



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
14.09.2016 Bulletin 2016/37

(51) Int Cl.:
G04B 31/08 (2006.01) **G04B 15/14 (2006.01)**
G04D 3/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **15158945.4**

(22) Date de dépôt: **13.03.2015**

(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

Etats de validation désignés:

MA

(71) Demandeur: **The Swatch Group Research and
Development Ltd.
2074 Marin (CH)**

(72) Inventeurs:
• **Marlot Doerr, Agnès
2000 Neuchâtel (CH)**
• **Burri, Yves
1066 Epalinges (CH)**

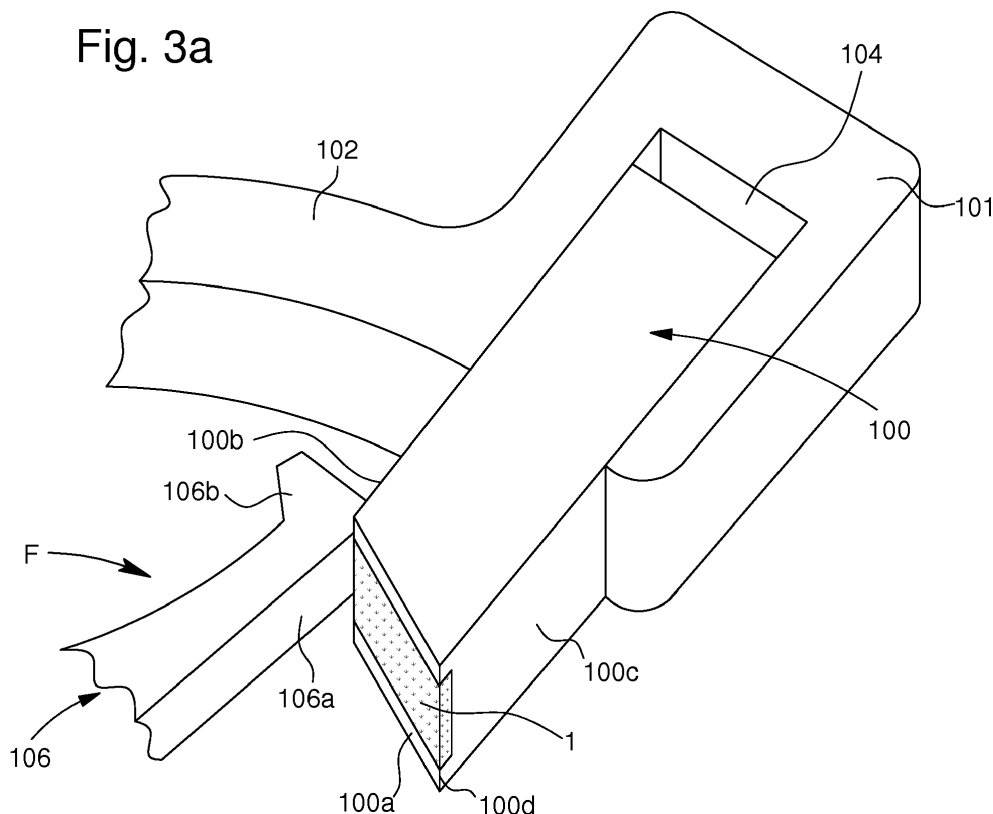
(74) Mandataire: **Ravenel, Thierry Gérard Louis et al
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)**

(54) **Reservoir tribologique micro-structure**

(57) Pièce de micromécanique, destinée notamment aux mécanismes d'horlogerie, comprenant localement au moins une zone microstructurée au moyen d'un laser,

la zone microstructurée présentant une surface tridimensionnelle formée de microcavités configurées pour servir de réservoir pour une substance lubrifiante.

Fig. 3a



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention se rapporte aux pièces de micromécanique, notamment à celles d'une montre mécanique, dont certaines des pièces mobiles sont amenées à être lubrifiées.

Arrière-plan de l'invention

[0002] Il est connu que dans les mécanismes d'horlogerie, nombreuses sont les pièces en mouvement et en contact avec frottement les unes avec les autres. Ces frottements doivent être réduits le plus possible car ils peuvent affecter la précision et/ou l'autonomie du mécanisme.

[0003] En effet, les frottements entraînent une usure des pièces, une augmentation de la consommation d'énergie pour déplacer les pièces et un ralentissement du mouvement.

[0004] Pour réduire ces frottements il est donc connu d'utiliser des lubrifiants liquides ou visqueux. Ces lubrifiants sont utilisés parcimonieusement sur des zones bien définies et en quantités adaptées. Ce type de lubrifiant doit être capable de se glisser entre deux pièces pour minimiser le frottement ou doit être déposé au cours du montage. A contrario des capacités à se glisser entre deux pièces, il peut également s'échapper de l'espace où il a été déposé. Il est en outre très sensible aux conditions environnementales de température et d'humidité relative car sa viscosité évolue en fonction de celles-ci.

[0005] Un inconvénient d'une telle solution est que ces lubrifiants liquides ou visqueux se modifient dans le sens de la dégradation, par exemple en se chargeant de poussières ou en devenant plus visqueux ou en perdant de leurs capacités lubrifiantes par oxydation.

[0006] Un autre inconvénient est que ce type de lubrifiant étant fluide ou visqueux, le mouvement des pièces tend à déplacer le lubrifiant de la zone des contacts vers une zone non soumise à frottement.

[0007] Il est donc nécessaire de procéder régulièrement à un entretien qui consiste à nettoyer les pièces en frottement et remplacer le lubrifiant usagé par un lubrifiant neuf aux endroits appropriés.

[0008] La lubrification d'un mécanisme horloger a pour but de maîtriser les frottements des pièces en mouvement. Elle obéit à des règles complexes et précises afin de garantir une fiabilité maximale et durable. Son action, par un film d'huile ou de graisse, empêche le contact direct des matières en présence, ce qui se traduit par une diminution des pertes d'énergie et de l'usure, dues aux frottements, ainsi qu'une augmentation du rendement mécanique. Selon les pièces en contact, différentes huiles ou graisses sont appliquées avec des viscosités variables et dans des quantités bien déterminées.

[0009] En pratique, des pertes de lubrification sont observées dans le temps comme par exemple sur des pié-

ces en rotation qui exercent un effet projection et favorisent la fuite. Par conséquent, des entretiens réguliers (nettoyage et/ou épilavage et huilage) doivent être effectués sur les mouvements. Pour diminuer la fréquence et les coûts de ces entretiens, différentes solutions ont été envisagées et appliquées dans l'industrie horlogère.

[0010] La première solution est axée sur des formulations spéciales de lubrifiant. Le lubrifar en est un exemple. Il correspond à un mélange d'huile Moebius 9010 et de particules solides de MoS₂. En production, ce mélange est déposé par spray sur les flancs de roues d'échappement, donnant une coloration typique noire et pâteuse. Les micrograins permettent de piéger, telle une éponge, l'huile thixotrope 9415 appliquée dans un second temps sur la roue. Le lubrifar assure ainsi un fonctionnement plus stable et durable qu'une lubrification standard. Cependant, il pose de forts problèmes esthétiques, surtout pour les marques haut de gamme qui ont de hauts critères dans ce domaine.

[0011] Une autre solution consiste à structurer la matière de base constituant la pièce mouvement. Une telle solution est décrite dans le document DE 102009046647. La pièce de base en aluminium ou alliage d'aluminium comprend un revêtement à base d'oxydes formé par oxydation anodique. Ce revêtement bien que dur possède une structure alvéolaire avec des pores pouvant recevoir une huile, graisse ou un lubrifiant solide. Cependant, une telle solution ne permet pas d'être appliquée de façon sélective sur des zones précisément délimitées de la pièce. De plus, elle est limitée à un seul type de matière de base, à savoir les alliages à base d'aluminium.

Résumé de l'invention

[0012] L'invention a notamment pour objectif de pallier les différents inconvénients de ces techniques connues.

[0013] Plus précisément, un objectif de l'invention est de fournir une lubrification localisée permettant d'optimiser le rôle du lubrifiant.

[0014] L'invention a également pour objectif, au moins dans un mode de réalisation particulier, de fournir une lubrification qui soit fiable et durable.

[0015] Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront plus clairement par la suite, sont atteints selon l'invention à l'aide d'une pièce de micromécanique, destinée notamment aux mécanismes d'horlogerie, comprenant localement au moins une zone microstructurée au moyen d'un laser, la zone microstructurée présentant une surface tridimensionnelle formée de microcavités configurées pour servir de réservoir pour une substance lubrifiante.

[0016] Ainsi, l'objet de la présente invention, par ses différents aspects fonctionnels et structurels décrits ci-dessus, permet d'obtenir une pièce dont les zones soumises aux frottements présentent une lubrification localisée permettant d'optimiser le rôle du lubrifiant et d'en augmenter l'efficacité en concentrant le lubrifiant dans les zones soumises aux frottements, la technique de gra-

vure par laser présentant l'avantage d'offrir une très grande précision de réalisation.

[0017] Conformément à d'autres variantes avantageuses de l'invention :

- la zone microstructurée présente un réseau de microcavités distribuées de manière régulière ;
- la profondeur P des microcavités est inférieure ou égale à 100 μm ;
- le diamètre L des microcavités est comprise entre 0.1 μm et 100 μm , et de préférence entre 1 μm et 10 μm ;
- la profondeur P et le diamètre L des microcavités peuvent varier au sein d'une même zone microstructurée ;
- la profondeur P des microcavités est supérieure au diamètre L des microcavités ;
- les microcavités se présentent sous la forme de trous ou de canyons ;
- la zone microstructurée est réalisée par un procédé d'usinage par impulsions laser, par exemple picoseconde ou femtoseconde ;
- la zone microstructurée est en métal, céramique, polymère ou composite. Comme métal ou alliage métallique, on peut citer en exemple l'acier, l'aluminium, le titane, le laiton, le nickel ou l'or ;
- la zone microstructurée peut aussi être en rubis, en silicium, en quartz ou encore en diamant.

[0018] Selon l'invention, la zone microstructurée peut être une paroi intérieure d'un barillet, un axe de mobile en rotation, des palettes d'échappement, des dents de roue d'échappement, ou encore des pierres de pivotement.

Description sommaire des dessins

[0019] 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 :

- les figures 1a et 2a sont des vues schématiques de dessus d'une zone microstructurée selon deux modes de réalisation distincts ;
- les figures 1b et 2b sont respectivement des vues en coupe selon les plans II et III des figures 1a et 2a ;
- les figures 3a et 3b illustrent respectivement une vue en perspective d'une palette d'échappement présentant une zone microstructurée et une vue en cou-

pe de la palette.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0020] Une pièce de micromécanique selon un mode de réalisation particulier va maintenant être décrite dans ce qui suit faisant référence conjointement aux figures 1a, 1b, 2a, 2b, 3a et 3b.

[0021] L'invention concerne une pièce de micromécanique, destinée notamment aux mécanismes d'horlogerie, comprenant localement au moins une zone microstructurée 1 au moyen d'un laser, la zone microstructurée 1 présentant une surface tridimensionnelle formée de microcavités 10 configurées pour servir de réservoir pour une substance lubrifiante.

[0022] Un premier mode de réalisation est illustré à la figure 1a, et représente schématiquement une zone microstructurée 1 d'une pièce de micromécanique. On peut observer des microcavités 10 formées sur la surface de la pièce de manière régulière.

[0023] La zone microstructurée 1 est formée par un réseau de microcavités 10 formées au moyen d'un laser dont la durée des impulsions est de l'ordre de la femtoseconde c'est-à-dire 10^{-15} seconde (typiquement 100 fs). La durée des impulsions peut aller de la femtoseconde à la picoseconde (10^{-12} seconde). Le laser est utilisé afin de modifier la structure de la pièce de micromécanique et former localement une zone microstructurée 1 présentant une surface tridimensionnelle. A cet effet, le laser est mis en mouvement de manière à ce qu'il balaie la surface de la pièce à microstructurer afin de provoquer localement une modification de la structure du matériau de la pièce.

[0024] On peut également imaginer que c'est la pièce qui est mise en mouvement, ou bien une combinaison des deux, de manière à modifier la structure de la pièce.

[0025] Selon l'invention, la zone microstructurée 1 présente un réseau de microcavités 10 distribuées de manière régulière en suivant un schéma précis comme illustré à la figure 1a. La distribution des microcavités peut bien évidemment être réalisée de manière aléatoire en programmant les déplacements du laser et/ou de la pièce.

[0026] Les microcavités 10 formant la surface tridimensionnelle peuvent être définies selon les trois paramètres suivants : la forme, les dimensions, à savoir le diamètre L et la profondeur P, et la surface de recouvrement.

[0027] La profondeur P des microcavités 10 est avantageusement inférieure ou égale à 100 μm , et le diamètre L des microcavités 10 est compris entre 0.1 μm et 100 μm , et de préférence entre 1 μm et 10 μm .

[0028] Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la profondeur P et le diamètre L des microcavités 10 peuvent varier au sein d'une même zone microstructurée 1. On peut par exemple envisager qu'un premier tiers de la zone microstructurée 1 présente des microcavités 10 ayant une profondeur de 1 μm et un diamètre

de 10 μm , qu'un deuxième tiers de la zone microstructurée 1 présente des microcavités 10 ayant une profondeur de 10 μm et un diamètre de 100 μm , et qu'un troisième tiers présente des microcavités 10 ayant une profondeur de 1 μm et un diamètre de 10 μm . Ainsi les combinaisons peuvent varier en fonction des besoins de l'homme du métier, c'est-à-dire en fonction du type d'application et du type de pièce.

[0029] Selon une variante de l'invention, la profondeur P des microcavités 10 est supérieure au diamètre L des microcavités, de l'ordre de trois par exemple.

[0030] Selon les besoins de l'homme du métier, les microcavités 10 peuvent prendre différentes formes, et être par exemple de forme hémisphérique, elliptique, parallélépipédique ou encore se présenter sous la forme de rainures. Des modes de réalisation présentant respectivement des microcavités 10 de forme hémisphérique et des microcavités 10 sous la forme de rainures sont illustrés aux figures 1 a et 2a.

[0031] Selon l'invention, les microcavités 10 formant la zone microstructurée 1 peuvent occuper une surface variable, par exemple les microcavités peuvent occuper 20% de la surface de la zone microstructurée de manière à ne pas saturer de substance lubrifiante la zone microstructurée 1.

[0032] Comme on peut l'observer sur la vue en coupe à la figure 1b, selon la ligne II-II de la figure 1a, le diamètre L des microcavités 10 peut varier en fonction de la profondeur P. Il en est de même pour la largeur L des rainures sur la vue en coupe à la figure 2b, selon la ligne III-III de la figure 1 b.

[0033] Selon la pièce de micromécanique recevant la modification, la zone à microstructurer peut être en métal, en alliage métallique, céramique, polymère ou composite. Les métaux ou alliages métalliques peuvent être par exemple en acier, aluminium, titane, laiton, nickel ou en or. La zone à microstructurer peut aussi être en rubis, en silicium, en quartz ou encore en diamant.

[0034] Les pièces de micromécanique présentant au moins une zone microstructurée 1 peuvent être, par exemple, une paroi intérieure d'un barillet, un axe de mobile en rotation, des palettes d'échappement, des dents de roue d'échappement, ou encore des pierres de pivotement.

[0035] Un exemple de réalisation pour une palette 100 d'une ancre est illustré aux figures 3a et 3b.

[0036] En se référant aux figures 3a et 3b, on observe une palette d'ancre 100. La palette est une pièce généralement en rubis dont toutes les faces sont polies et qui est chassée et collée dans un logement 104 ménagé dans le bras 101 d'une ancre 102. La palette 100 comprend un plan d'impulsion 100a, un plan de repos 100b et un plan de fuite 100c, le plan d'impulsion 100a et le plan de fuite 100c se coupant selon une arrête de sortie ou bec d'impulsion 100d. Le plan d'impulsion 100a et le plan de repos 100b coopèrent respectivement avec les dents 106 d'une roue d'échappement et plus particulièrement avec le plan de repos 106a et le bec de repos

106b des dents 106. La roue d'échappement tourne de manière classique pas à pas dans le sens de la flèche F. Les points de lubrification particulièrement importants sont donc le plan d'impulsion 100a et le plan de repos 100b de sorte qu'une présence de lubrifiant entre les dents de la roue d'échappement et ces plans est nécessaire au cours des différentes phases de fonctionnement de l'échappement.

[0037] Pour ce faire, la palette 100 comprend une zone microstructurée servant de réservoir pour ce lubrifiant. On notera que les dimensions de la zone microstructurée sont sensiblement équivalentes ou supérieures à celles de la dent 106 de roue d'échappement.

[0038] Selon l'invention, la zone microstructurée relie le plan de fuite 100c au plan d'impulsion 100a et au plan de repos 100b de manière à établir une zone de lubrification sur la surface en contact avec les dents 106 de la roue d'échappement.

[0039] Comme on peut l'observer sur la figure 3b, le lubrifiant 107 qui est déposé sur la zone microstructurée de la palette 100 sous la forme d'une goutte s'introduit par capillarité dans les microcavités et remplit ces dernières jusqu'à ce que se forme une goutte 107a qui fait légèrement saillie à partir du plan d'impulsion 100a. Une goutte 107b se forme également sur le plan de repos 100b lorsque la palette 100 est en contact avec la dent 106.

[0040] Grâce à ces différents aspects de l'invention, on dispose d'une palette d'échappement présentant une lubrification localisée permettant d'optimiser le rôle du lubrifiant et d'en augmenter l'efficacité en concentrant le lubrifiant dans les zones soumises aux frottements. Le lubrifiant étant piégé dans la zone microstructurée, les phénomènes de fuites et migrations sont diminués et la durée de la lubrification est considérablement augmentée. De même, la fréquence et les coûts d'entretien du mouvement de la montre sont diminués.

[0041] 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, toute pièce formant le mouvement d'une montre et soumise à des frottements est susceptible de comprendre une zone microstructurée telle que décrite précédemment.

NOMENCLATURE

[0042]

- 1. Zone microstructurée,
- 10. Microcavité,
- 100. Palette,
- 100a. Plan d'impulsion,
- 100b. Plan de repos,
- 100c. Plan de fuite,
- 100d. Arrête de sortie,
- 101. Bras,
- 102. Ancre,

104. Logement,
 106. Dent,
 106a. Plan de repos,
 106b. Bec de repos,
 107a, 107b. Goutte de substance lubrifiante,
 P. Profondeur de la microcavité,
 L. Diamètre ou largeur de la microcavité.

nage par impulsions laser picoseconde ou femtoseconde.

Revendications

1. Pièce de micromécanique, destinée notamment aux mécanismes d'horlogerie, comprenant localement au moins une zone microstructurée (1) au moyen d'un laser, la au moins une zone microstructurée (1) présentant une surface tridimensionnelle formée de microcavités (10) configurées pour servir de réservoir pour une substance lubrifiante.

2. Pièce de micromécanique selon la revendication 1, dans laquelle la au moins une zone microstructurée (1) présente un réseau de microcavités (10) distribuées de manière aléatoire.

3. Pièce de micromécanique selon la revendication 1, dans laquelle la au moins une zone microstructurée (1) présente un réseau de microcavités (10) distribuées de manière régulière.

4. Pièce de micromécanique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle la profondeur P des microcavités (10) est inférieure ou égale à 100 μm .

5. Pièce de micromécanique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle le diamètre L des microcavités (10) est comprise entre 0.1 μm et 100 μm , et de préférence entre 1 μm et 10 μm .

6. Pièce de micromécanique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans laquelle la profondeur P et le diamètre L des microcavités (10) peuvent varier au sein d'une même zone microstructurée (1).

7. Pièce de micromécanique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle la profondeur P des microcavités (10) est supérieure au diamètre L des microcavités (10).

8. Pièce de micromécanique selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle les microcavités (10) peuvent être de forme hémisphérique, elliptique, parallélépipédique ou encore sous forme de rainures.

9. Pièce de micromécanique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle la zone microstructurée (1) est réalisée par un procédé d'usi-

10. Pièce de micromécanique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle la zone microstructurée (1) est en métal, alliage métallique, céramique, polymère, composite, silicium, rubis, quartz ou en diamant.

11. Pièce de micromécanique selon la revendication 10, dans laquelle le métal ou l'alliage métallique est à base d'acier, d'aluminium, de laiton, de nickel, de titane ou d'or.

12. Pièce de micromécanique selon la revendication 10 ou 11, dans laquelle la zone microstructurée (1) peut être une paroi intérieure d'un barillet, un axe de mobile en rotation, des palettes d'échappement, des dents de roue d'échappement, ou encore des pierres de pivotement.

Fig. 1a

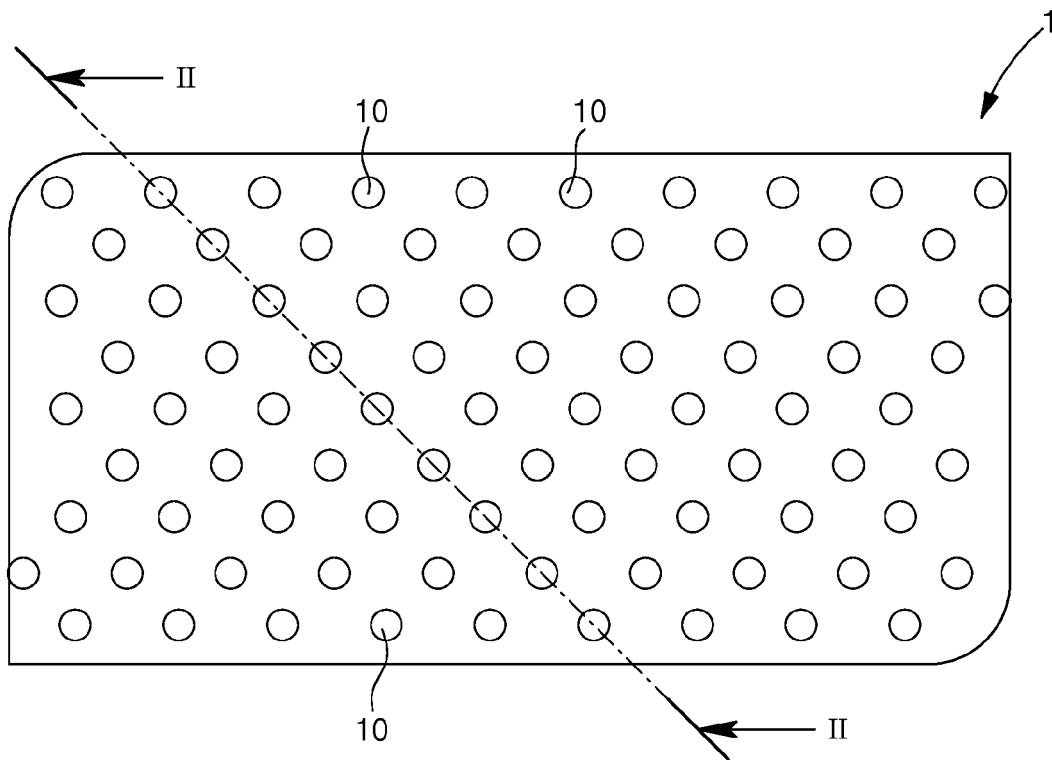
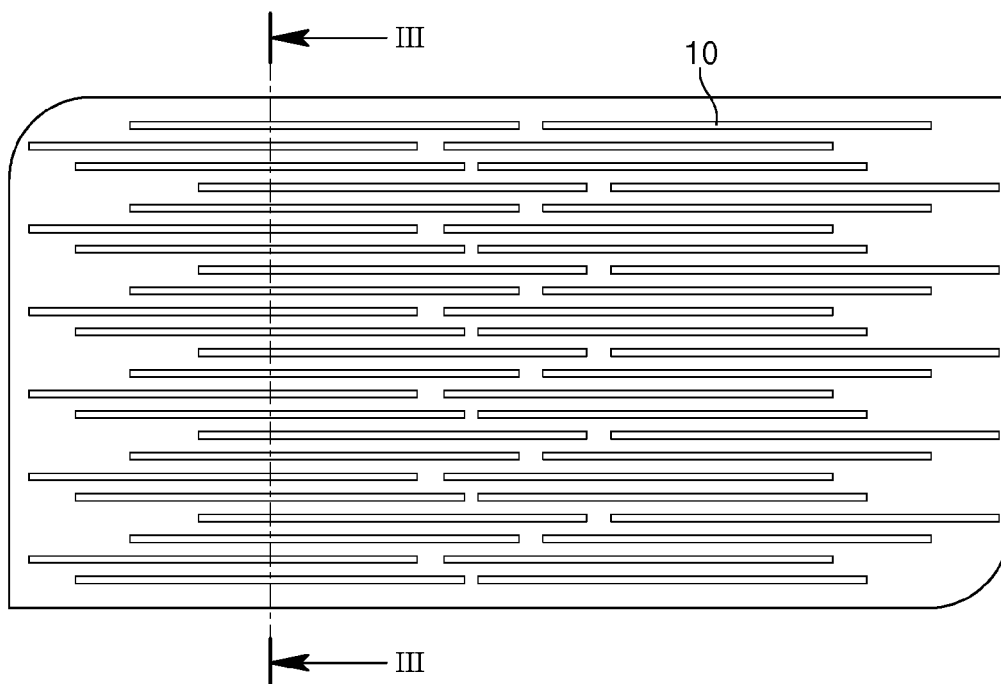


Fig. 2a



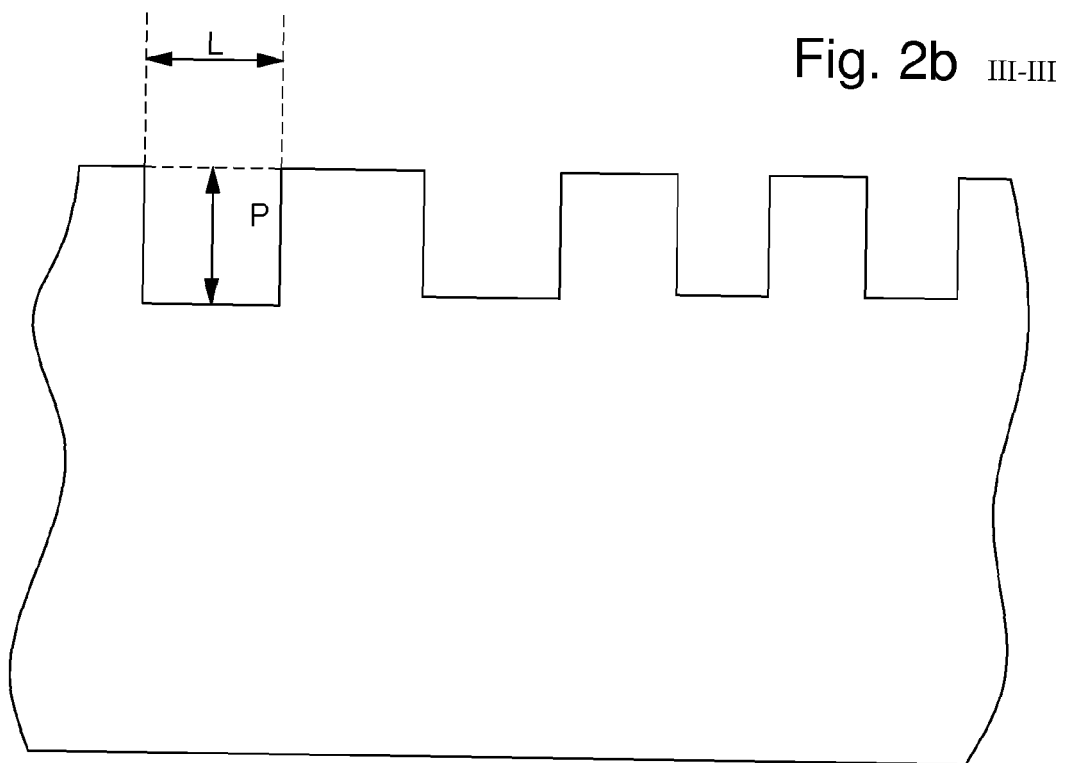
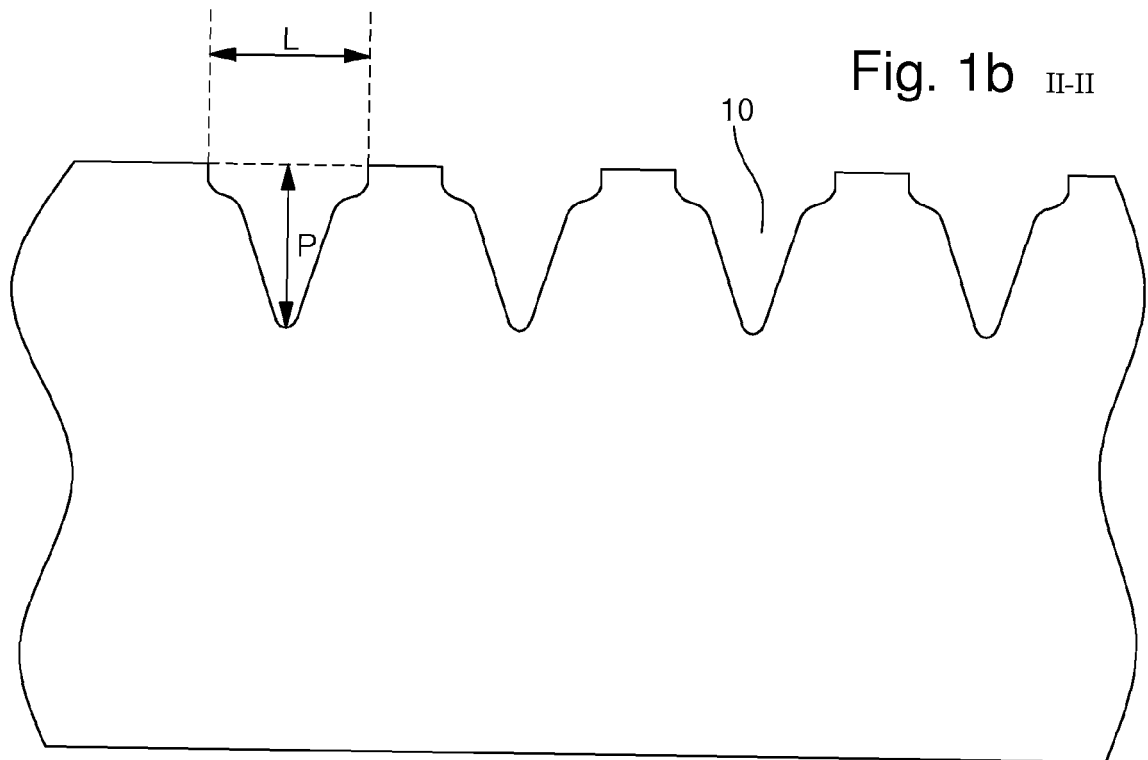


Fig. 3a

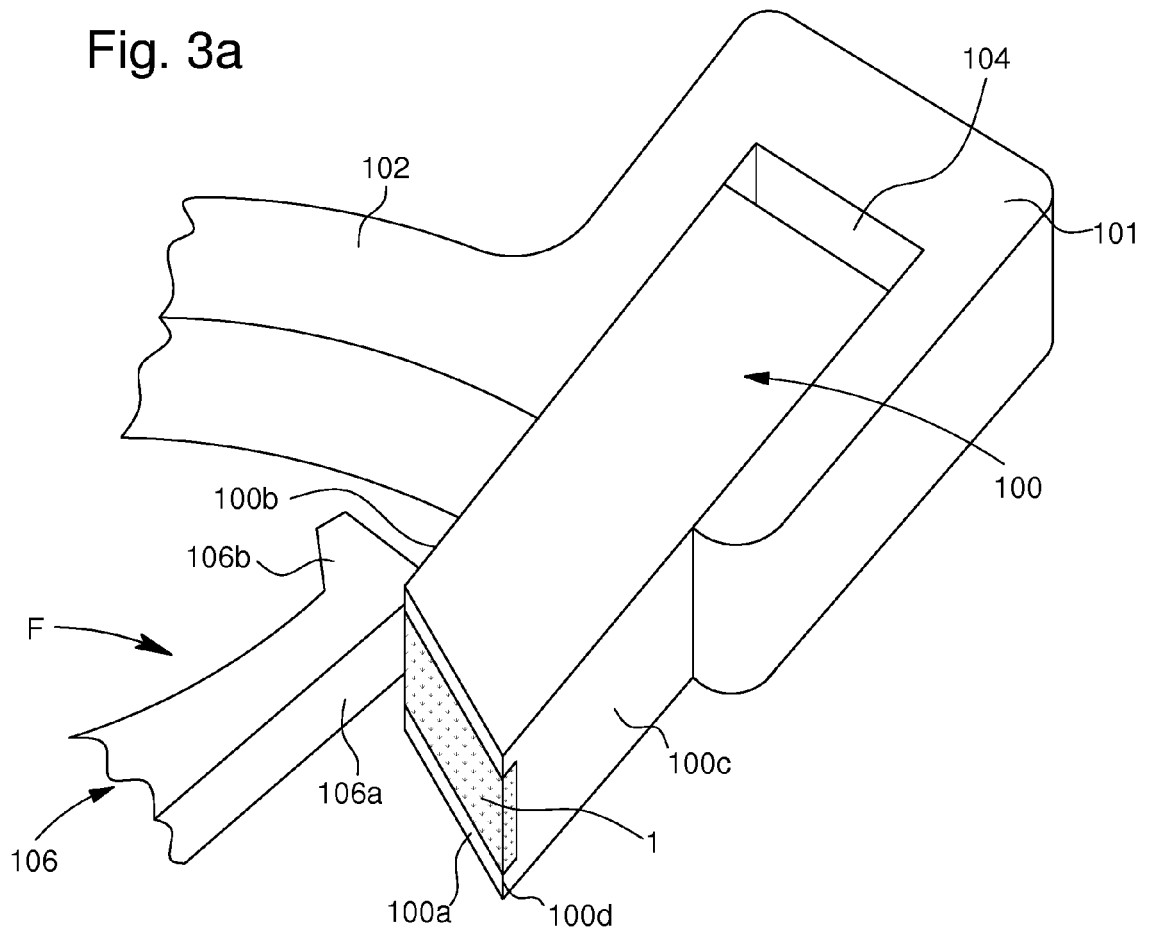
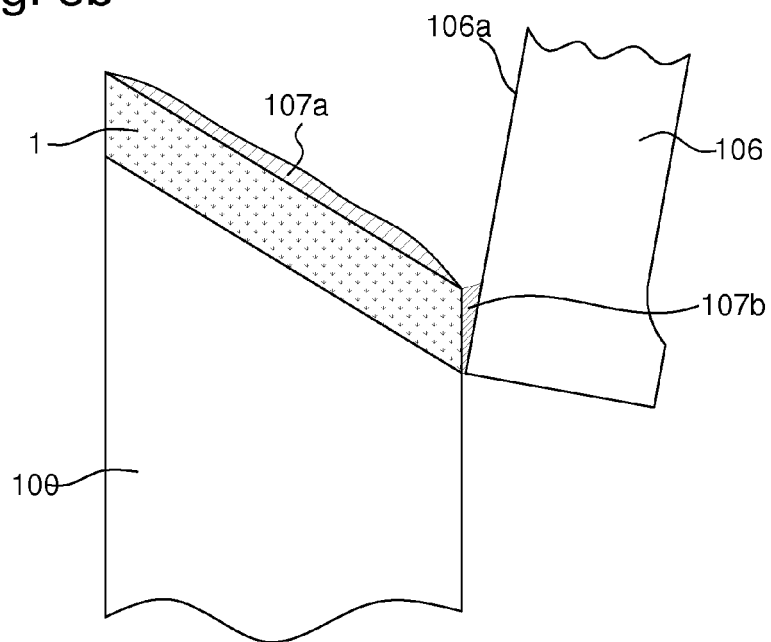


Fig. 3b





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 15 15 8945

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	CH 685 463 B5 (HORMEC TECHNIC SA) 31 juillet 1995 (1995-07-31)	1-10,12	INV. G04B31/08
A	* colonne 2, ligne 11 - ligne 65; figures 2, 3 *	11	G04B15/14 G04D3/00
X	EP 1 637 938 A1 (GLASHUETTER UHRENBETRIEB GMBH [DE]) 22 mars 2006 (2006-03-22)	1-3,5-7,9,10,12	
A	* alinéas [0014], [0015], [0021]; figure 1 *	4,8,11	
X,D	DE 10 2009 046647 A1 (SCHMIDT LOTHAR [CH]) 19 mai 2011 (2011-05-19)	1-7,11,12	
A	* alinéas [0031], [0037]; revendication 1; figure 3 *	8-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B G04D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		26 novembre 2015	Musielak, Marion
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 15 15 8945

5 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.

26-11-2015

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CH 685463 B5	31-07-1995	CH 685463G A3	31-07-1995
		JP 2657630 B2	24-09-1997
		JP H0850183 A	20-02-1996
EP 1637938 A1	22-03-2006	CN 1749886 A	22-03-2006
		EP 1637938 A1	22-03-2006
		HK 1085279 A1	24-12-2010
		JP 4669354 B2	13-04-2011
		JP 2006084466 A	30-03-2006
		US 2006062087 A1	23-03-2006
DE 102009046647 A1	19-05-2011	AUCUN	

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- DE 102009046647 [0011]