



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 447 387 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

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

(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)**

(21) Numéro de dépôt: **11186578.8**

(22) Date de dépôt: **25.10.2011**

(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 Bienna (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.

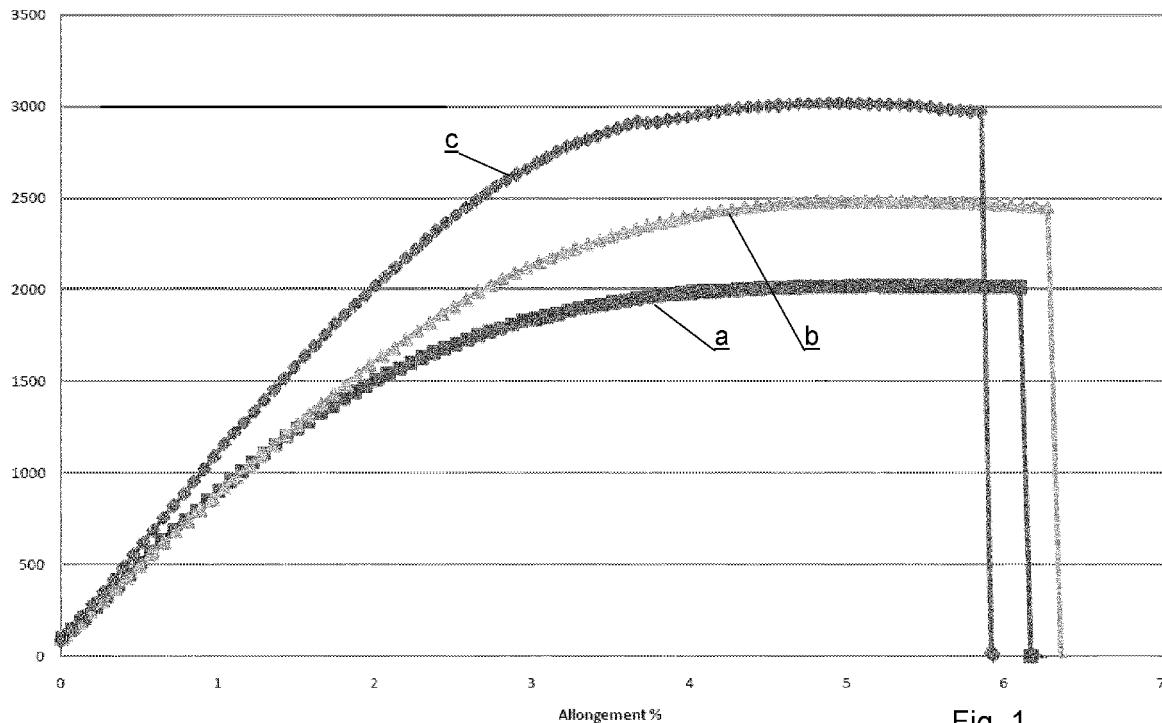


Fig. 1

Description

Domaine technique

5 [0001] La présente invention se rapporte au domaine de l'horlogerie mécanique et concerne le domaine des ressorts de bâillet 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 bâillet et, de fait, appelé ressort de bâillet. 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 bâillet conditionne le nombre de tour que peut comporter le ressort, 15 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 bâillet peut faire fonctionner le mouvement dans des conditions correctes.

[0004] A l'heure actuelle, les ressorts de bâillet sont réalisés de manière quasi exclusive, en Nivaflex®. En effet, un ressort de bâillet 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 offre des performances remarquables. On constate qu'ils occupent une situation de quasi monopole sur le marché.

[0005] D'un point de vue pratique, si on met en œuvre un ressort de bâillet en Nivaflex® dans un mouvement existant, la dimension disponible pour le bâillet et la force que le ressort doit fournir étant déterminées, il n'y a pas de possibilité de modifier le ressort de bâillet 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 bâillet et donc modifier le mouvement.

[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 bâillet, ni les éléments de l'organe réglant.

Divulgation de l'invention

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

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 bâillet, 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 bâillet 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.

[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 bâillet 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 bâillet 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 bâillet réalisé dans un tel alliage, on a réalisé des ressorts de bâillet aux dimensions d'un ressort de bâillet 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 bâillet intégrant ledit ressort, respectivement lorsque, après avoir été armés au maximum, les ressorts sont déchargés de 0,5 ou de 4,8 tours de bâillet. 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,

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 bâillet aux dimensions requises, obtenu à partir d'un fil tréfilé de 0.18mm.

10 15	Acier 1.4452 Fil Ø0.18mm Rm 3010MPa A 5.9%	Propriétés théoriques calculées pour traitement à 380°C <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 2px;">M0.5</th><th style="text-align: center; padding: 2px;">M4.8</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">8.73mNm (+11%)</td><td style="text-align: center; padding: 2px;">7.44mNm (+17%)</td></tr> </tbody> </table>	M0.5	M4.8	8.73mNm (+11%)	7.44mNm (+17%)
M0.5	M4.8					
8.73mNm (+11%)	7.44mNm (+17%)					

[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 appellera 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'écrouissage), la courbe b correspond à un fil d'acier 1.4452 de diamètre 0.55mm (82% d'écrouissage) et la courbe c correspond à un fil d'acier 1.4452 de diamètre 0.18mm (98% d'écrouissage).

[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	
35	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 bâillet. Aujourd'hui, toute la littérature et l'expérience impose une limite au niveau du rapport entre le diamètre de l'arbre de bâillet 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 bâillet 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 bâillet 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 bâillet 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 bâillet 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 c et 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.

5 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.

10 [0035] Concrètement, toutes ces améliorations donnent la possibilité, pour un bâillet 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 bâillet en acier 1.4452. Les valeurs de tests données ci-dessus ne sont que des illustrations non limitatives. Ainsi, grâce aux qualités élastiques 15 du matériau, qui viennent s'ajouter à ses qualités de résistance à l'oxydation et d'amagnétisme, l'amélioration apportée à des ressorts de bâillet est notable. En remplaçant des bâillet avec des ressorts en Nivaflex® dans des mouvement existants, par des bâillet avec des ressorts en acier 1.4452 avec un arbre adapté aux nouvelle géométrie du coquillon, on peut attendre une augmentation de la réserve de marche supérieure à 30%, ce qui est considérable, d'autant que 20 seul le changement du bâillet est à envisager, sans autre modification sur le mouvement, étant donné que cette amélioration se fait à couple constant et à dimension externe de bâillet 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 bâillet.

[0037] On pourra ajouter que 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.

25

Revendications

30 1. Ressort de bâillet 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.

35 2. Ressort de bâillet 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 bâillet de montre selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce qu'il** ne contient pas de nickel.

40 4. Ressort de bâillet 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 : ≤0.25%,
- molybdène : de 2.5 à 4.2%,
- fer : le solde.

50 5. Ressort de bâillet selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'alliage contient moins de 0.15% de carbone.

6. Ressort de bâillet selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'alliage contient entre 0.75% et 1% d'azote.

55 7. Ressort de bâillet selon l'une des revendications 4 à 7, **caractérisé en ce que** l'alliage contient entre 12 et 16% de manganèse.

8. Ressort de bâillet 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 barellet selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'il** présente un rapport diamètre intérieur de coquillon / épaisseur de lame inférieur à 12.
10. Barellet muni d'un ressort selon l'une des revendications 1 à 9.
5
11. Pièce d'horlogerie munie d'un barellet selon la revendication 10.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

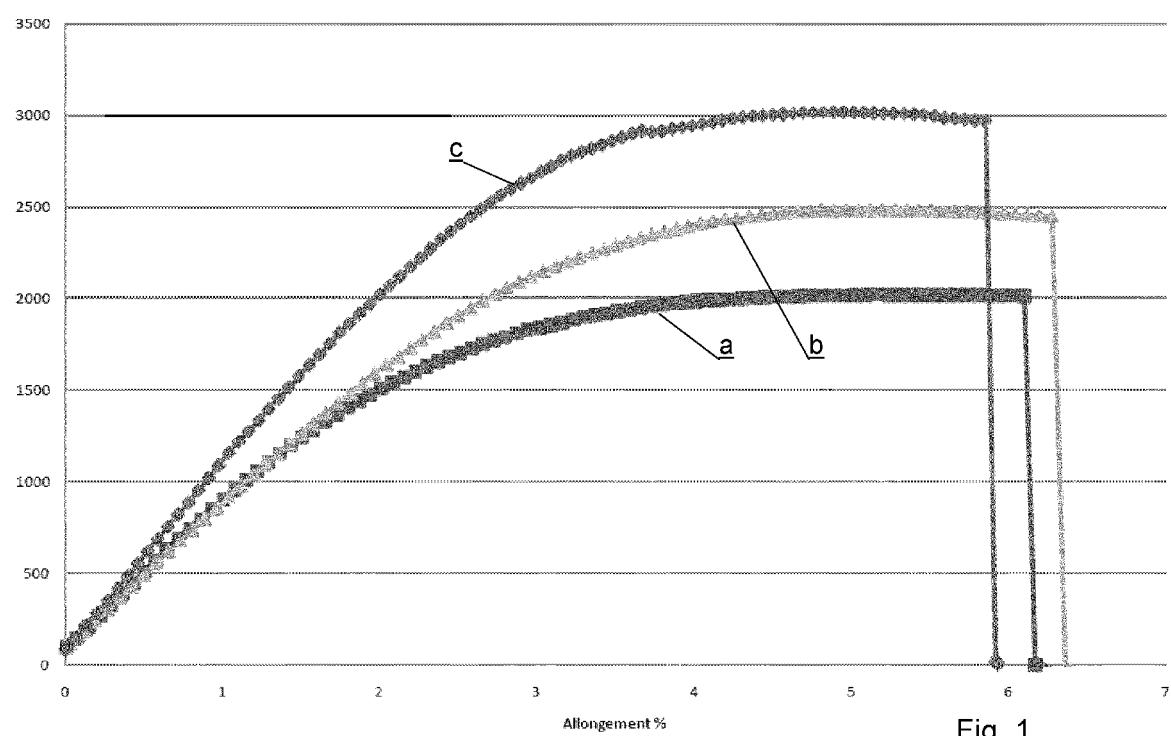


Fig. 1

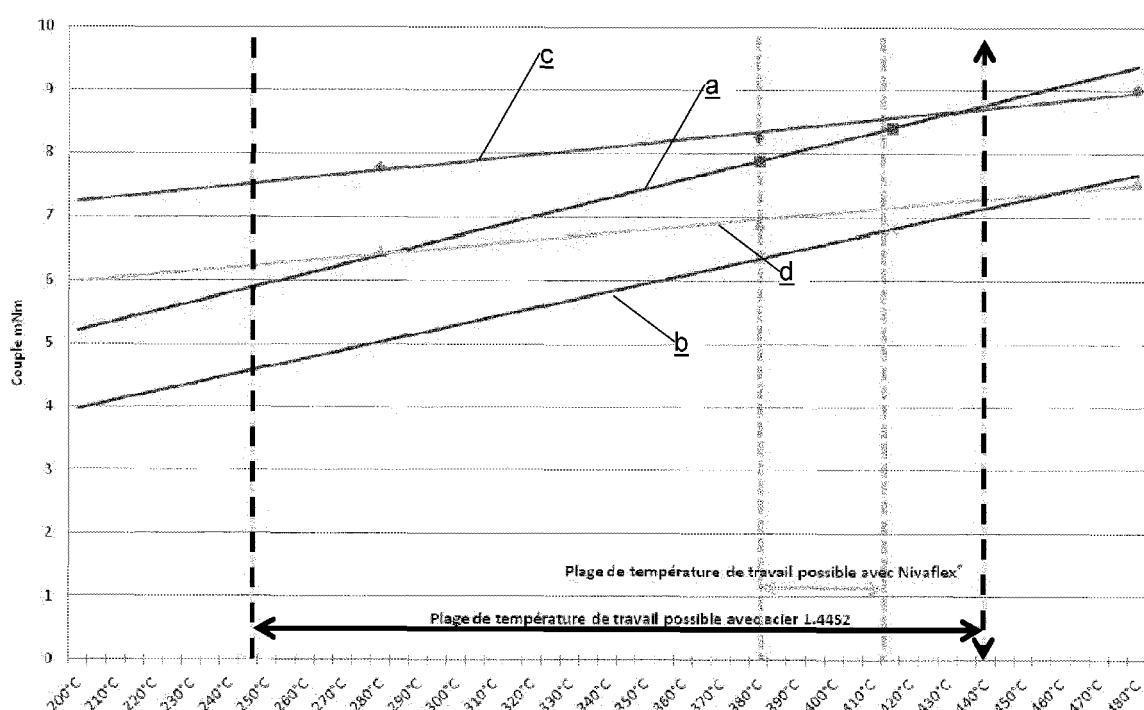


Fig. 2

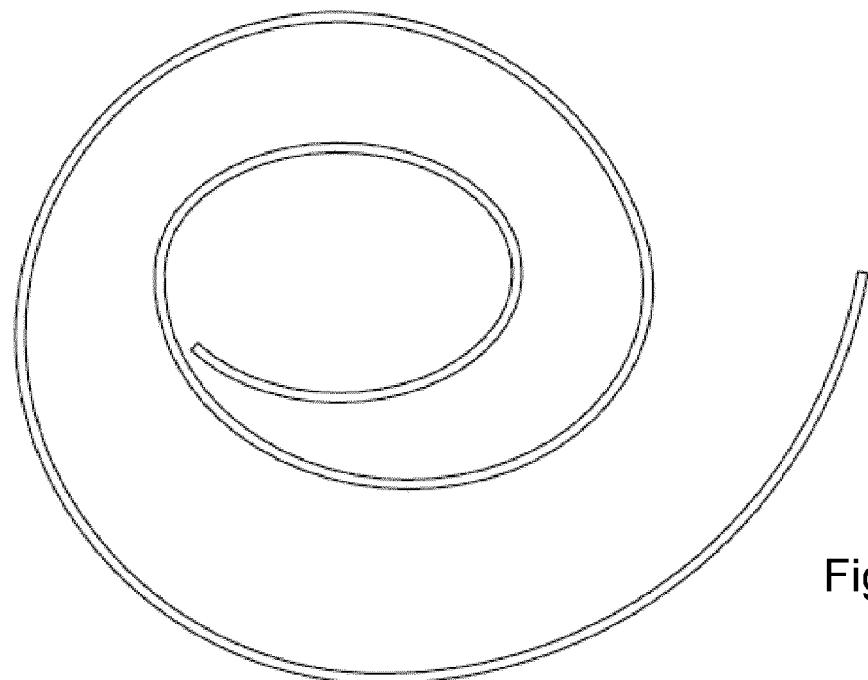


Fig. 3a

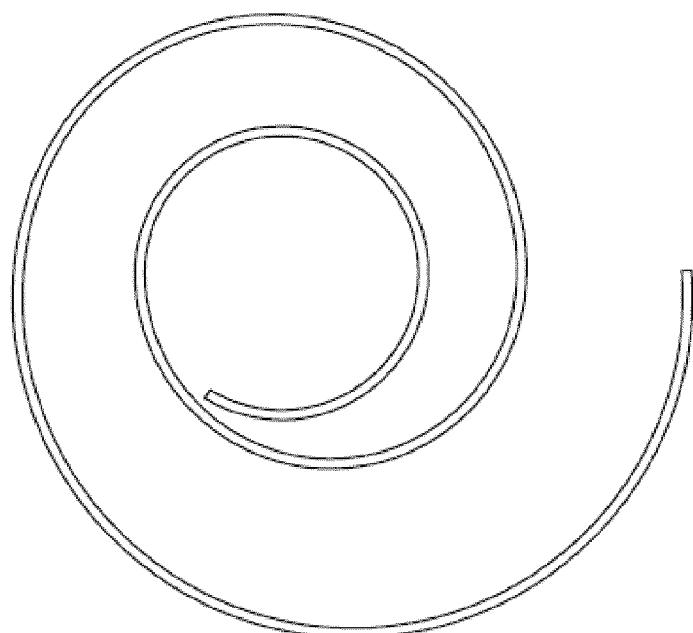


Fig. 3b



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	
	-----		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			C22C F16F G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
1	Lieu de la recherche Munich	Date d'achèvement de la recherche 21 février 2012	Examinateur González Junquera, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

**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 EP JP US WO	102216480 A 2351864 A1 2010138491 A 2011286312 A1 2010055943 A1	12-10-2011 03-08-2011 24-06-2010 24-11-2011 20-05-2010
CH 551492	A	15-07-1974	AUCUN		
JP 2004308827	A	04-11-2004	AUCUN		
EP 0945717	A1	29-09-1999	DE EP US	19813459 A1 0945717 A1 6409845 B1	30-09-1999 29-09-1999 25-06-2002

EPO FORM P0460

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