

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43)

Date de publication:

12.06.2002 Bulletin 2002/24

(51)

Int Cl.7:

G04D 7/10

(21)

Numéro de dépôt:

00204369.3

(22)

Date de dépôt:

07.12.2000

(84) Etats contractants désignés: AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR Etats d'extension désignés: AL LT LV MK RO SI	(72) Inventeur: Serex, Florian 2515 Prêles (CH)
(71) Demandeur: Eta SA Fabriques d'Ebauches 2540 Grenchen (CH)	(74) Mandataire: Surmely, Gérard et al I C B Ingénieurs Conseils en Brevets SA, Rue des Sors 7 2074 Marin (CH)

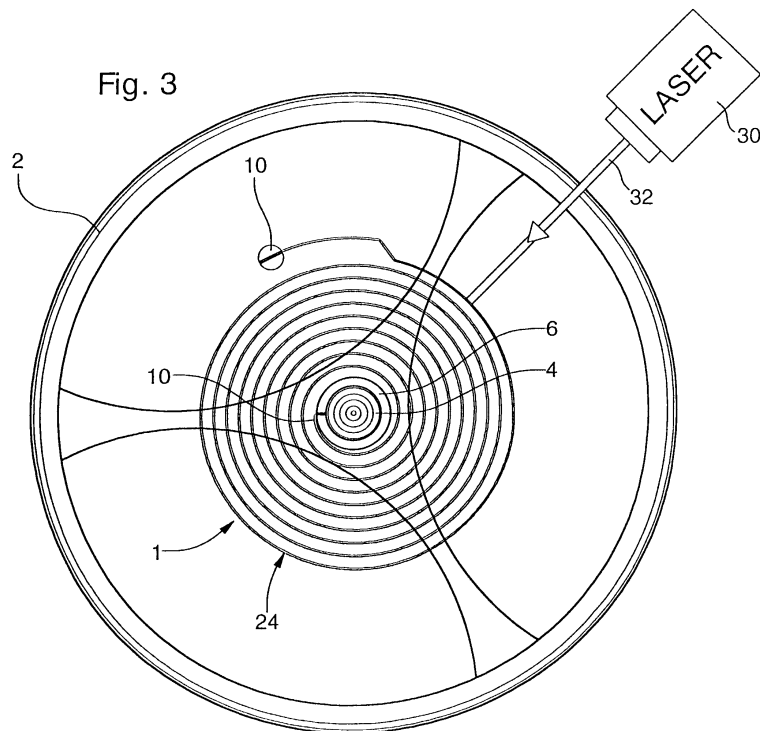
(54)

Procédé de réglage de la fréquence d'oscillation d'un balancier-spiral pour une pièce d'horlogerie mécanique

(57)

Afin de régler la fréquence d'oscillation d'un balancier-spiral (2,1) destiné à ou équipant une pièce d'horlogerie mécanique, il est prévu dans une première étape de fabriquer un spiral (1) avec un couple d'élasticité supérieure à un couple de référence correspondant à la fréquence d'oscillation prévue pour le balancier-spiral. Une fois le balancier-spiral assemblé, on effectue un usinage du spiral au moyen d'un faisceau laser (32) pour diminuer son couple élastique jusqu'à ce qu'il at-

teigne sensiblement le couple élastique de référence. En particulier, l'usinage laser consiste à enlever de la matière pour, soit diminuer la hauteur (H) du spiral dans certaines régions, soit de diminuer l'épaisseur du ruban (36) formant ce spiral. Cette invention permet de s'affranchir de moyens de réglage traditionnels, notamment de goupilles associées à une raquette. Ceci permet d'éviter les erreurs de marche de la pièce d'horlogerie en fonction de sa position.



Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de réglage de la fréquence d'oscillation d'un balancier-spiral équipant une pièce d'horlogerie mécanique. L'ensemble régulateur d'un mouvement horloger sera décrit brièvement ci-après à l'aide des figures 1 et 2 annexées. De manière classique, cet ensemble régulateur comprend un spiral 1 associé à un balancier 2. Le spiral est relié à l'axe 4 du balancier au moyen d'une virole 6. L'extrémité extérieure 8 du spiral est fixée à un piton 10 solidaire du pont de balancier 12 (coq). L'oscillation du balancier-spiral est entretenue par la roue d'échappement 14 en prise avec le rouage du mouvement.

[0002] Pour régler la fréquence d'oscillation du balancier-spiral, il est prévu de manière classique deux goupilles 16 et 17 fixées à une raquette 18 susceptible d'être déplacée en rotation par exemple au moyen d'une vis excentrique 20. Ainsi, en variant la position des goupilles, on varie la longueur active du spiral. Le couple élastique du spiral étant inversement proportionnel à la longueur active du spiral, la fréquence d'oscillation du balancier-spiral est sensiblement inversement proportionnelle à la racine carrée de cette longueur active. Ainsi, pour régler la fréquence de marche du mouvement horloger, il est prévu en général dans l'art antérieur un système de réglage comprenant une raquette et des goupilles entre lesquelles passe la partie terminale 22 de la spire extérieure 24 de ce spiral 1.

[0003] On notera qu'il existe d'autres systèmes de réglage agissant notamment sur le moment d'inertie du balancier 2. Tous ces moyens nécessitent l'agencement d'un certain nombre de composants destinés au réglage de la fréquence d'oscillation du balancier-spiral.

[0004] De plus, dans le cas représenté aux figures 1 et 2, l'ajustement des deux goupilles 16 et 17 est relativement délicat. On constate souvent que selon la position du mouvement dans l'espace, l'action des goupilles est plus ou moins efficace de sorte que la longueur active du spiral varie selon cette position. Ceci est bien sûr néfaste pour la marche de la pièce d'horlogerie et donc pour l'exactitude de l'heure ou intervalle de temps affiché par celle-ci.

[0005] Le but de la présente invention consiste à pallier les inconvénients susmentionnés en proposant un procédé de réglage de la fréquence d'un balancier-spiral efficace, peu onéreux et permettant de simplifier la construction de l'ensemble régulateur.

[0006] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de réglage de la fréquence d'oscillation d'un balancier-spiral selon les étapes mentionnées à la revendication 1, au cours desquelles on utilise un usinage au laser du spiral pour diminuer le couple élastique de ce dernier jusqu'à atteindre un couple élastique de référence correspondant sensiblement à la fréquence de référence pour l'oscillation du balancier-spiral. On notera ici que la connaissance du couple élastique de référence n'est pas nécessaire étant donné que le réglage peut être fait

en une ou plusieurs étapes successives en mesurant la fréquence du balancier-spiral assemblé. Par contre, dans le cadre de la présente invention, il est nécessaire que le spiral prêt au montage, pour une longueur donnée entre les points de fixation à la virole 6 et au piton 10, présente un couple élastique supérieur au couple élastique de référence susmentionné. En effet, l'usinage laser a pour effet de diminuer le couple élastique du spiral, comme cela sera exposé ci-après de manière plus détaillée.

[0007] On notera que le réglage de la fréquence d'oscillation du balancier-spiral peut être effectuée lors d'une étape préliminaire, précédant le montage de ce balancier-spiral dans un mouvement horloger. Dans une variante, un pré-réglage peut être effectué selon l'invention dans cette étape préliminaire et un réglage fin, également à l'aide d'un faisceau laser, est effectué une fois le balancier-spiral monté dans le mouvement horloger pour permettre de régler précisément la fréquence d'oscillation de ce balancier-spiral en situation réelle de fonctionnement et ainsi assurer une marche exacte du mouvement horloger.

[0008] Grâce aux caractéristiques de la présente invention, aucun élément spécifique au réglage de la fréquence d'oscillation du balancier-spiral n'est nécessaire. En particulier, l'ensemble régulateur ne comporte de préférence plus de goupilles de raquette. Ainsi, les problèmes de variation de marche selon la position du mouvement, due au passage de la spire extérieure du spiral entre les goupilles, sont éliminés. On notera toutefois qu'il est possible, dans un mode de réalisation particulier, d'équiper le balancier de moyens de réglage fin de son moment d'inertie de manière à permettre un réglage ultérieur après une certaine période de fonctionnement du mouvement horloger. En effet, la présente invention est particulièrement adaptée à un réglage en usine ou atelier d'horlogerie et peut s'avérer complexe pour une mise en oeuvre par un atelier de service après-vente effectuant les contrôles traditionnels et les réparations nécessaires suite à des dommages éventuels causés à la pièce d'horlogerie.

[0009] La présente invention sera décrite plus en détail à l'aide des figures annexées, données à titre d'exemples nullement limitatifs, et dans lesquelles :

- les figures 1 et 2, déjà décrites, représentent un ensemble régulateur de l'art antérieur équipé d'une raquette avec ses deux goupilles;
- la figure 3 est une vue simplifiée de dessus d'un balancier-spiral selon l'invention fixé à un piton;
- la figure 4 montre schématiquement un mode d'usinage laser du spiral dans le cadre du procédé selon l'invention, et
- les figures 5 à 7 représentent schématiquement trois variantes d'un autre mode de mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

[0010] A l'aide de la figure 3, on décrira de manière

générale le procédé selon l'invention. Le balancier-spiral 1, 2 est assemblé et l'extrémité externe 22 du spiral est fixée à un piton 10 d'un mouvement horloger (non représenté). On notera que le balancier-spiral assemblé peut être monté dans un dispositif servant spécifiquement au procédé de l'invention. Dans ce dernier cas, le piton 10 appartient au dispositif spécifique ou est remplacé par un moyen de fixation équivalent.

[0011] Selon l'invention, le spiral est fabriqué avec un couple élastique supérieur à un couple élastique de référence correspondant à une fréquence de référence pour l'oscillation du balancier-spiral.

[0012] A l'aide de moyens connus de l'homme du métier, on mesure la fréquence d'oscillation du balancier-spiral, cette fréquence étant alors supérieure à la fréquence de référence. Pour régler cette fréquence d'oscillation et l'ajuster au moins sensiblement à la fréquence de référence, il est prévu selon l'invention d'utiliser un dispositif laser 30 fournissant un faisceau laser 32 pour l'usinage ou le traitement du spiral 1. Ainsi, dans le cadre de la présente invention, le réglage de la fréquence d'oscillation de l'ensemble régulateur est réglée ni à l'aide de goupilles de raquette, ni à l'aide de vis ou petites masses agencées sur le balancier 2. Toutefois, comme déjà mentionné, la présente invention n'écarte pas la possibilité de prévoir des moyens de variation de l'inertie du balancier pour permettre des réglages fins après un réglage initial en usine au moyen du procédé selon l'invention. Selon ce procédé, on effectue un usinage laser du spiral 1 de manière à diminuer son couple élastique jusqu'à ce qu'il soit sensiblement égal au couple élastique de référence susmentionné.

[0013] Dans le cadre du procédé selon l'invention, il est possible de prévoir au moins deux étapes de réglage à l'aide du faisceau laser, à savoir une première étape hors de la pièce d'horlogerie permettant de régler grossièrement la fréquence d'oscillation tout en s'assurant de rester supérieure à la fréquence de référence. Ensuite, dans une seconde étape intervenant après le montage du balancier-spiral dans la pièce d'horlogerie à laquelle il est destiné, on ajuste finement la fréquence d'oscillation à l'aide du dispositif laser 30 en fonction d'une ou plusieurs mesures de la fréquence d'oscillation.

[0014] Le programme de commande du dispositif laser 30 et de son mouvement relatif avec le balancier-spiral peut comporter une seule étape d'usinage ou de traitement en fonction d'une mesure initiale de la fréquence, en utilisant un algorithme établi sur la base d'un modèle analytique ou empirique, ou encore d'une combinaison des deux. Dans une variante plus sophistiquée, il est possible de prévoir une boucle de rétroaction, le traitement où l'usinage laser étant effectué par une succession d'étapes entre lesquelles une mesure de ladite fréquence d'oscillation est effectuée. Dans ce cas, on peut approcher rapidement la valeur de référence en peu d'étapes, par exemple une ou deux, et finir le réglage fin par d'autres étapes ultérieures dans lesquelles

les l'usinage laser n'a qu'un faible impact sur le couple élastique du spiral. Ainsi, de nombreuses variantes de commande du dispositif laser dans le cadre de la mise en oeuvre du procédé selon l'invention sont possibles.

[0015] Dans un premier mode de réalisation, il est prévu à l'aide du faisceau laser 32 de modifier au moins superficiellement la structure du spiral 1 dans au moins une de ses parties, notamment sur un tronçon de sa spirale externe 24. Cet usinage a premièrement pour fonction de varier le module d'élasticité E du spiral en l'abaissant jusqu'à une valeur pour laquelle le couple élastique de ce spiral correspond à la valeur de référence. En effet, la fréquence d'oscillation étant proportionnelle à la racine carrée du couple élastique M du spiral, et ce couple étant proportionnel au module d'élasticité E , une diminution de ce module permet donc de diminuer la fréquence d'oscillation de l'ensemble régulateur. On notera que l'usinage laser peut également être effectué sur plusieurs spires du spiral, le long de tronçons de grandeurs variables définies notamment en fonction de l'accès à ces spires par le faisceau laser.

[0016] Selon un deuxième mode de mise en oeuvre du procédé, représenté schématiquement à la figure 4, il est prévu de diminuer partiellement la hauteur H du ruban 36 formant ce spiral. Cette diminution d'hauteur est prévue seulement le long de tronçons $L1$, $L2$ du ruban 36, ce qui définit des découpures ouvertes 40 le long du bord supérieur ou inférieur de ce ruban. Ces découpures peuvent varier en longueur et en nombre. Le couple élastique du spiral 1 étant proportionnel à la hauteur du ruban 36, une diminution au moins partielle de cette hauteur permet de réduire ce couple et donc la fréquence d'oscillation du balancier-spiral.

[0017] On notera ici que l'usinage laser sert donc premièrement à enlever de la matière et il est prévu de focaliser le faisceau 32 sur la région d'usinage du ruban 36. Selon une variante préférée, le laser est agencé de manière que le faisceau 32 est sensiblement perpendiculaire au plan général du spiral permettant un usinage soit de la surface supérieure, soit de la surface inférieure du spiral. Toutefois, dans une autre variante, il est prévu d'incliner le dispositif 30 de sorte que le faisceau laser 32 est orienté obliquement relativement au ruban 36. Cette dernière variante permet d'agir sur une plus grande surface pour le faisceau laser, mais présente l'inconvénient que le faisceau laser peut aussi atteindre la spire précédente celle qui est usinée. Ce deuxième mode de mise en oeuvre du procédé permet aisément d'usiner plusieurs spires du spiral, en particulier dans la variante préférée.

[0018] Selon un troisième mode de mise en oeuvre du procédé représenté à la figure 5, il est prévu de diminuer au moins partiellement l'épaisseur du ruban 36 formant le spiral 1. Cette diminution d'épaisseur dans les zones 44 est effectuée à l'aide d'un faisceau laser. Cet usinage laser est effectué de préférence sur la spire 24 du spiral, mais il est également possible d'usiner d'autres spires en orientant ce faisceau laser oblique-

ment relativement au plan du spiral. A la figure 5, les zones 44 sont traversantes de haut en bas. Leur largeur peut être variable, tout comme le nombre de zones usinées prévu. Il est également possible de prévoir une succession d'usinage de lignes opérées par des trajets selon un axe verticale du faisceau laser. La diminution de fréquence provient du fait que le couple élastique du spiral varie selon l'épaisseur au cube (e^3) du ruban formant le spiral.

[0019] Aux figures 6 et 7 sont représentées deux variantes d'usinage sur la face latérale 46 du spiral 1. A la figure 6, la zone 48 est oblongue. Cette zone 48 forme un évidement dans le ruban 36 sans atteindre les surfaces supérieure et inférieure de celui-ci. Ainsi, l'aspect du spiral vu de dessus n'est pas affecté. A la figure 7, les zones 50 forment une succession d'évidements circulaires.

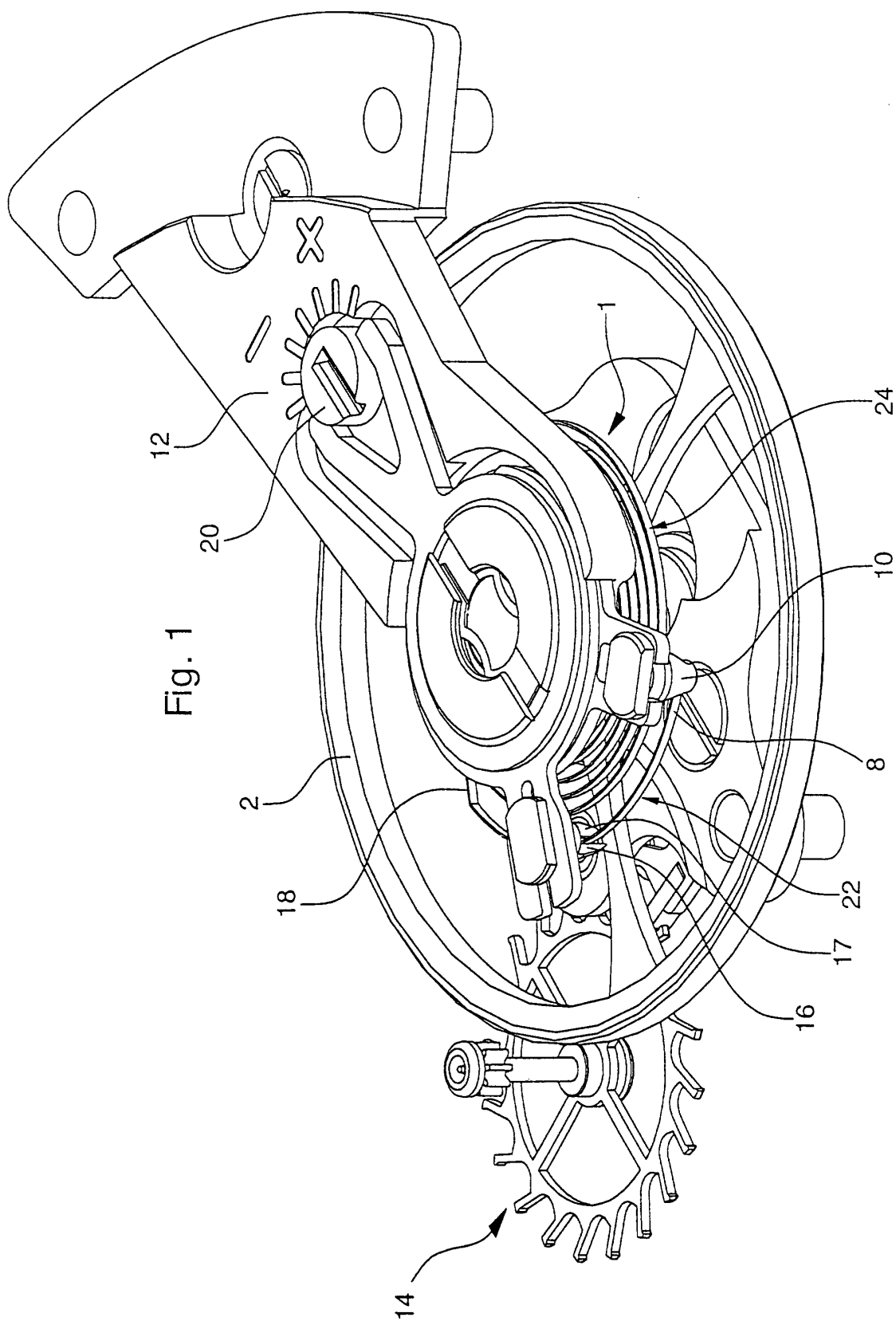
[0020] On notera finalement que dans les réalisations représentées aux figures 6 et 7, il est possible que l'usinage au laser crée des ouvertures traversantes.

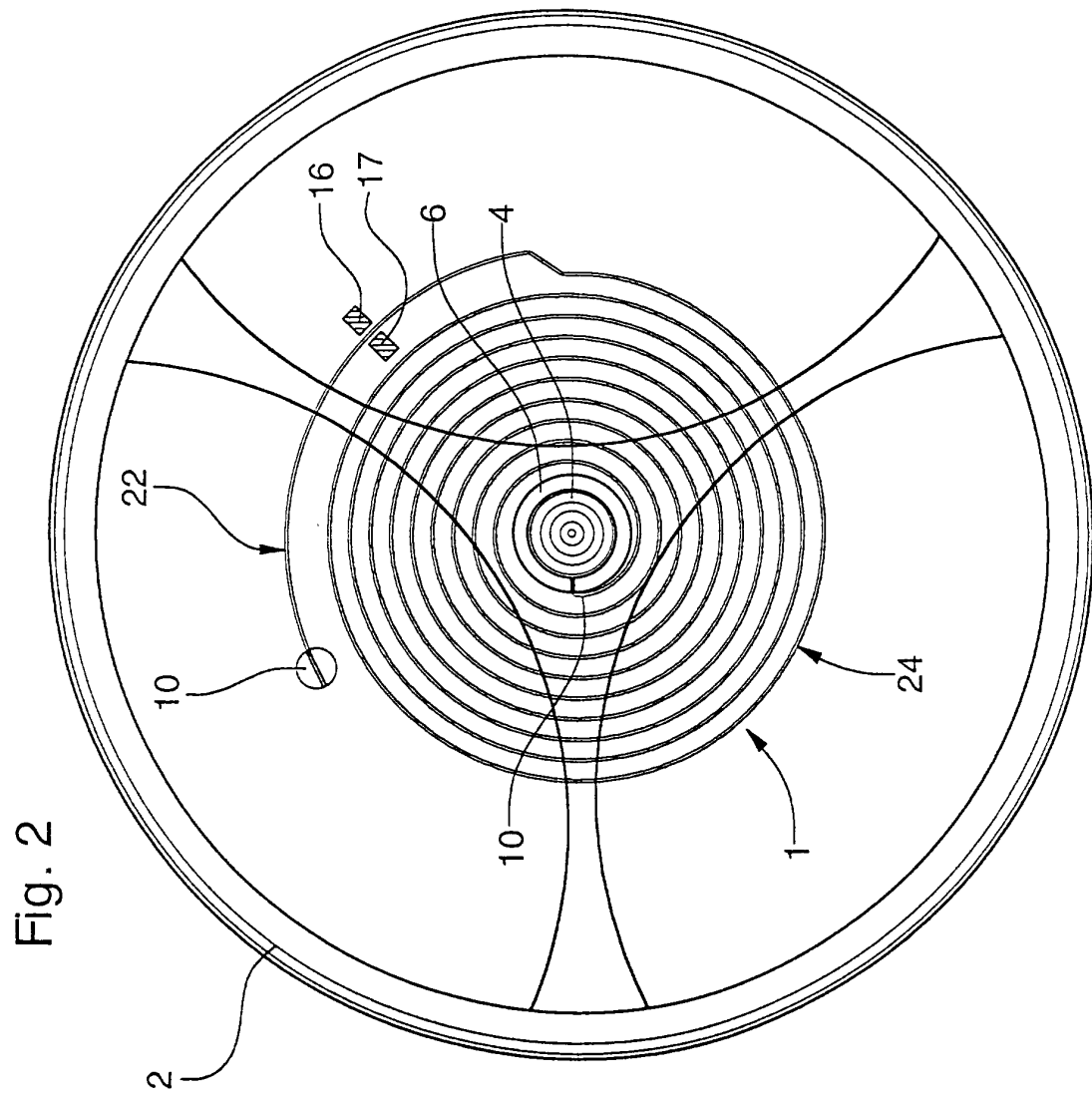
re à permettre l'usinage d'une surface latérale dudit spiral.

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'usinage laser opère un enlèvement de matière diminuant partiellement la hauteur du ruban formant le spiral.
6. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'usinage laser opère un enlèvement de matière diminuant au moins partiellement l'épaisseur du ruban formant le spiral.
7. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'usinage laser diminue le module d'élasticité dudit spiral.

Revendications

1. Procédé de réglage de la fréquence d'oscillation d'un ensemble régulateur destiné à ou équipant une pièce d'horlogerie mécanique dans lequel :
 - on fabrique un spiral avec un couple élastique supérieur à un couple élastique de référence correspondant à une fréquence de référence pour l'oscillation dudit ensemble régulateur;
 - on assemble un balancier audit spiral pour former ledit ensemble régulateur, et
 - on effectue un usinage dudit spiral au moyen d'un faisceau laser (32) de manière à diminuer son couple élastique jusqu'à ce que ladite fréquence d'oscillation soit sensiblement égale à ladite fréquence de référence.
2. Procédé de réglage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit ensemble régulateur est monté dans ladite pièce d'horlogerie et qu'au moins une étape terminale dudit usinage laser du spiral est effectué après ce montage, de manière à ajuster au mieux le couple élastique dudit spiral pour obtenir ladite fréquence de référence pour l'oscillation dudit ensemble régulateur lors de la marche de ladite pièce d'horlogerie.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ledit faisceau laser est prévu sensiblement perpendiculaire au plan général du spiral, ce faisceau laser étant focalisé sur des parties de la surface supérieure ou inférieure de ce spiral.
4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ledit faisceau laser est orienté de manière





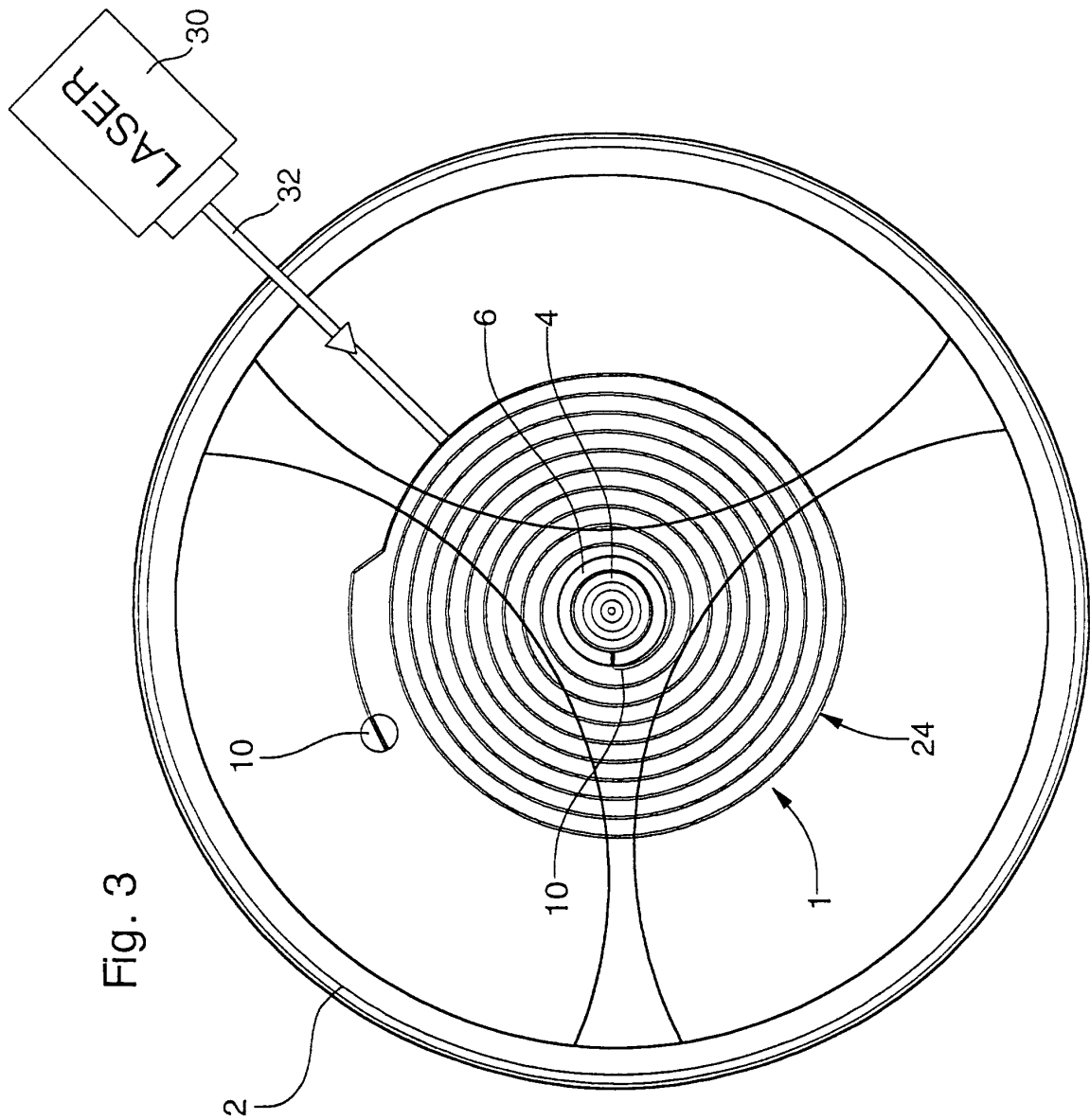
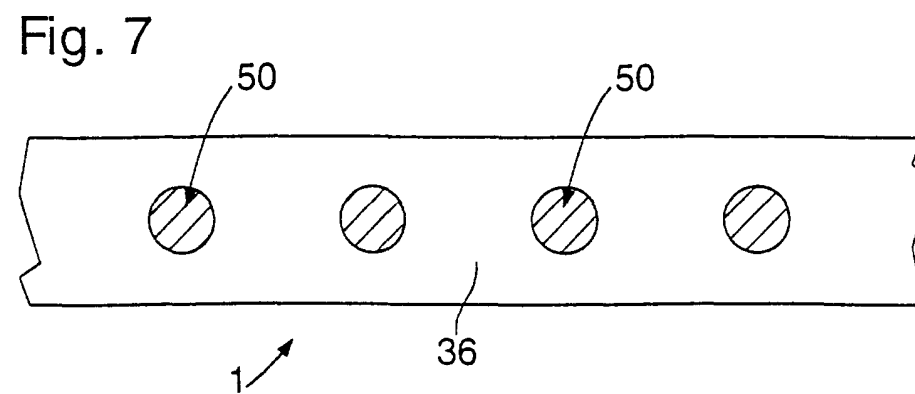
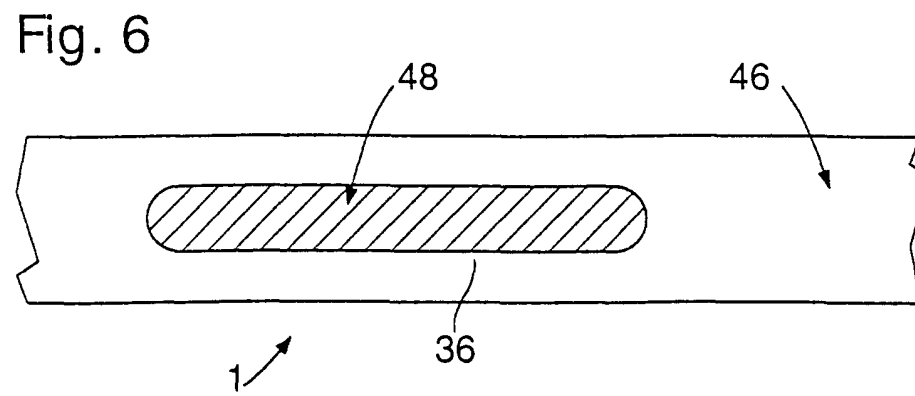
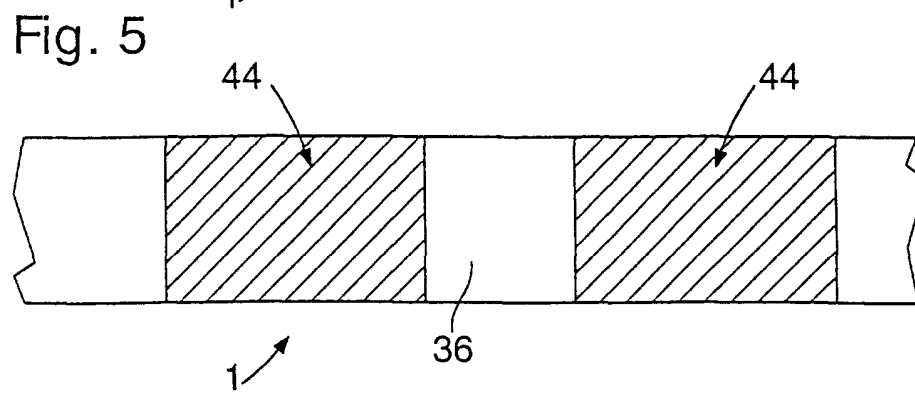
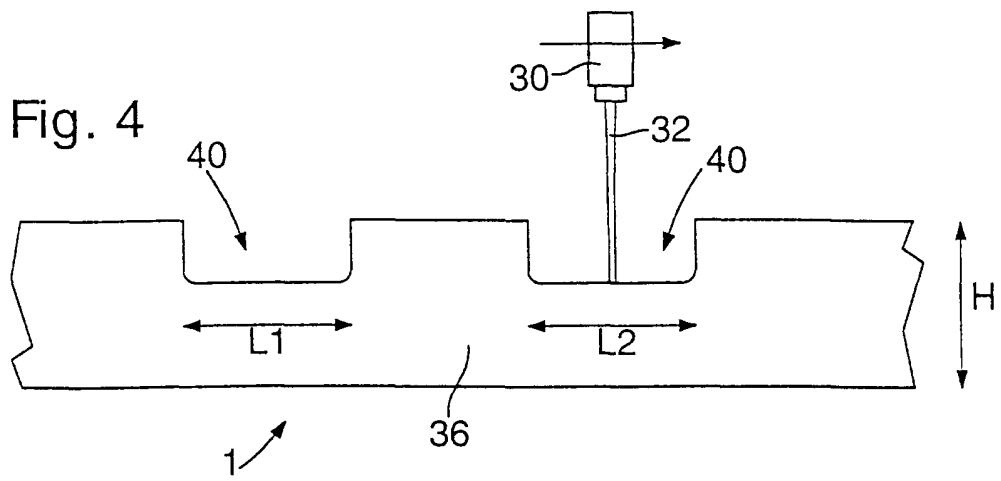


Fig. 3





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 00 20 4369

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
A	CH 12 833/68 A4 (SOCIÉTÉ DES FABRIQUES DE SPIRAUX RÉUNIS, BIENNE) 31 octobre 1972 (1972-10-31) * le document en entier *	1	G04D7/10
A	US 3 673 376 A (KULLMANN JEAN-CLAUDE) 27 juin 1972 (1972-06-27) * le document en entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
			G04D G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 8 mai 2001	Examineur Lupo, A
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 00 20 4369

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.

08-05-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CH 1283368 D	31-10-1972	AUCUN	
US 3673376 A	27-06-1972	CH 559923 B	14-03-1975
		CH 495575 B	31-03-1970
		CH 200569 B	28-02-1973
		DE 1942467 A	05-03-1970
		FR 2017027 A	15-05-1970
		SU 381243 A	15-05-1973
		SU 419063 A	05-03-1974
		CH 1274868 A	31-03-1970

EPO FORM P0460

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