



(11) **EP 1 837 721 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
26.09.2007 Bulletin 2007/39

(51) Int Cl.:
G04D 3/00 (2006.01) G04B 17/06 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06111727.1**

(22) Date de dépôt: **24.03.2006**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

- **Lipunner, Marc**
2540 Grenchen (CH)
- **Marmy, Philippe**
2900 Porrentruy (CH)
- **Krähenbühl, Benjamin**
2544 Bettlach (CH)
- **Reber, Michael**
4900 Langenthal (CH)

(71) Demandeur: **ETA SA Manufacture Horlogère Suisse**
2540 Grenchen (CH)

(74) Mandataire: **Ravenel, Thierry Gérard Louis I C B**
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Rue des Sors 7
2074 Marin (CH)

(72) Inventeurs:
• **Conus, Thierry**
2543 Lengnau (CH)

(54) **Pièce de micro-mécanique en matériau isolant et son procédé de fabrication**

(57) Une pièce de micro-mécanique en matériau isolant, tel qu'un spiral (1) en silicium de mouvement horloger à tendance à coller à une pièce voisine lorsqu'il est en mouvement, tel que le coq (9) comme représenté dans

la partie gauche de la figure. Cet inconvénient est éliminé, comme représenté dans la partie droite de la figure, en effectuant sur tout ou partie de la surface un faible dépôt de métal, de préférence inoxydable et amagnétique, tel que de l'or, du platine du rhodium ou du silicium.

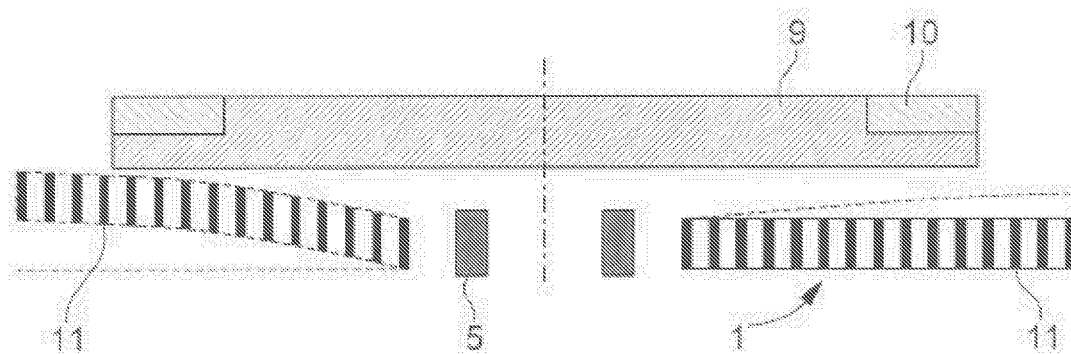


Fig. 2

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne une pièce de micro-mécanique réalisée en un matériau isolant, et plus particulièrement une pièce fixe ou mobile d'un mouvement horloger dont la proximité d'autres pièces ne perturbe pas le fonctionnement d'une pièce mobile, directement, ou indirectement par l'attraction de particules.

Arrière plan technologique

[0002] Les matériaux isolants, tels que le silicium et ses composés, le quartz, le diamant, le verre, la céramique ou autres sont de plus en plus utilisés pour réaliser des pièces de micro-mécanique horlogère, qu'il s'agisse de pièces fixes, telles que des platines ou des ponts, ou de pièces mobiles faisant par exemple partie de la chaîne cinématique, ou du système réglant telles que le spiral, le balancier ou l'échappement.

[0003] On a observé, en particulier sur un spiral totalement isolé des autres pièces par exemple par pitonnage et collage au moyen d'une colle non conductrice, que l'emploi du silicium avait un inconvénient. En effet au bout d'un certain temps de fonctionnement, un certain nombre de spires situées entre la courbe à l'extérieur et la courbe à l'intérieur du spiral a tendance à venir se coller au coq, ce qui nuit forcément à l'isochronisme du système réglant. Le même phénomène pourrait être observé avec d'autres pièces réalisées en silicium ou en un autre matériau isolant, ce qui aurait également au final un effet néfaste sur l'isochronisme.

Résumé de l'invention

[0004] La présente invention vise donc à apporter une solution au problème évoqué ci-dessus en procurant une pièce de micro-mécanique fixe ou mobile réalisée en un matériau isolant dont un traitement de surface permet d'éviter le risque de collage.

[0005] A cet effet l'invention a pour objet une pièce de micro-mécanique réalisée en un matériau isolant, tel que le silicium, et ses composés, le diamant, le verre, la céramique ou autres, dont tout ou une partie de sa surface est revêtue d'un mince dépôt métallique de préférence inférieur à 50 nm. Ce très mince dépôt invisible à l'oeil nu, mais décelable par les moyens d'analyse actuels permet de supprimer les risques d'attraction et de collage par une pièce voisine, cette attraction pouvant être due à des frottements ou des tensions susceptible de créer dans la pièce des charges électrostatiques.

[0006] Ce dépôt peut être effectué sur une pièce en matériau isolant monobloc ou composite, c'est-à-dire dont au moins la surface extérieure est en matériau isolant.

[0007] Parmi les matériaux permettant d'atteindre le but sus-indiqué on choisit de préférence les métaux

inoxydables et amagnétiques tels que l'or, le platine, le rhodium, le palladium. Ces métaux peuvent être déposés par des procédés connus permettant de contrôler l'épaisseur en ajustant les conditions opératoires, par exemple par sputtering, PVD, dopage, implantation ionique ou par un procédé électrolytique.

[0008] Dans un mode d'application préféré, ladite pièce de micro-mécanique est une pièce de la chaîne cinématique d'un mouvement horloger, telle qu'un spiral, une ancre, une roue d'échappement ou une roue dentée, ou n'importe quelle autre pièce fixe pouvant par exemple constituer le palier de l'axe d'un mobile. Dans la description détaillée qui va suivre, l'invention sera plus particulièrement illustrée par un spiral qui est la pièce la plus sensible d'un mouvement horloger.

[0009] L'invention concerne également une pièce d'horlogerie intégrant une telle pièce de micro-mécanique.

Brève description des dessins

[0010] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement dans la description qui suit d'un exemple de réalisation, donné à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente en vue de dessus partiellement arrachée un balancier-spiral pourvu d'un spiral traité selon l'invention, et
- la figure 2 est une représentation en coupe selon la ligne II-II de la figure 1, avec représentation de la partie arrachée.

Description détaillée de l'invention

[0011] L'invention sera plus particulièrement illustrée par un dispositif réglant balancier-spiral représenté à la figure 1, dans lequel le spiral 1 est réalisé, à titre d'exemple, en silicium, en adaptant les procédés de micro-usinage employés dans la fabrication de circuits intégrés ou d'accéléromètres à partir d'une plaquette de silicium ou de tout autre matériau isolant amorphe ou cristallin. On peut par exemple effectuer une attaque chimique par voie humide, un usinage à sec par plasma ou une gravure ionique réactive (RIE) en utilisant des masques appropriés au contour souhaité pour le spiral.

[0012] Compte tenu des petites dimensions, une même plaquette de silicium permet de fabriquer un lot de spiraux dont les caractéristiques sont déterminées par l'épaisseur de la plaquette et la forme des masques, lesdites caractéristiques étant calculées pour un fonctionnement du spiral dans un plan.

[0013] En se référant maintenant à la figure 2, dont la représentation en coupe est limitée au spiral 1 et au coq 9, on a représenté dans la partie gauche le comportement des spires 11 au bout d'un certain temps de fonctionnement lorsque le spiral 1 n'a subi aucun traitement. Com-

me on peut le voir, les spires 11 s'écartent de leur position normale représentée en pointillés en étant attirées par le coq 9 et peuvent même venir coller à celui-ci, ce qui perturbe évidemment la marche normale, c'est-à-dire une marche n'ayant que des mouvements d'extension/contraction dans un plan.

[0014] Dans la partie droite on a représenté le spiral 1 après traitement, la ligne en pointillés représentant la position qu'occuperaient les spires 11 en absence de traitement. Comme on le voit le spiral reste parfaitement dans un plan. On s'est en effet aperçu de façon surprenante qu'en effectuant un traitement consistant en un très faible dépôt métallique sur tout ou partie de la surface des spires, on annihilerait l'effet néfaste précédemment décrit, sans pour autant modifier les propriétés mécaniques intrinsèques du spiral. Par "très faible dépôt", on entend un dépôt ayant une épaisseur inférieure à 50 nm de préférence comprise entre 10 et 20nm. Lorsque le dépôt est inférieur à 50 nm, les propriétés mécaniques intrinsèques de la pièce ne sont pas modifiées et le dépôt est invisible à l'oeil nu, mais néanmoins décelable par les techniques actuelles d'analyse. Le métal utilisé est de préférence un métal inoxydable et amagnétique tel que l'or, le platine, le rhodium, le palladium, . Ce dépôt peut être effectué au moyen de divers procédés connus, tels que le sputtering, le dépôt PVD, l'implantation ionique ou le dépôt électrolytique.

[0015] A titre d'exemple on a effectué un dépôt d'or de 15 nm par "sputtering", c'est-à-dire en effectuant une métallisation par pulvérisation cathodique sous vide, avec une cible en or, en appliquant une tension de 60 mA pendant 15 secondes.

[0016] On vient de décrire un spiral en silicium, mais d'autres matériaux amorphes ou cristallins non conducteurs peuvent également être utilisés, tels qu'indiqués précédemment, et être traités avec une métallisation superficielle évitant les risques d'attraction ou de collage.

[0017] Il est également possible d'utiliser un matériau composite pour réaliser par exemple un spiral ayant une âme en silicium et un revêtement épais en dioxyde de silicium sur lequel sera effectué le très faible dépôt métallique.

[0018] Un "matériau composite" peut également comprendre une âme métallique noyée dans un matériau isolant.

[0019] De même l'invention n'est pas limitée à un spiral et peut s'appliquer à d'autres pièces en mouvement telles qu'une ancre, une roue d'échappement ou une roue dentée, ainsi qu'à des pièces fixes.

Revendications

1. Pièce de micro-mécanique réalisée en au moins un matériau isolant, et destinée à être intégrée dans la chaîne cinématique d'un mouvement horloger, **caractérisée en ce qu'elle est revêtue sur tout ou partie de sa surface d'un dépôt métallique conducteur.**

2. Pièce de micro-mécanique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le dépôt métallique a une épaisseur inférieure à 50 nm, de préférence comprise entre 10 et 20nm.

3. Pièce de micro-mécanique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le matériau isolant est choisi parmi le silicium et ses composés, le diamant, le verre et la céramique.

4. Pièce de micro-mécanique selon la revendication 3, **caractérisée en ce qu'elle** comporte une âme en silicium sur laquelle est formé un revêtement de dioxyde de silicium ayant une épaisseur supérieure à 50 nm.

5. Pièce de micro-mécanique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le métal utilisé pour effectuer le dépôt est un métal inoxydable et amagnétique.

6. Pièce de micro-mécanique selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le métal est choisi parmi l'or, le platine le rhodium et le palladium.

7. Pièce de micro-mécanique selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'elle** consiste en un composant de l'échappement ou du système balancier-spiral tel que un spiral, une ancre, une roue d'échappement ou une roue dentée, ou toute autre pièce fixe ou mobile.

8. Pièce d'horlogerie comportant une pièce de micro-mécanique selon une quelconque des revendications précédentes.

9. Procédé de fabrication d'une pièce de micro-mécanique selon une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes consistant à :

- usiner une pièce ou un lot de pièces dans une plaque de matériau isolant, et
- effectuer sur tout ou partie de la surface de la pièce un dépôt de métal conducteur en ajustant les conditions opératoires pour obtenir l'épaisseur désirée.

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le dépôt métallique est effectué par sputtering, PVD, dopage, implantation ionique, par un procédé électrolytique, ou tout autre procédé permettant d'obtenir un tel dépôt.

11. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le matériau isolant est du silicium recouvert de silicium et le métal est de l'or.

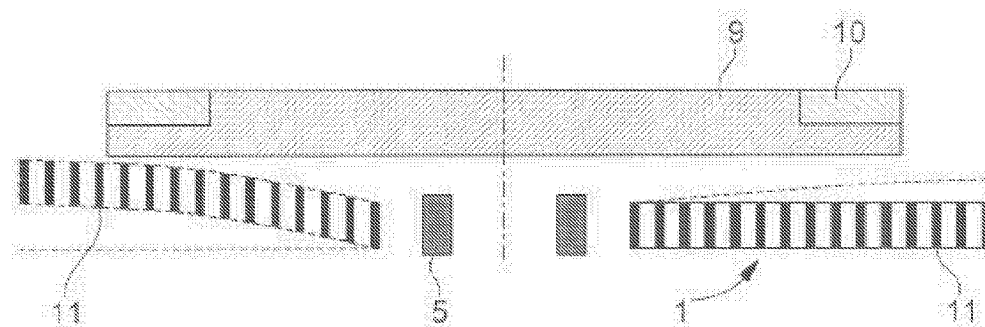
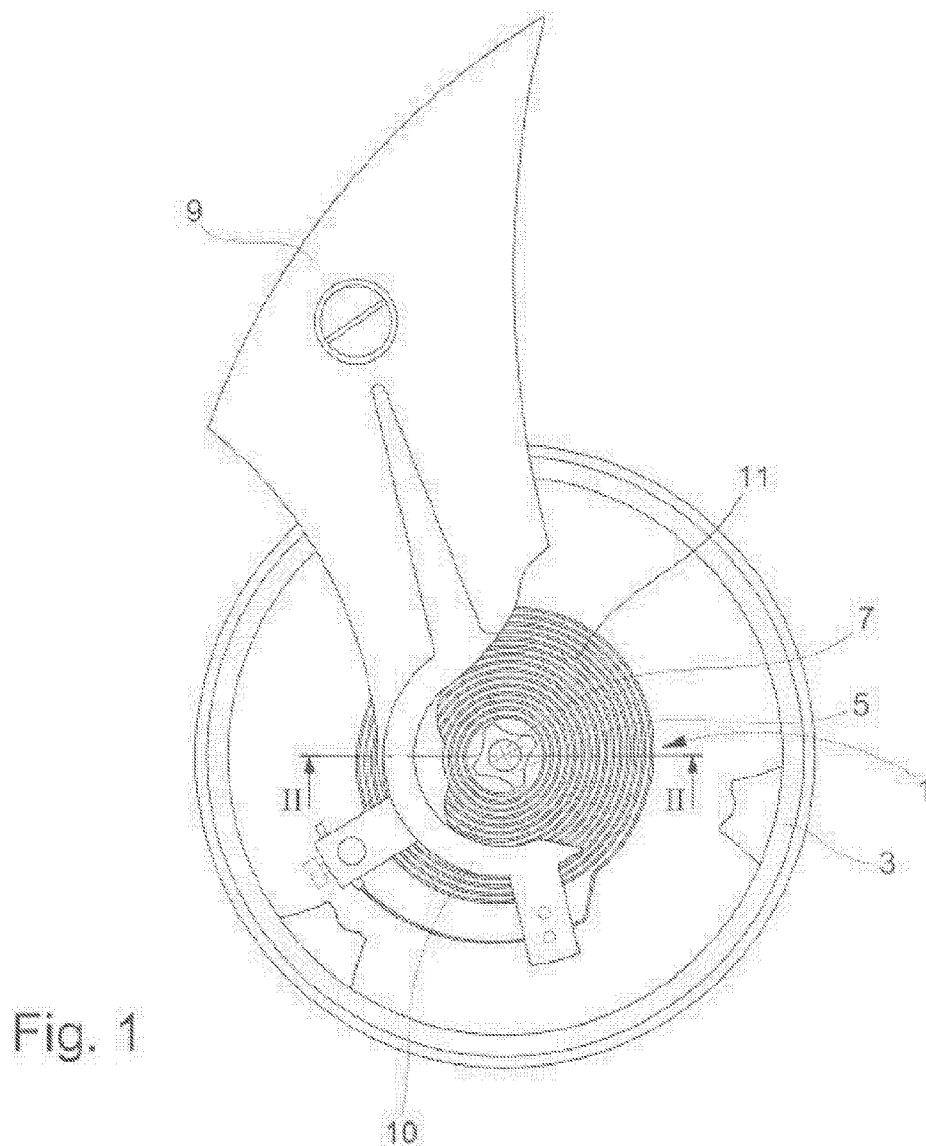


Fig. 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 06 11 1727

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	EP 0 732 635 A1 (SUISSE ELECTRONIQUE MICROTECH [CH]) 18 septembre 1996 (1996-09-18) * colonne 1, ligne 3 - colonne 10, ligne 29 * * figures 1-5 *	1-11	INV. G04D3/00 G04B17/06
A	EP 1 422 436 A1 (CSEMCT SUISSE D ELECTRONIQUE E [CH] SUISSE ELECTRONIQUE MICROTECH [CH]) 26 mai 2004 (2004-05-26) * alinéas [0001] - [0040] * * figures 1-3 *	1-11	
A	WO 2004/029733 A2 (FORE EAGLE CO LTD [CN]; GYGAX PIERRE [CH]) 8 avril 2004 (2004-04-08) * page 1, ligne 4 - page 8, ligne 10 * * figures 1-5 *	1-11	
A	US 2002/171150 A1 (RUDHARD JOACHIM [DE]) 21 novembre 2002 (2002-11-21) * alinéas [0001] - [0025] * * figures 1-7 *	1-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	WO 99/36941 A2 (CORNELL RES FOUNDATION INC [US]) 22 juillet 1999 (1999-07-22) * page 1, ligne 5 - page 5, ligne 32 * * figures 1-6 *	1-11	G04B B81C H02K
A	WO 2004/020329 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]; KIM SUNG-CHUL [KR]; YOON YONG-SEOP [K]) 11 mars 2004 (2004-03-11) * abrégé * * figure 21 *	1-11	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 19 janvier 2007	Examineur Burns, Michael
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	

1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

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

EP 06 11 1727

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.

19-01-2007

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0732635	A1	18-09-1996	DE 69608724 D1 DE 69608724 T2 FR 2731715 A1	13-07-2000 08-02-2001 20-09-1996
EP 1422436	A1	26-05-2004	AT 307990 T AU 2003271504 A1 WO 2004048800 A1 CN 1717552 A DE 60206939 D1 DE 60206939 T2 HK 1067687 A1 JP 2006507454 T US 2005281137 A1	15-11-2005 18-06-2004 10-06-2004 04-01-2006 01-12-2005 27-07-2006 19-05-2006 02-03-2006 22-12-2005
WO 2004029733	A2	08-04-2004	AU 2003205503 A1 EP 1543386 A2	19-04-2004 22-06-2005
US 2002171150	A1	21-11-2002	AUCUN	
WO 9936941	A2	22-07-1999	EP 1062684 A2 JP 2002510139 T	27-12-2000 02-04-2002
WO 2004020329	A	11-03-2004	AU 2003206225 A1 JP 2005519784 T KR 20040020305 A US 2005139577 A1	19-03-2004 07-07-2005 09-03-2004 30-06-2005

EPO FORM P0460

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