

(19)



(11)

**EP 2 680 090 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**01.01.2014 Bulletin 2014/01**

(51) Int Cl.:  
**G04B 1/14 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **13169865.6**

(22) Date de dépôt: **30.05.2013**

(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**

(72) Inventeurs:  
• **Charbon, Christian**  
**2054 Chézard-St-Martin (CH)**  
• **Govaerts, Maxime**  
**1400 Yverdon (CH)**  
• **Von Grünigen, Cédric**  
**2000 Neuchâtel (CH)**

(30) Priorité: **28.06.2012 EP 12174134**

(71) Demandeur: **Nivarox-FAR S.A.**  
**2400 Le Locle (CH)**

(74) Mandataire: **Couillard, Yann Luc Raymond et al**  
**ICB**  
**Ingénieurs Conseils en Brevets**  
**Faubourg de l'Hôpital 3**  
**2001 Neuchâtel (CH)**

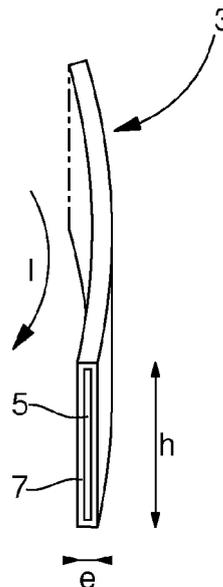
(54) **Ressort-moteur pour une pièce d'horlogerie**

(57) L'invention se rapporte à un ressort-moteur (1) comportant une lame (3) en métal. Selon l'invention, le métal est de l'acier (5) du type austénitique afin de limiter sa sensibilité aux champs magnétiques et au moins la surface externe de la lame (3) est durcie par rapport au

reste de la lame selon une profondeur prédéterminée (7) afin de durcir la lame (3) au niveau des zones de contrainte principales tout en gardant un bas module élastique

L'invention concerne le domaine des barillets d'horlogerie.

Fig. 2



**EP 2 680 090 A1**

## Description

### Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte à un ressort-moteur pour une pièce d'horlogerie et notamment pour un ressort-moteur destiné à être intégré à un barillet.

### Arrière-plan de l'invention

[0002] Il est connu d'utiliser le Nivaflex 45/5 pour former un ressort-moteur de barillet. Ce matériau offre une limite élastique élevée typiquement de 3100 MPa et un module élevé typiquement de 220 GPa.

### Résumé de l'invention

[0003] Le but de la présente invention est de pallier tout ou partie les inconvénients cités précédemment en proposant un ressort-moteur monobloc alternatif permettant à la fois de limiter la sensibilité aux champs magnétiques, d'obtenir un module élastique moins élevé tout en ayant dans les zones de contrainte principales une limite élastique améliorée.

[0004] A cet effet, l'invention se rapporte à un ressort-moteur comportant une lame en métal **caractérisé en ce que** le métal est de l'acier du type austénitique afin de limiter sa sensibilité aux champs magnétiques et en ce qu'au moins la surface externe de la lame est durcie par rapport au reste de la lame selon une profondeur prédéterminée afin de durcir la lame au niveau des zones de contrainte principales tout en gardant le module élastique de l'acier austénitique.

[0005] Par conséquent, une zone superficielle ou la totalité de la lame est durcie c'est-à-dire que le coeur de la lame peut rester peu ou pas modifié. Par ce durcissement sélectif de la lame, le ressort-moteur permet de cumuler les avantages comme la faible sensibilité aux champs magnétiques, un module élastique peu élevé et, dans les zones de contrainte principales, une haute limite élastique, en plus d'une bonne résistance à la corrosion et à la fatigue.

[0006] Conformément à d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention :

- la profondeur prédéterminée représente entre 5% et 40% de l'épaisseur e totale de la lame ;
- la surface externe durcie comporte des atomes diffusés d'au moins un non-métal comme de l'azote et/ou du carbone ;
- la surface externe durcie comporte une dureté supérieure à 1100 HV ;
- la surface externe durcie comporte une limite élastique supérieure à 3500 MPa.

[0007] De plus, l'invention se rapporte à un barillet pour une pièce d'horlogerie **caractérisé en ce qu'il** comprend un ressort-moteur selon l'une des variantes précédentes

[0008] Enfin, l'invention se rapporte à un procédé de fabrication d'un ressort-moteur comportant les étapes suivantes :

- a) former une lame à base d'acier du type austénitique pour limiter sa sensibilité aux champs magnétiques ;
- b) diffuser des atomes selon une profondeur prédéterminée à la surface externe de la lame afin de durcir la lame au niveau des zones de contrainte principales tout en gardant un bas module élastique.

[0009] Par conséquent, par diffusion d'atomes dans l'acier, une zone superficielle ou la totalité de la lame est durcie sans avoir à déposer un deuxième matériau par-dessus la lame. En effet, le durcissement est réalisé directement dans le matériau de la lame ce qui permet avantageusement selon l'invention d'éviter tout délaminage postérieur.

[0010] Conformément à d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention :

- la profondeur prédéterminée représente entre 5% et 40% de l'épaisseur totale e de la lame ;
- les atomes comportent au moins un non-métal comme de l'azote et/ou du carbone ;
- l'étape b) effectue un traitement thermo-chimique de diffusion ;
- l'étape b) effectue un processus d'implantation ionique et de traitement de diffusion ;
- la lame est enroulée lors de l'étape a) ou après l'étape b).

### Description sommaire des dessins

[0011] D'autres particularités et avantages ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation d'un ressort-moteur selon l'invention ;
- la figure 2 est une coupe schématique d'un ressort-moteur selon l'invention.

### Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0012] L'invention se rapporte à un ressort-moteur comme pour un barillet d'une pièce d'horlogerie. Bien évidemment, d'autres applications nécessitant un ressort-moteur sont envisageables comme par exemple un automate.

[0013] Le ressort-moteur 1 selon l'invention comporte une lame 3 en métal et préférentiellement enroulée sur elle-même. Lors de développements et de simulations, il a été trouvé que de tels ressorts-moteur subissent des contraintes qui sont essentiellement appliquées sur la surface externe de la lame 3, c'est-à-dire selon la lon-

gueur  $l$ , la hauteur  $h$  et l'épaisseur  $e$ . Ainsi, les contraintes diminuent depuis la surface externe jusqu'au centre de la lame 3 où les contraintes sont nulles.

**[0014]** Par conséquent, il a été trouvé que s'il était important que la lame 3 possède une haute limite élastique, il n'est pas nécessaire que cette valeur soit homogène et pouvait être limitée selon une profondeur prédéterminée de la surface externe.

**[0015]** De plus, avec le magnétisme induit par les objets rencontrés au quotidien, il est important de limiter la sensibilité des ressorts-moteur 1 sous peine d'influencer la marche de la pièce d'horlogerie dans lequel il est incorporé. Toutefois, un matériau à haute limite élastique est généralement très sensible aux champs magnétiques.

**[0016]** De manière surprenante, l'invention permet de résoudre les deux problèmes en même temps sans compromis et en apportant d'autres avantages. Ainsi, le métal 5 est de l'acier du type austénitique et, préférentiellement, inoxydable, afin de limiter de manière avantageuse sa sensibilité aux champs magnétiques. De plus, au moins la surface externe 7 de la lame est durcie par rapport au reste de la lame selon une profondeur prédéterminée afin d'offrir, avantageusement selon l'invention, une haute limite élastique au niveau de ladite surface externe tout en gardant un bas module élastique.

**[0017]** En effet, selon l'invention, la limite élastique de la surface externe durcie 7 comporte une limite élastique comprise entre 3500 et 4500 MPa alors que le module élastique reste sensiblement égale ou inférieur à 190 GPa pour un durcissement en surface supérieur à 1100 HV et avantageusement compris entre 1200 HV et 2000 HV. Les valeurs ci-dessus ont été obtenues à partir de l'acier austénitique inox nickel chrome du type 316L. Bien évidemment, d'autres aciers austénitiques sont envisageables.

**[0018]** Il a été montré empiriquement qu'une profondeur de durcissement 7 comprise entre 5% et 40% de l'épaisseur  $e$  totale de la lame 3 suffit pour l'application à un ressort-moteur. A titre d'exemple, si la demi-épaisseur  $e/2$  est de 50  $\mu\text{m}$ , la profondeur de durcissement est préférentiellement autour de 15  $\mu\text{m}$  tout autour de la lame 3. Bien évidemment, suivant les applications, une profondeur différente de durcissement 7 comprise entre 5% et 80% de l'épaisseur  $e$  totale peut être prévue.

**[0019]** Préférentiellement selon l'invention, la surface externe durcie 7 comporte des atomes diffusés d'au moins un non-métal comme de l'azote et/ou du carbone. En effet, comme expliqué ci-dessous, par sursaturation interstitielle d'atomes dans l'acier 5, une zone superficielle 7 est durcie sans avoir à déposer un deuxième matériau par-dessus la lame 3. En effet, le durcissement 7 est réalisé directement dans le matériau 5 de la lame 3 ce qui permet avantageusement selon l'invention d'éviter tout délaminage postérieur.

**[0020]** Par conséquent, au moins une zone superficielle 7 est durcie c'est-à-dire que le coeur de la lame 3 peut rester peu ou pas modifié sans modification notable des

qualités du ressort-moteur. Par ce durcissement sélectif de la lame 3, le ressort-moteur 1 permet de cumuler les avantages comme la faible sensibilité aux champs magnétiques, un module élastique peu élevé et, dans les zones de contrainte principales, une haute limite élastique tout en ayant une bonne résistance à la corrosion et à la fatigue.

**[0021]** L'invention se rapporte également au procédé de fabrication d'un ressort-moteur comme expliqué ci-dessus. Le procédé comporte avantageusement selon l'invention les étapes suivantes :

- a) former une lame 3 à base d'un acier du type austénitique pour limiter sa sensibilité aux champs magnétiques ;
- b) diffuser des atomes selon une profondeur prédéterminée 7 à la surface externe de la lame 3 afin de la durcir au niveau des zones de contrainte principales.

**[0022]** Selon un premier mode préférentiel de réalisation, la lame 3 est enroulée lors de l'étape a) afin de diffuser directement les atomes selon la forme finale du ressort-moteur 1.

**[0023]** Toutefois, selon un deuxième mode préférentiel de réalisation, la lame 3 peut également être enroulée après l'étape b) afin de diffuser les atomes selon une ébauche intermédiaire du ressort-moteur 1.

**[0024]** Avantageusement selon l'invention, quel que soit le mode de réalisation, le procédé peut être appliqué en vrac. Ainsi, l'étape b) peut consister en un traitement thermo-chimique comme une cémentation ou une nitruration de plusieurs ressorts-moteur et/ou de plusieurs ébauches de ressorts-moteur. On comprend que l'étape b) peut consister à diffuser interstitiellement dans l'acier 5, des atomes de non-métaux comme de l'azote et/ou du carbone. Enfin, avantageusement, il a été trouvé que les contraintes compressives du procédé améliorent la résistance à la fatigue.

**[0025]** L'étape b) pourrait également consister en un processus d'implantation ionique et de traitement de diffusion. Cette variante possède l'avantage de ne pas limiter le type d'atomes diffusés et permettre une diffusion aussi bien interstitielle que substitutionnelle.

**[0026]** Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à l'exemple illustré mais est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, il peut être envisagé de totalement ou quasi-totalement traiter la lame 3, c'est-à-dire traiter un pourcentage supérieur à 80% de l'épaisseur  $e$  de la lame 3 même si cela n'est pas nécessaire pour l'application à un ressort-spiral.

## 55 Revendications

1. Ressort-moteur (1) comportant une lame (3) en métal **caractérisé en ce que** le métal est de l'acier (5)

- du type austénitique afin de limiter sa sensibilité aux champs magnétiques et **en ce qu'**au moins la surface externe de la lame (3) est durcie par rapport au reste de la lame selon une profondeur prédéterminée (7) afin de durcir la lame (3) au niveau des zones de contrainte principales tout en gardant le module élastique de l'acier du type austénitique.
2. Ressort-moteur (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la profondeur prédéterminée (7) représente entre 5% et 40% de l'épaisseur (e) totale de la lame (3). 5
  3. Ressort-moteur (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la surface externe durcie (7) comporte des atomes diffusés d'au moins un non-métal. 10
  4. Ressort-moteur (1) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ledit au moins un non-métal est de l'azote et/ou du carbone. 15
  5. Ressort-moteur (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la surface externe durcie (7) comporte une dureté supérieure à 1100 HV. 20
  6. Ressort-moteur (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la surface externe durcie (7) comporte une limite élastique supérieure à 3500 MPa. 25
  7. Barillet pour une pièce d'horlogerie **caractérisé en ce qu'il** comprend un ressort-moteur (1) selon l'une des revendications précédentes. 30
  8. Procédé de fabrication d'un ressort-moteur (1) comportant les étapes suivantes : 35
    - a) former une lame (3) à base d'acier (5) du type austénitique pour limiter sa sensibilité aux champs magnétiques ; 40
    - b) diffuser des atomes selon une profondeur prédéterminée (7) à la surface externe de la lame (3) afin de durcir la lame (3) au niveau des zones de contrainte principales tout en gardant un bas module élastique. 45
  9. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la profondeur prédéterminée (7) représente entre 5% et 40% de l'épaisseur totale (e) de la lame (3). 50
  10. Procédé selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** les atomes comportent au moins un non-métal. 55
  11. Procédé selon la revendication précédente, **carac-**
12. Procédé selon l'une des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce que** l'étape b) effectue un traitement thermo-chimique de diffusion.
  13. Procédé selon l'une des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce que** l'étape b) effectue un processus d'implantation ionique et de traitement de diffusion.
  14. Procédé selon l'une des revendications 8 à 13, **caractérisé en ce que** la lame (3) est enroulée lors de l'étape a) ou après l'étape b).

Fig. 1

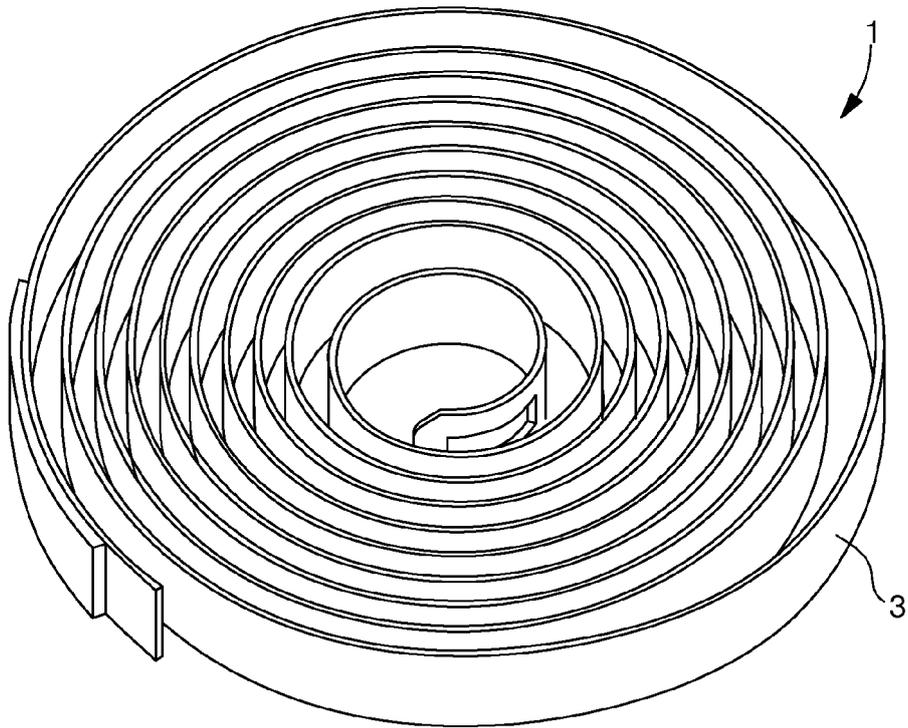
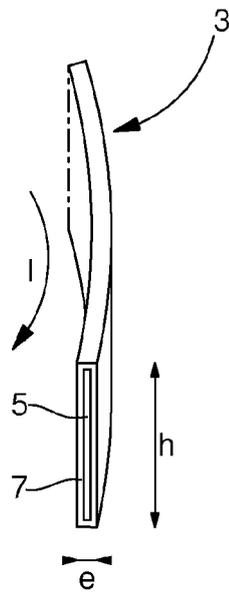


Fig. 2





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 13 16 9865

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	US 2002/191493 A1 (HARA TATSUO [JP]) 19 décembre 2002 (2002-12-19) * le document en entier * -----	1-14	INV. G04B1/14
Y	CH 323 662 A (STRAUMANN REINHARD DR [CH]) 15 août 1957 (1957-08-15) * le document en entier * -----	1-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 25 septembre 2013	Examineur Laeremans, Bart
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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		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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 13 16 9865

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.

25-09-2013

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002191493 A1	19-12-2002	CN 1418295 A	14-05-2003
		JP 2004502910 A	29-01-2004
		US 2002191493 A1	19-12-2002
		WO 0204836 A2	17-01-2002
-----			
CH 323662 A	15-08-1957	AUCUN	
-----			

EPO FORM P0480

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