- molybdène : de 2.5 à 4.2%,

- fer : le solde.

[0012] Ce genre d'alliage est connu sous la référence acier 1.4452. Il est généralement utilisé dans des applications médicales, pour des prothèses, voire dans l'horlogerie pour des pièces d'habillage, tel que des bracelets ou des boîtes de montre. En effet, cet alliage ne contient pas de nickel et est, de fait, bien toléré au niveau des allergies. A la connaissance de la demanderesse, cet alliage n'est pas utilisé pour ses qualités d'élasticité.

[0013] Or, comme nous allons le montrer ci-après, la demanderesse a remarqué l'extrême intérêt à utiliser cet alliage pour en faire des ressorts de barillet de pièce d'horlogerie, aux propriétés remarquables.

[0014] Comme mentionné ci-dessus, l'alliage comporte au moins du fer, dans une proportion en général supérieur à 50% en masse, mais sans que ce seuil soit obligatoire. L'alliage comporte également, au moins de l'azote, dans une proportion allant de 0,1% jusqu'à la limite de sa solubilité dans l'alliage. Selon les autres métaux composant l'alliage, cette limite de solubilité peut varier, de sorte qu'une valeur chiffrée n'est pas pertinente.

[0015] A titre d'illustration non limitative, l'alliage peut contenir moins de 0.15% de carbone. Il peut également contenir, plus particulièrement, entre 0.75% et 1 % d'azote. De plus, l'alliage peut également contenir entre 12 et 16% de manganèse.

[0016] Afin de souligner les avantages de l'alliage proposé dans une utilisation dans un ressort de barillet de pièce d'horlogerie, nous allons ci-après montrer ses performances par rapport au matériau considéré, actuellement, comme le meilleur, le Nivaflex®.

[0017] Ainsi, pour tester de manière comparative les performances d'un ressort de barillet réalisé dans un tel alliage, on a réalisé des ressorts de barillet aux dimensions d'un ressort de barillet étalon, en Nivaflex®. Dans les exemples ci-après, les ressorts testés ont les dimensions suivantes : 1.18x0.115x455 (mm). Par souci de clarté, on précisera que ces dimensions sont, respectivement, la hauteur, l'épaisseur et la longueur de la lame ressort.

[0018] Pour la fabrication, les premiers essais ont été réalisés en utilisant une méthode de fabrication habituellement utilisée avec du Nivaflex®, ceci afin de pouvoir effectuer une comparaison rigoureuse. Cette méthode étant connue, elle ne sera pas décrite en détail.

[0019] Pour réaliser un ressort en Nivaflex® aux dimensions requises, on doit avoir un fil de diamètre de 0.55mm. Pour atteindre cette dimension, on tréfile un fil ébauche recuit de 1.1mm de diamètre, ce qui correspond à un taux d'écrouissage optimal de 65% à 75% et une résistance à la rupture en traction de 2000MPa à 2200MPa. On entend par écrouissage optimal un écrouissage permettant d'obtenir un optimal au niveau du rapport entre l'élasticité et la fragilité du matériau. Ainsi, avec du Nivaflex®, on sait que le tréfilage ne doit pas être maximum, car le matériau devient trop fragile.

[0020] Pour l'acier 1.4452, le taux d'écrouissage optimal est supérieur à 98%. Or, à ce jour, l'acier tel qu'utilisé dans le cadre de l'invention est disponible sur le marché sous la forme de fil de diamètre de 1.29mm, ce qui correspond à un taux d'écrouissage de 82%. Les tests ci-après ont donc été effectués à partir d'un tel fil, ce qui laisse augurer d'améliorations supplémentaires possibles en partant d'un fil davantage écroui.

[0021] Les fils de Nivaflex® et d'acier 1.4452 sont ensuite laminés et traités thermiquement à une température de 380° pendant 4h.

[0022] Les ressorts obtenus, ayant donc les mêmes dimensions et ayant été obtenus selon le même procédé pour le ressort en Nivaflex® et le ressort en acier 1.4452, présentent les résultats suivants:

Nivaflex®			Acier 1 4452		
Fil	Ressorts 1.18x0.115x455 traité 380°C		Fil	Ressorts 1.18x0.115x455 traité 380°C	
Ø0.55mm	M0.5	M4.8	Ø0.55mm	M0.5	M4.8
Rm 2018MPa A 6.3%	7.88mNm	6 35mNm	Rm 2480MPa A 5.9%	8.25mNm (+5%)	6.88mNm (+8%)

[0023] Dans ce tableau, Rm signifie la résistance mécanique en traction du ressort, soit la force appliquée pour le rompre. La valeur A est l'allongement relatif du ressort lors de cette rupture. Les valeurs M0.5 et M4.8 sont les couples fournis par le barillet intégrant ledit ressort, respectivement lorsque, après avoir été armés au maximum, les ressorts sont déchargés de 0.5 ou de 4.8 tours de barillet. Naturellement, en matière d'horlogerie, on souhaite que le couple fourni par le ressort soit aussi constant que possible au cours du désarmage du ressort, et que les valeurs M0.5 et M4.8 soient aussi proches que possible l'une de l'autre.

[0024] On peut déjà constater une amélioration nette des caractéristiques mécaniques d'un ressort en alliage selon l'invention par rapport à un ressort en Nivaflex®. On peut relever que la rupture se fait à un allongement comparable,

EP 2 447 387 A1

mais que le ressort en acier 1.4452 supporte une traction beaucoup plus importante (+22.9%). De plus, pour un ressort de mêmes dimensions, le couple transmis est plus important (+5% ou +8%, respectivement à M0.5 et M4.8), notamment avec une meilleure stabilité au cours du désarmage.

[0025] En outre, comme mentionné ci-dessus, l'alliage utilisé pour réaliser un ressort selon l'invention peut être davantage tréfilé. On l'a ainsi tréfilé jusqu'à un diamètre de 0.18mm. On a calculé les valeurs théoriques qui seraient obtenues avec un ressort de barillet aux dimensions requises, obtenu à partir d'un fil tréfilé de 0.18mm.

Acier 1.4452	Propriétés théoriques calculées pour traitement à 380°C	
	M0.5	M4.8
	8.73mNm (+11%)	7.44mNm (+17%)
Fil Ø0.18mm		
Rm 3010MPa		
A 5.9%		

[0026] On peut constater qu'un ressort en acier 1.4452 ayant ces dimensions permet d'obtenir une résistance à la rupture supérieure de 49% par rapport au ressort de référence en Nivaflex®. On rappellera qu'un ressort en Nivaflex® autant tréfilé donnerait des résultats encore moins bons que le ressort de référence. De plus, le couple fourni (valeurs théoriques, calculées par modélisation) est encore meilleur que lors des tests obtenus avec un fil de diamètre 0.55mm, avec une plus grande stabilité lors du désarmage.

[0027] En outre, ce fil présente encore un allongement à la rupture de 5.9%, il est donc probable qu'il puisse être tréfilé davantage, améliorant ainsi encore sa résistance à la rupture.

[0028] La figure 1 représente les courbes de la force de traction appliquée (en MPa) en fonction de l'allongement relatif. La chute brutale de la force appliquée correspond à la rupture de la lame. La courbe a correspond à un fil de Nivaflex® de diamètre 0.55mm (75% d'écroutissage), la courbe b correspond à un fil d'acier 1.4452 de diamètre 0.55mm (82% d'écroutissage) et la courbe c correspond à un fil d'acier 1.4452 de diamètre 0.18mm (98% d'écroutissage).

[0029] Avec les ressorts obtenus, il a également été procédé à des tests de fatigue. Pour ce faire, on arme et désarme successivement le ressort entre 10% et 90% de sa réserve de marche, jusqu'à la rupture du ressort. Les résultats suivants ont été obtenus.

	Nivaflex M0.5 à 8.40mNm	Acier 1.4452 M0.5 à 8.25mNm
Coquillons Ø2.40mm	1269 cycles	2047 cycles (+61%)

[0030] On peut donc constater une très importante amélioration de la résistance à la fatigue des ressorts à la répétition des armages et des désarmages.

[0031] Des essais de coquillonnage ont été réalisés afin d'améliorer ce point. Le coquillonnage consiste à réaliser le coquillon, c'est-à-dire l'extrémité intérieure du ressort moteur, pliée en forme d'anneau, qui est destinée à être accrochée à l'arbre de barillet. Aujourd'hui, toute la littérature et l'expérience impose une limite au niveau du rapport entre le diamètre de l'arbre de barillet et l'épaisseur de la lame formant le ressort. Ce rapport est en principe supérieur ou égal à 20. En d'autres termes, l'anneau formé par le coquillon ne doit pas être trop petit par rapport à l'épaisseur de la lame ressort. La limite retenue actuellement est basée sur la ductilité du Nivaflex®, étant donné que la quasi exclusivité des ressorts de barillet sont réalisés dans ce matériau. Grâce à une meilleure ductilité, l'acier 1.4452 permet de réduire ce rapport.

[0032] Des essais ont été réalisés avec un rapport de 12 fois, entre le diamètre de l'arbre de barillet et l'épaisseur de la lame formant le ressort. Dans le cas testé, la diminution de ce rapport se traduit concrètement par une diminution du diamètre de l'arbre de barillet de 2.40mm à 1.35mm.

[0033] Les figures 3a et 3b montrent respectivement des ressorts en Nivaflex® et en acier 1.4452 avec un coquillon réalisé avec un rapport de 12 entre le diamètre de l'arbre de barillet sur lequel le ressort est destiné à être monté (ce diamètre correspond sensiblement au diamètre intérieur de l'anneau formé par le coquillon), et l'épaisseur de la lame ressort. On peut voir sur la figure 3a que la ductilité du Nivaflex® ne permet pas d'obtenir un coquillon parfaitement circulaire à cette dimension. La forme elliptique favorise la rupture de la lame au niveau du coquillon. Au contraire, la figure 3b illustre la possibilité d'obtenir un coquillon présentant une forme circulaire satisfaisante. Ainsi, malgré le rapport entre le diamètre de l'arbre et l'épaisseur de la lame ressort, le risque de casse n'est pas accru.

[0034] Des tests supplémentaires ont été réalisés. La figure 2 illustre des mesures du couple fourni à M0.5 et M4.8. Elles ont été réalisées avec des ressorts obtenus par des traitements thermiques à des températures différentes. Les courbes a et b, obtenues avec du Nivaflex® respectivement à des couples M0.5 et M4.8, sont relativement plus pentues

que les courbes \underline{c} et \underline{d} obtenues avec de l'acier 1.4452, respectivement à des couples M0.5 et M4.8. La diminution de l'écart M0.5-M4.8 est de 5% par rapport au Nivaflex®, ceci entraînant un différentiel de pente de 25%. Les essais effectués à des températures différentes permettent de constater que, au-delà d'un certain domaine illustré sur le graphique, les ressorts obtenus ne sont pas satisfaisants, soit parce que trop cassants ou parce que pas assez élastiques.

On peut donc voir que l'acier 1.4452 offre une plage de température de travail beaucoup plus grande que celle offerte par le Nivaflex®. En outre, l'acier 1.4452 peut être travaillé à des températures inférieures, ce qui permet de diminuer l'énergie consommée pour son traitement. En outre, la gamme de température et la pente des courbes obtenues avec l'acier 1.4452 permet une définition plus simple du couple recherché. En effet, on constate que, pour une même tolérance, la maîtrise de la température est moins stricte pour obtenir un couple précis.

[0035] Concrètement, toutes ces améliorations donnent la possibilité, pour un barillet de 11.50mm de diamètre avec une lame de 1.18x0.115x455mm, selon l'exemple testé, de passer d'une réserve de marche de 48heures pour un mouvement donné, à une réserve de marche de 66.3heures pour le même mouvement, soit une augmentation de 38%.

[0036] Ainsi, les essais effectués montrent un très net avantage à réaliser des ressorts de barillet en acier 1.4452. Les valeurs de tests données ci-dessus ne sont que des illustrations non limitatives. Ainsi, grâce aux qualités élastiques du matériau, qui viennent s'ajouter à ses qualités de résistance à l'oxydation et d'amagnétisme, l'amélioration apportée à des ressorts de barillet est notable. En remplaçant des barillets avec des ressorts en Nivaflex® dans des mouvements existants, par des barillets avec des ressorts en acier 1.4452 avec un arbre adapté aux nouvelles géométries du coquillon, on peut attendre une augmentation de la réserve de marche supérieure à 30%, ce qui est considérable, d'autant que seul le changement du barillet est à envisager, sans autre modification sur le mouvement, étant donné que cette amélioration se fait à couple constant et à dimension externe de barillet constante. On pourrait également envisager de conserver une réserve de marche similaire à celle obtenue avec les ressorts de l'état de la technique, mais en diminuant la taille du barillet.

[0037] On pourra ajouter que l'intérêt suscité par ces améliorations est encore renforcé par la facilité de mise en oeuvre de cet alliage, qui permet une optimisation des coûts de fabrication.

Revendications

1. Ressort de barillet de pièce d'horlogerie **caractérisé en ce qu'il** est réalisé en un alliage métallique comportant de l'azote dans une proportion comprise entre 0.1 % massique et la limite de sa solubilité dans l'alliage métallique, et du fer.
2. Ressort de barillet de montre selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'alliage contient l'un ou plusieurs des additifs suivants : carbone, manganèse, chrome, azote, niobium, molybdène.
3. Ressort de barillet de montre selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce qu'il** ne contient pas de nickel.
4. Ressort de barillet selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'alliage métallique est de composition massique suivante :
 - carbone : de 0.1 à 1%,
 - manganèse: de 5 à 25%,
 - chrome : de 16 à 20%,
 - azote : de 0.1 à 5%,
 - niobium : $\leq 0.25\%$,
 - molybdène : de 2.5 à 4.2%,
 - fer : le solde.
5. Ressort de barillet selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'alliage contient moins de 0.15% de carbone.
6. Ressort de barillet selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'alliage contient entre 0.75% et 1% d'azote.
7. Ressort de barillet selon l'une des revendications 4 à 7, **caractérisé en ce que** l'alliage contient entre 12 et 16% de manganèse.
8. Ressort de barillet selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** présente un rapport diamètre intérieur de coquillon / épaisseur de lame inférieur à 20.

EP 2 447 387 A1

9. Ressort de barillet selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'il** présente un rapport diamètre intérieur de coquillon / épaisseur de lame inférieur à 12.

10. Barillet muni d'un ressort selon l'une des revendications 1 à 9.

11. Pièce d'horlogerie munie d'un barillet selon la revendication 10.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

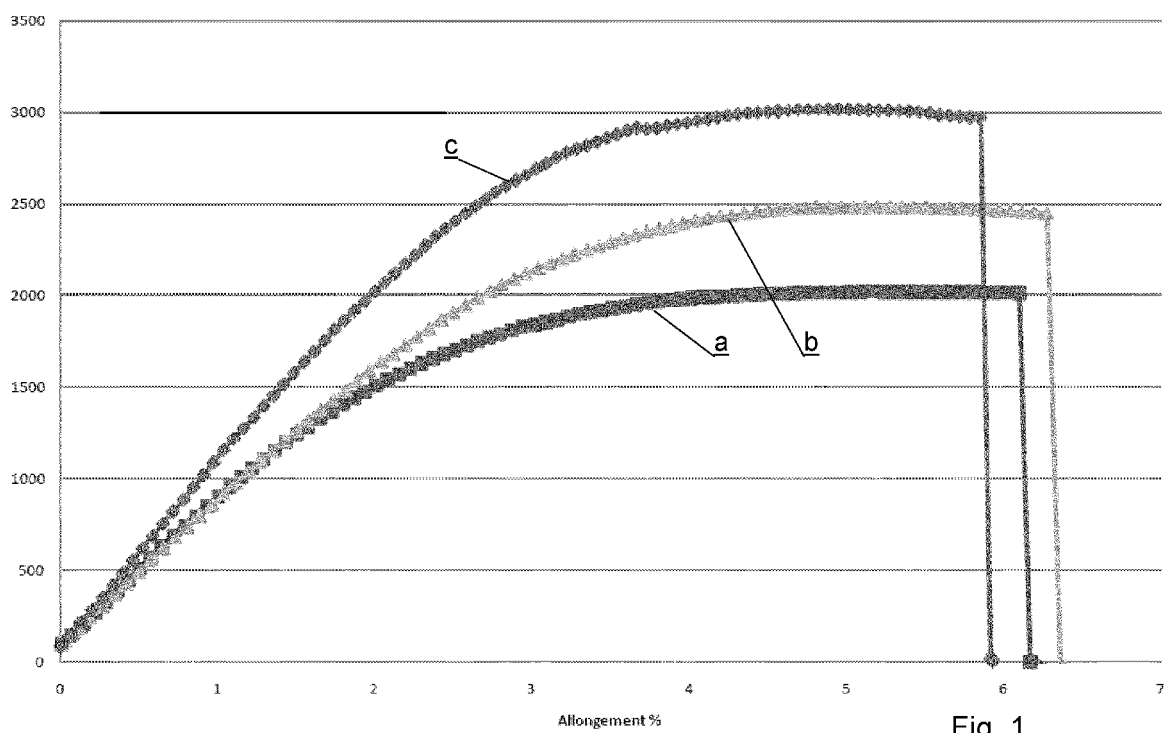


Fig. 1

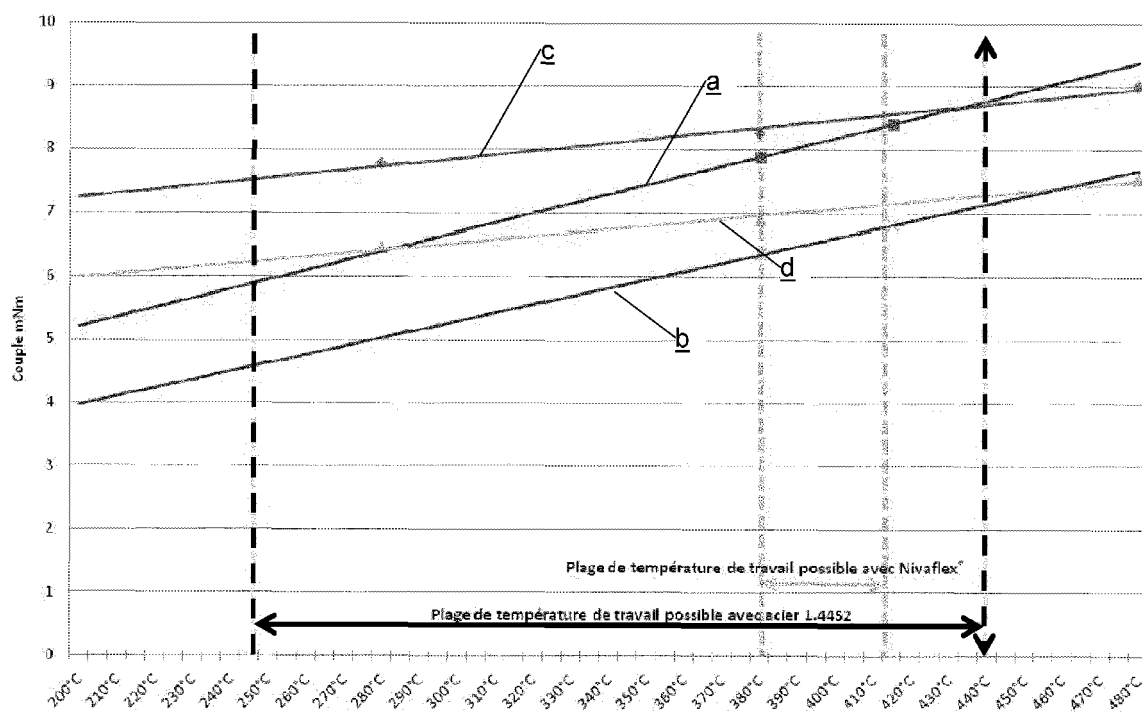


Fig. 2

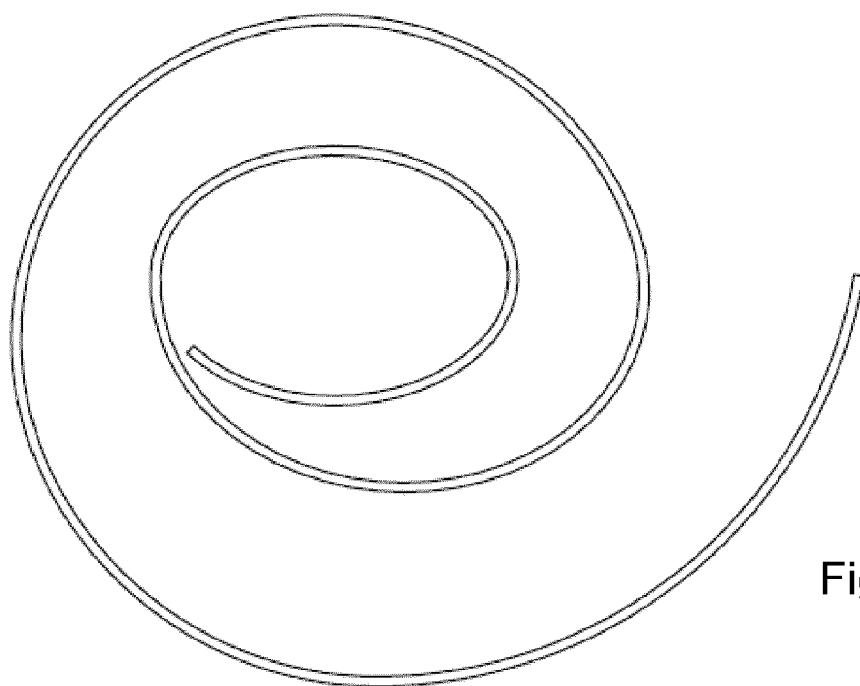


Fig. 3a

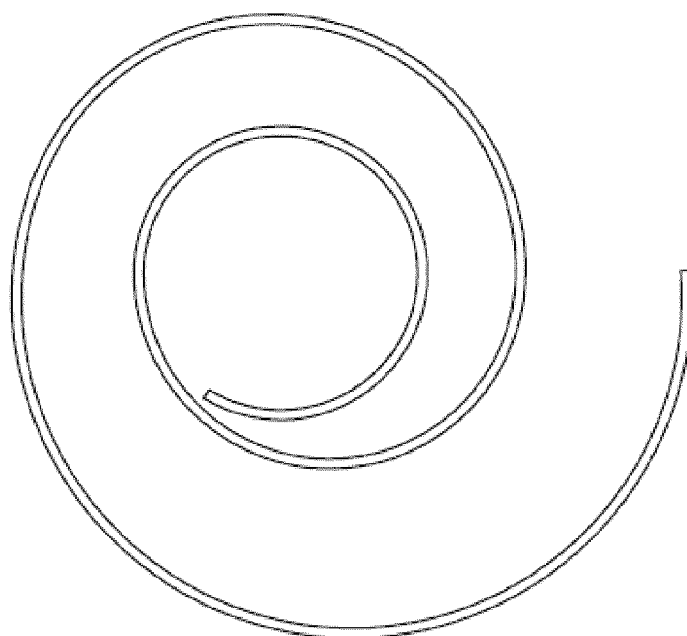


Fig. 3b



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 11 18 6578

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	WO 2010/055943 A1 (FOUNDATION THE RES INST OF ELECTRIC AND MAGNETIC MATERIALS [JP]; SEIKO) 20 mai 2010 (2010-05-20) * abrégé; exemples 1,2 *	1-11	INV. C22C38/00 C22C38/04 C22C38/22 C22C38/26 C22C38/38 F16F1/10 G04B17/06 G04B37/14
A,P	& EP 2 351 864 A1 (FOUDATION THE RES INST FOR ELE [JP]; SEIKO INSTR INC [JP]; MURAKAMI YU) 3 août 2011 (2011-08-03) * alinéa [0001]; exemples 1,2 *	1-11	
A	CH 551 492 A (STRAUMANN REINHARD INST DR ING) 15 juillet 1974 (1974-07-15) * colonnes 1,2 *	1-11	
A	JP 2004 308827 A (SII MICRO PARTS LTD) 4 novembre 2004 (2004-11-04) * abrégé * * alinéas [0001], [0005] *	1-11	
A	EP 0 945 717 A1 (METTLER TOLEDO GMBH [CH]) 29 septembre 1999 (1999-09-29) * colonne 2, ligne 1-13 * * colonne 5, ligne 1-9 *	1-11	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			C22C F16F G04B
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		21 février 2012	González Junquera, J
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 11 18 6578

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

21-02-2012

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2010055943	A1	20-05-2010	CN 102216480 A	12-10-2011
			EP 2351864 A1	03-08-2011
			JP 2010138491 A	24-06-2010
			US 2011286312 A1	24-11-2011
			WO 2010055943 A1	20-05-2010

CH 551492	A	15-07-1974	AUCUN	

JP 2004308827	A	04-11-2004	AUCUN	

EP 0945717	A1	29-09-1999	DE 19813459 A1	30-09-1999
			EP 0945717 A1	29-09-1999
			US 6409845 B1	25-06-2002

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82