

(19)



(11)

EP 4 012 511 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
15.06.2022 Bulletin 2022/24

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G04D 7/00 (2006.01) G04B 21/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20213374.0**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G04D 7/002; G04B 21/08

(22) Date de dépôt: **11.12.2020**

(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:

KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Montres Breguet S.A.
1344 L'Abbaye (CH)**

(72) Inventeurs:

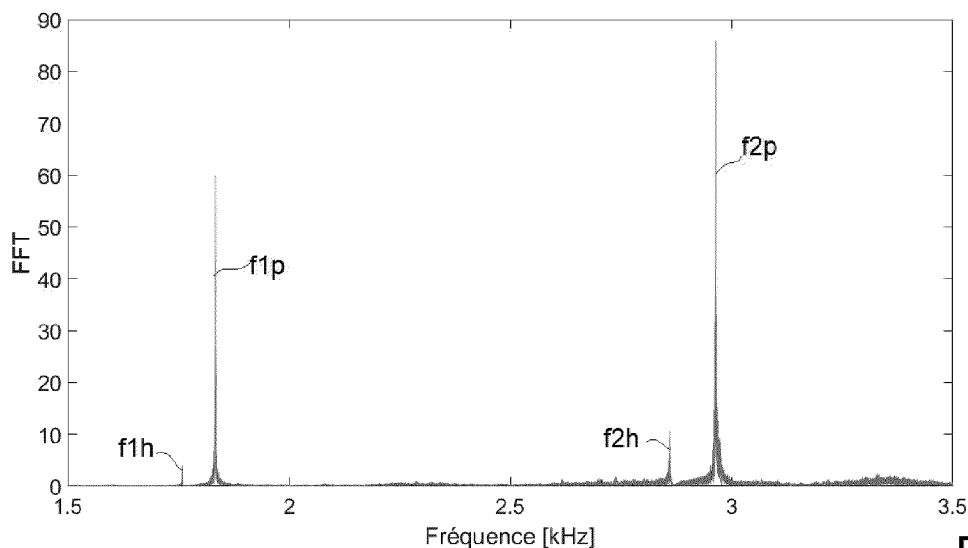
- **Kadmiri, Younes
25660 Montfaucon (FR)**
- **Karapatis, Polychronis Nakis
1324 Premier (CH)**

(74) Mandataire: **ICB SA
Faubourg de l'Hôpital, 3
2001 Neuchâtel (CH)**

(54) **PROCEDE D'ACCORDAGE HARMONIQUE D'AU MOINS UN TIMBRE D'UN MECANISME DE SONNERIE D'UNE MONTRE**

(57) La présente invention concerne un procédé d'accordage d'au moins un timbre d'une montre à sonnerie. Le timbre est fixé par une de ses extrémités à un porte-timbre, qui peut être monté dans une boîte de montre sur un support adéquat. Le timbre est frappé par un marteau pour être mis en vibration sur un support de l'instrument de mesure et ceci de manière à déterminer par une rapide transformée de Fourier des pics fréquentiels dans une bande de fréquences audibles. Un comparatif dans un premier mode propre d'une fréquence de vibration dans le plan XY avec une fréquence de vibration hors plan Z est effectué et un calcul de ratio $r = |f_{1p} -$

$f_{1h}|/f_{1p}$, où f_{1p} est la fréquence de vibration dans le plan XY, et f_{1h} est la fréquence de vibration hors plan Z. Si le ratio r est plus petit ou égal à une valeur désirée de 0.006, le timbre est accordé. Par contre si le ratio est plus grand que la valeur désirée de 0.006, une opération de retouche du timbre est effectuée et le procédé se répète depuis la frappe du timbre autant de fois qu'il est nécessaire pour avoir le ratio r inférieur ou égal à 0.006. De préférence, toutes les fréquences propres du timbre dans la bande de fréquences audibles doivent être accordées.

**Fig. 3a****EP 4 012 511 A1**

Description

[0001] L'invention concerne un procédé d'accordage harmonique d'au moins un timbre d'un mécanisme de sonnerie d'une montre. Le mécanisme de sonnerie comprend au moins un timbre fixé à un porte-timbre, et au moins un marteau pour frapper le timbre en des instants prédéterminés.

Art antérieur

[0002] Dans des montres à répétition minutes, les améliorations vibroacoustiques portent essentiellement sur les éléments de régulation, qui permettent de limiter le bruit du mécanisme lors du déclenchement d'une sonnerie. Il est aussi réalisé des éléments de l'habillage, qui permettent d'augmenter le niveau acoustique de la sonnerie. Ces éléments d'habillage peuvent être aussi des membranes de rayonnement acoustique ou d'autres parties rayonnantes du boîtier de la montre.

[0003] Généralement un son est généré par un élément générateur de vibrations sonores rayonnées par l'habillage de la boîte de montre et cet élément générateur est principalement un timbre d'un mécanisme de sonnerie. La vibration du timbre est produite par l'impact généralement à proximité du porte-timbre d'au moins un marteau. Cette vibration est composée de plusieurs fréquences propres, dont le nombre et l'intensité, en particulier dans le domaine audible, dépendent de la géométrie du timbre, des conditions de fixation ou d'appui du timbre, des conditions de choc et des propriétés physiques du matériau.

[0004] Il est à noter que le timbre est rarement optimisé. Des améliorations du timbre portent essentiellement sur ses dimensions pour cibler, d'une part, une fréquence souhaitée et pour d'autre part, accorder au moins un des partiels du timbre des heures et des minutes ensembles. Dans ce cas de figure, on parle d'accordage de l'intervalle mélodique. La matière constituant les timbres peut elle aussi être un facteur d'amélioration pour modifier la richesse fréquentielle du son émis. Cependant, il est parfois difficile de maîtriser la globalité du contenu fréquentiel du timbre qui dépend de sa forme dimensionnelle et de la matière choisie pour réaliser le timbre.

[0005] A ce titre, on peut citer la demande de brevet EP 3 211 488 A1, qui décrit un timbre de forme atypique sous forme planaire dans un plan XY pour un mécanisme de sonnerie d'une montre. Le timbre est relié au moins à une de ses extrémités à un porte-timbre, qui peut être fixé sur une paroi intérieure de la carrure de montre. Le timbre comprend plusieurs encoches réalisées en des points géométriques définis sur une portion de sa longueur. Cela permet d'adapter des fréquences propres de vibration dans une bande audible entre 1 kHz et 5 kHz, pour obtenir un accord harmonique défini au préalable pour chaque timbre et pour rendre harmonieux le son généré. Cependant, l'adaptation des fréquences propres par la réalisation de ces encoches est irréversi-

ble. Cela constitue un inconvénient, si on veut adapter d'autres fréquences de vibration du timbre. De plus, cela ne permet pas d'éviter toute dissonance d'un timbre frappé générant des fréquences de vibration dans le plan et hors plan en fonction de la proximité de ces fréquences.

[0006] La demande de brevet EP 2 808 745 A1 décrit un mécanisme de sonnerie d'une montre, qui comprend des moyens de sélection d'un mode vibratoire d'un timbre. Pour ce faire, les moyens de sélection comprennent un élément sélecteur disposé en contact sur une partie du timbre et maintenu sur un nœud de vibration d'un mode vibratoire du timbre à sélectionner. Cela permet de bloquer d'autres modes vibratoires. Cet élément sélecteur peut être déplacé sur une portion du timbre par un moyen de déplacement, ce qui permet de sélectionner un mode vibratoire de manière non irréversible. Cependant aucune possibilité d'optimiser la configuration du timbre n'est décrite pour adapter une fréquence de vibration de manière non irréversible afin d'assurer un accordage fin avec l'habillage de la montre. De plus, toute dissonance du son suite à la frappe du timbre par un marteau ne peut être évitée en fonction des fréquences de vibration générées dans le plan du timbre et hors plan du timbre.

[0007] La demande de brevet CH 707 078 A1 décrit un timbre pour un mécanisme de sonnerie. Un dispositif de réglage de fréquence de vibration du timbre est prévu. Un élément sous forme de masselotte est monté sur le timbre pour agir sur une partie du timbre pour effectuer une contrainte mécanique locale. Cela permet de régler une fréquence de vibration du timbre frappé. Cependant en agissant avec une telle masselotte montée sur une portion du timbre, cela ne permet pas de régler précisément une fréquence propre de vibration. De plus, cela ne permet pas d'éviter toute dissonance lors de la génération de fréquences de vibration dans le plan du timbre et hors plan du timbre suite à la frappe du timbre par un marteau.

Résumé de l'invention

[0008] L'invention a donc pour but de pallier les inconvénients de l'état de la technique susmentionné en proposant un procédé d'accordage harmonique d'au moins un timbre d'une montre à sonnerie configuré pour supprimer certaines dissonances du son émis par la montre lorsque le timbre est activé par la frappe du marteau.

[0009] A cet effet, l'invention concerne un procédé d'accordage harmonique d'au moins un timbre d'une montre à sonnerie, qui comprend les caractéristiques définies dans la revendication indépendante 1.

[0010] Des étapes particulières du procédé d'accordage harmonique d'au moins un timbre d'une montre à sonnerie sont définies dans les revendications dépendantes 2 à 9.

[0011] Un avantage du procédé d'accordage harmonique du timbre réside dans le fait que les fréquences de vibration dans le plan de montre XY dans un mode propre

de base ou pour des partiels subséquents dans la bande de fréquences audible entre 20 Hz et 5 kHz, sont rendues très proches des fréquences de vibration hors plan de montre Z de manière à ne pas être perçues par l'oreille humaine. Ainsi, cela permet d'éviter toute dissonance ou battement, qui conduit à péjorer la qualité sonore par un tel couplage fréquentiel. Le plan de montre peut correspondre au plan du timbre.

[0012] Avantageusement, le procédé permet d'accorder les fréquences de vibration dans le plan XY et hors plan Z de telle manière à respecter la formule ou ratio $r = |f_{ip} - f_{ih}|/f_{ip} \leq 0.006$ ou $r' = |f_{ih} - f_{ip}|/f_{ih} \leq 0.006$, où f_{ip} est la fréquence de vibration dans le plan XY du $i^{\text{ème}}$ mode propre sélectionné, et f_{ih} est la fréquence de vibration hors plan Z du $i^{\text{ème}}$ mode propre. Le calcul du ratio r ou r' est fonction de la direction de frappe du marteau contre le timbre. La valeur désirée du ratio est toujours la même pour chaque mode propre dans la gamme de fréquences audibles. Si ces fréquences de vibration de chaque mode propre conduisent à un ratio r ou r' de l'ordre de 0.006 voire inférieur, le timbre est considéré comme accordé. Dans ce cas de figure, il ne génère aucune dissonance pour que l'oreille humaine ne fasse plus de distinction entre les deux fréquences trop proches l'une de l'autre. La valeur désirée de ce ratio peut aussi être définie plus petite ou égale à 0.005 et cela dépend de la perception des sons d'une personne.

[0013] Avantageusement pour pouvoir accorder les fréquences de vibration du timbre frappé par un marteau soit dans le plan XY, soit hors plan Z, soit également dans une direction oblique, il est utilisé un instrument de mesure acoustique muni d'une unité à microphone, ou de mesure vibratoire avec un vibromètre laser ou tout autre appareil permettant de mesurer la réponse dynamique du timbre. Le timbre peut être posé sur un support adéquat de mesure pour être frappé par un marteau en dehors de la boîte de montre ou le timbre peut être de préférence monté directement dans la boîte de montre de manière à être frappé par le marteau du mécanisme de sonnerie. L'instrument de mesure peut comprendre une unité à microphone à l'entrée pour capter le son du timbre frappé, ou comprendre un vibromètre pour une mesure vibratoire. De plus, dans une unité à processeur ou microcontrôleur de l'instrument de mesure, il peut être effectué une analyse FFT du signal capté par le microphone ou par le vibromètre laser afin d'obtenir deux pics fréquentiels qui correspondent aux fréquences de vibration dans le plan et hors plan du timbre. Suite à cette analyse FFT, il est possible de déterminer quelles sont les retouches à effectuer sur le timbre pour avoir les deux fréquences de vibration dans le plan et hors plan suffisamment proches l'une de l'autre pour éviter toute dissonance du son généré par le timbre frappé.

[0014] Il est encore à noter que des retouches du timbre doivent être effectuées si le ratio est plus grand que la valeur de 0.006. Cela dépend principalement de l'écart fréquentiel entre les fréquences de vibration au mode propre analysé.

Brève description des figures

[0015] Les buts, avantages et caractéristiques du procédé d'accordage harmonique d'au moins un timbre d'une montre à sonnerie apparaîtront mieux dans la description suivante notamment en regard des dessins sur lesquels :

les figures 1a et 1b représentent une vue de dessus montrant une vue en plan d'un timbre fixé à un porte-timbre et une vue de côté montrant une vue hors plan du timbre avant la frappe d'un marteau,

les figures 2a et 2b représentent une vue de dessus montrant une vue en plan d'un timbre en vibration et fixé à un porte-timbre et une vue de côté montrant une vue hors plan du timbre en vibration, et

les figures 3a et 3b représentent un graphique d'une analyse FFT d'un signal capté par exemple par un microphone de l'instrument de mesure pour représenter des pics fréquentiels à deux fréquences de partiels d'une part avant une retouche du timbre à la figure 3a, et d'autre part après une retouche du timbre à la figure 3b avec les deux fréquences de vibration proches l'une de l'autre à deux niveaux de fréquence.

Description détaillée de l'invention

[0016] Dans la description suivante, toutes les parties bien connues d'un mécanisme de sonnerie d'une montre à sonnerie, muni d'au moins un timbre ne seront décrites que sommairement. Il sera exclusivement fait référence au procédé d'accordage harmonique d'au moins un timbre d'une montre à sonnerie de telle manière que le timbre une fois accordé ne génère plus de dissonance ou battement suite à la frappe d'un marteau dans toute direction, par exemple en direction du plan du timbre XY ou en direction hors plan du timbre Z ou dans une direction oblique.

[0017] Les figures 1a et 1b représentent uniquement un timbre 1 d'un agencement traditionnel sous la forme d'un arc de cercle principalement, qui peut être disposé autour d'un mouvement de montre une fois monté dans la boîte de montre. La section transversale du timbre 1 sur une partie de sa longueur ou sur toute sa longueur peut être de forme circulaire, ovale, hexagonale, octogonale, sous forme de haricot ou d'autres formes. Dans ce cas de figure, le timbre se trouve dans un plan, qui est le plan de montre. Il peut aussi être envisagé que le timbre soit de section transversale variant d'une extrémité à l'autre extrémité.

[0018] Comme montré à la figure 1a, ce timbre 1 sous forme d'arc de cercle est configuré dans un plan de montre XY, qui est ici le plan de timbre XY avec une extrémité fixée à un porte-timbre 2, alors qu'une autre extrémité est laissée libre de mouvement. Il peut être aussi envi-

sagé de fixer le timbre au porte-timbre 2 dans une partie intermédiaire entre la première extrémité et la seconde extrémité ou également de fixer chaque extrémité du timbre à un porte-timbre 2 respectif sans extrémité libre de mouvement. La figure 1 b ne représente que le timbre 1 en vue de côté. Le porte-timbre 2 est généralement prévu pour être fixé par un moyen de fixation 3, tel que des vis, sur un support tel qu'une platine du mouvement de montre, ou éventuellement fixé à une surface intérieure de la carrure de la boîte de montre ou sur un autre élément de l'habillage ou même sur une membrane. Le timbre 1 peut être frappé par un marteau non représenté dans une direction définie, par exemple dans la direction du plan de timbre XY ou la direction hors plan Z, voire également dans une direction oblique. Cela génère un son avec une ou plusieurs fréquences de vibration fonction du nombre de partiels générés en liaison au matériau constituant le timbre et des conditions de chocs entre le marteau et le timbre. Ledit marteau est généralement prévu pour frapper le timbre 1 à proximité du porte-timbre 2 d'un côté intérieur de l'agencement du timbre en fonction de la place à disposition.

[0019] En frappant le timbre 1 par le marteau dans une direction du plan de timbre XY, on s'attend à générer au moins une fréquence de vibration dans le plan XY. Cela signifie que normalement seul les modes propres dont leurs déformées se situent dans le plan XY doivent être activés. Mais dans la pratique, en fonction des tolérances d'usinage du timbre 1, et encore des jeux du marteau dans ses pivotements, la frappe du marteau sur le timbre 1 active au moins deux modes propres de base avec d'une part une fréquence de vibration dans le plan XY et également une fréquence de vibration hors plan dans la direction Z parasite.

[0020] A titre d'exemple non limitatif représenté aux figures 2a et 2b du timbre 1 en vibration, le spectre fréquentiel du son généré contient alors les deux fréquences 1'788 Hz et 1'731 Hz, qui sont d'une part la fréquence de vibration dans le plan XY, et d'autre part la fréquence de vibration hors plan dans la direction Z. Les deux fréquences générées dans le premier mode propre de vibration sont très proches l'une de l'autre et d'un écart fréquentiel susceptible d'être perçu par l'oreille humaine dans la gamme de fréquences audibles définie principalement d'au moins 20 Hz jusqu'à 5 kHz. Dans cette gamme de fréquences audibles, la perception de ces deux fréquences de vibration par l'oreille humaine provoque une dissonance ou battement, qui pèjore très nettement la qualité du son perçu.

[0021] Pour que l'oreille humaine ne soit pas en mesure de percevoir les deux fréquences de vibration, il est nécessaire de les accorder de telle manière à respecter la formule ou ratio en valeurs absolues $r = |f_{ip} - f_{ih}|/f_{ip} \leq 0.006$, où f_{ip} est la fréquence de vibration dans le plan XY du $i_{\text{ème}}$ mode propre, et f_{ih} est la fréquence de vibration hors plan Z parasite du $i_{\text{ème}}$ mode propre. Si ces fréquences de vibration accordées conduisent à un ratio de l'ordre de 0.006, qui est une valeur cible ou un seuil

défini, alors le son généré par la frappe du timbre est clair et harmonieux et bien entendu sans perception de dissonance par l'oreille de l'homme, ce qui est recherché. Mais comme on peut le calculer avec cet exemple de fréquences de vibration ci-dessus, on arrive à un ratio $r = 0.032$, ce qui est à peu près 5 fois supérieur à la valeur attendue. Il doit donc être corrigé l'écart fréquentiel entre ces deux fréquences de vibration. C'est ce que cherche à réaliser le procédé de la présente invention.

[0022] Le procédé permet aussi d'accorder les fréquences de vibration dans le plan XY et hors plan Z de telle manière à respecter la formule ou ratio $r = |f_{ip} - f_{ih}|/f_{ip} \leq 0.006$ ou $r' = |f_{ih} - f_{ip}|/f_{ih} \leq 0.006$, où f_{ip} est la fréquence de vibration dans le plan XY du $i_{\text{ème}}$ mode propre sélectionné, et f_{ih} est la fréquence de vibration hors plan Z du $i_{\text{ème}}$ mode propre. Le ratio r est sélectionné dans le cas d'une frappe sensiblement dans le plan du timbre XY, alors que le ratio r' est sélectionné dans le cas d'une frappe sensiblement hors plan Z, c'est-à-dire perpendiculaire au plan du timbre XY.

[0023] Bien entendu comme représenté aux figures 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b, une fois que le timbre 1 est frappé par le marteau, il génère une première fréquence de base f_{1p} , f_{1h} et plusieurs partiels de fréquence plus élevée au moins dans la gamme de fréquences audibles de 20 Hz à 5 kHz. Pour des fréquences supérieures à 5 kHz, la proximité de deux fréquences de vibration dans le plan et hors plan n'a plus beaucoup d'importance, car elles ne sont plus dissociées par l'oreille humaine. L'accordage des fréquences de vibration doit être effectué principalement pour des fréquences dans la gamme de fréquences audibles de 20 Hz à 5 kHz. Toutefois, il peut aussi être envisagé d'effectuer l'accordage du timbre 1 dans une gamme de fréquences audibles d'au moins de 20 Hz à 10 kHz ou 20 kHz.

[0024] Pour accorder le timbre 1 du mécanisme de sonnerie de la montre non représentée, il peut être placé notamment par l'intermédiaire du porte-timbre sur un support adéquat d'un instrument de mesure pour être frappé par un marteau à l'extérieur de la boîte de montre. Le timbre 1 peut aussi faire directement partie du mécanisme de sonnerie de la montre, afin de placer la boîte de montre comprenant le mécanisme de sonnerie avec le timbre 1 sur un support adéquat de l'instrument de mesure et commander la frappe du timbre 1 par le marteau du mécanisme à des instants prédéterminés ou programmés.

[0025] Une fois que le timbre 1 est frappé par le marteau, une unité à microphone ou un vibromètre de l'instrument de mesure peut capter le signal sonore ou vibratoire provenant du timbre en vibration. Un filtrage du signal sonore ou vibratoire peut encore être effectué, puis une opération de transformée rapide de Fourier FFT du signal filtré ou non provenant de l'unité à microphone ou du vibromètre laser est réalisée dans une unité à processeur ou dans un microcontrôleur de l'instrument de mesure. Une mémorisation des signaux de sortie après la FFT peut encore être effectuée dans l'instrument de

mesure. Une représentation graphique des différents pics fréquentiels de plusieurs fréquences de vibration dans le plan XY et hors plan Z fonction des différents modes audibles du timbre en vibration, peut être effectuée après la FFT comme représenté par exemple aux figures 3a et 3b décrites ci-après.

[0026] Il est à noter que de manière générale, l'instrument de mesure est adapté à mesurer la réponse dynamique du timbre une fois frappé par le marteau. Cela signifie que la réponse dynamique comprend aussi bien un signal sonore ou audible, qu'un signal vibratoire.

[0027] Les figures 3a et 3b représentent des graphiques d'une analyse FFT d'un signal de l'unité à microphone ou du vibromètre. Les signaux de sortie sont enregistrés dans l'instrument de mesure. Les pics fréquentiels observés sur les figures 3a et 3b, sont relatifs à des fréquences de vibration dans le plan XY et hors plan Z du timbre en vibration. Il est observé d'une part les fréquences de vibration dans le plan XY et hors plan Z avant modification du timbre, c'est-à-dire avant d'effectuer une retouche dudit timbre à la figure 3a, et d'autre part après modification du timbre à la figure 3b. Cette vibration est composée de plusieurs fréquences propres ou partiels dont deux sont représentés sur les figures 3a et 3b dans la gamme de fréquences audibles. Il s'agit d'une première fréquence propre voisine de 1.7 kHz et d'une seconde fréquence propre voisine de 3 kHz.

[0028] A la première fréquence propre en figure 3a, il est généré deux pics fréquentiels, qui sont une première fréquence de vibration f_{1p} dans le plan XY et une première fréquence de vibration hors plan f_{1h} selon l'axe Z. A la seconde fréquence propre, il est généré deux pics fréquentiels qui sont une seconde fréquence de vibration f_{2p} dans le plan XY et une seconde fréquence de vibration hors plan f_{2h} selon l'axe Z.

[0029] A la figure 3b pour la première fréquence propre, il est généré après toutes les étapes de retouche du timbre au final, deux pics fréquentiels qui sont une première fréquence de vibration du timbre accordé dans le plan XY f_{1pf} , et une première fréquence de vibration du timbre accordé hors plan Z f_{1hf} . A la seconde fréquence propre, il est généré deux pics fréquentiels qui sont une seconde fréquence de vibration du timbre accordé f_{2pf} dans le plan XY et une seconde fréquence de vibration du timbre accordé hors plan f_{2hf} selon l'axe Z.

[0030] Une fois le contrôle effectué automatiquement par l'instrument de mesure ou par vision sur les graphiques des figures 3a et 3b, il doit être calculé le ratio $r1 = |f_{1p} - f_{1h}|/f_{1p}$ et ratio $r2 = |f_{2p} - f_{2h}|/f_{2p}$. Il doit ensuite être déterminé si chaque ratio $r1$ et $r2$ est inférieur ou égal à la valeur désirée de 0.006. Dans l'affirmative, le timbre est considéré comme accordé, mais dans la négative, le timbre doit être accordé et au moins une retouche doit être effectuée, c'est-à-dire un usinage localisé sur une partie du timbre et de préférence à proximité du porte-timbre. Cet usinage, qui est généralement réalisé par des moyens mécaniques, permet d'effectuer cette retouche notamment suite à la connaissance de l'écart

de fréquences entre la fréquence de vibration dans le plan XY et la fréquence de vibration hors plan Z de la première fréquence propre et/ou de la seconde fréquence propre.

[0031] En fonction de connaissances préalables de différentes retouches précédentes mémorisées et du résultat obtenu, une ou plusieurs retouches successives sur le timbre peuvent être réalisées jusqu'au moment où le ratio $r1$ et/ou $r2$ est égal ou inférieur à la valeur désirée de 0.006. Cela signifie qu'après la première retouche, l'instrument de mesure capte à nouveau le son généré par le timbre en vibration. Un traitement FFT du signal provenant du microphone est effectué ensuite afin de contrôler en sortie les pics fréquentiels des fréquences de vibration dans le plan XY et hors plan Z de la première fréquence propre et de la seconde fréquence propre. Un calcul des ratios $r1$ et $r2$ est à nouveau effectué pour déterminer si chaque ratio est inférieur ou égal à la valeur désirée de 0.006. Dans l'affirmative, plus aucune correction n'est effectuée sur le timbre, alors que dans la négative une nouvelle opération de retouche doit être effectuée, et ainsi de suite jusqu'à obtenir le ratio attendu.

[0032] Cette opération de retouche peut être effectuée manuellement ou de manière automatique. Dans ces conditions et en fonction des différentes retouches effectuées précédemment et mémorisées, chaque retouche peut être de préférence réalisée de manière automatique par un outil d'usinage d'une machine d'usinage automatique. Il peut s'agir d'un fraisage ou d'un meulage ou par écrasement (déformation plastique). Plusieurs simulations dépendant de l'écart fréquentiel des fréquences de vibration dans le plan XY et hors plan Z permettent d'établir précisément le type d'usinage et la retouche à effectuer pour avoir le ratio $r1$ et/ou $r2$ égal ou inférieur à la valeur désirée de 0.006 après très peu d'étapes successives de retouche.

[0033] Comme précédemment indiqué, le but de cette procédure est de rapprocher les deux pics fréquentiels, c'est-à-dire la fréquence de vibration en mode plan XY et la fréquence de vibration en mode hors plan Z pour que le ratio décrit soit inférieur ou égal à 0.006. Pour cela, des retouches sur le timbre sont effectuées et chaque enregistrement acoustique ou vibratoire sont analysés après ces retouches pour étudier le contenu fréquentiel du signal mesuré.

[0034] Par expérience, on peut savoir exactement à quel endroit faire la retouche et la dimension nécessaire de la retouche pour pouvoir corriger les deux fréquences de vibration dans le plan XY et hors plan Z en une opération au mieux. Une base de données dans l'instrument de mesure est conçue de telle manière à savoir automatiquement en fonction des pics fréquentiels déterminés dans l'instrument de mesure suite à l'analyse FFT, quelle est la retouche à effectuer précisément sur le timbre pour corriger et accorder en une seule fois ledit timbre.

[0035] Il est encore à noter que pour toutes les fréquences en mode propre dans la gamme de fréquences audibles (0 à 5 kHz), il est effectué un contrôle avec le

même ratio, qui doit être inférieur ou égal à 0.006 pour que l'oreille humaine ne dissocie plus ces deux fréquences de vibration proches l'une de l'autre. De plus, toute forme du timbre peut être envisagée, notamment ou principalement avec une forme se trouvant dans un plan de manière à pouvoir contrôler des fréquences de vibration dans le plan XY et hors plan Z. Cependant, il peut aussi être envisagé d'avoir un timbre décrivant une forme tri-dimensionnelle et non uniquement dans un plan, par exemple le timbre pourrait être sous la forme d'un tire-bouchon ou autre. Indépendamment de la forme proprement dite du timbre, on mesure une vibration dans le plan XY, une vibration hors plan Z d'au moins un mode propre ou de tous les modes propres dans la gamme de fréquences audibles.

[0036] A partir de la description qui vient d'être faite, plusieurs variantes du procédé d'accordage harmonique d'un timbre, peuvent être conçues par l'homme du métier sans sortir du cadre de l'invention définie par les revendications. Chaque retouche du timbre peut être effectuée principalement à proximité du porte-timbre de manière manuelle par un horloger, ou de manière automatique par une machine d'usinage commandé par l'instrument de mesure par exemple.

Revendications

1. Procédé d'accordage harmonique d'un timbre (1) d'une montre à sonnerie, le timbre (1) étant fixé à au moins un porte-timbre (2) par au moins une de ses extrémités ou par une portion intermédiaire située entre la première extrémité et la seconde extrémité du timbre (1), et pour lequel il est contrôlé un ratio de fréquences de vibration générées d'une part dans un plan de montre XY, et d'autre part hors plan de montre selon l'axe Z suite à une frappe d'un marteau contre le timbre (1), le procédé étant **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes :

- placer le timbre (1) par l'intermédiaire de son porte-timbre (2) sur un support adapté d'un instrument de mesure ou placer une boîte de montre comprenant un mécanisme de sonnerie avec le timbre (1) sur un support adapté de l'instrument de mesure,
- frapper le timbre (1) dans une direction définie par un marteau externe ou faisant partie du mécanisme de sonnerie de la montre,
- capter la réponse dynamique du timbre activé et mis en vibration par la frappe du marteau, par l'instrument de mesure,
- traiter le signal de réponse dynamique du timbre en effectuant une rapide transformée de Fourier dans une unité à processeur ou dans un microcontrôleur de l'instrument de mesure,
- déterminer au moins deux pics fréquentiels qui

correspondent, dans un mode propre sélectionné, aux fréquences de vibration dans le plan XY et hors plan Z du timbre en vibration dans une bande de fréquences audibles de 20 Hz jusqu'à 5 kHz,

- calculer au moins un ratio $r = |f_{ip} - f_{ih}|/f_{ip} \leq 0.006$ ou $r' = |f_{ih} - f_{ip}|/f_{ih} \leq 0.006$, où f_{ip} est la fréquence de vibration dans le plan XY du $i^{\text{ème}}$ mode propre sélectionné, et f_{ih} est la fréquence de vibration hors plan Z du $i^{\text{ème}}$ mode propre, le calcul du ratio r ou r' étant fonction de la direction de frappe du marteau contre le timbre,
- comparer le ratio r ou r' à une valeur désirée égale à 0.006 de telle manière que si r ou r' est égal ou inférieur à la valeur désirée de 0.006 le timbre est considéré comme accordé, par contre, si r ou r' est plus grand que la valeur désirée une opération de retouche du timbre est effectuée avant de refaire les étapes du procédé depuis la frappe du timbre par le marteau.

2. Procédé d'accordage harmonique d'un timbre (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la réponse dynamique du timbre activé et en vibration est un signal sonore ou audible capté par une unité à microphone de l'instrument de mesure.
3. Procédé d'accordage harmonique d'un timbre (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la réponse dynamique du timbre activé et en vibration est un signal vibratoire capté par un vibromètre laser.
4. Procédé d'accordage harmonique d'un timbre (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** toutes les fréquences propres du timbre dans la bande de fréquences audibles de 20 Hz à 5 kHz sont accordées.
5. Procédé d'accordage harmonique d'un timbre (1) selon la revendication 1, pour lequel le timbre (1) est configuré pour être disposé dans un plan de timbre qui correspond au plan de montre, **caractérisé en ce que** le timbre est frappé par le marteau dans une direction du plan de timbre et **en ce qu'il** est calculé le ratio $r = |f_{ip} - f_{ih}|/f_{ip} \leq 0.006$ pour déterminer si des opérations de retouche du timbre doivent être effectuées.
6. Procédé d'accordage harmonique d'un timbre (1) selon la revendication 1, pour lequel le timbre (1) est configuré pour être disposé dans un plan de timbre qui correspond au plan de montre, **caractérisé en ce que** le timbre est frappé par le marteau dans une direction hors plan Z de timbre, perpendiculaire au plan de montre ou selon une direction d'une frappe oblique, et **en ce qu'il** est calculé le ratio $r' = |f_{ih} - f_{ip}|/f_{ih} \leq 0.006$ pour déterminer si des opérations de retouche du timbre doivent être effectuées.

7. Procédé d'accordage harmonique d'un timbre (1)
selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** plu-
sieurs simulations dépendant de l'écart fréquentiel
des fréquences de vibration dans le plan XY et hors
plan Z permettent d'établir précisément le type d'usi-
nage et la retouche à effectuer pour avoir le ratio r
et/ou r' égal ou inférieur à la valeur désirée de 0.006
après une ou deux étapes successives de retouche. 5
8. Procédé d'accordage harmonique d'un timbre (1) 10
selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une
base de données dans l'instrument de mesure est
conçue de telle manière à savoir automatiquement
en fonction des pics fréquentiels déterminés dans
l'instrument de mesure suite à l'analyse FFT, quelle 15
est la retouche à effectuer précisément sur le timbre
pour corriger et accorder en une seule fois ledit tim-
bre.
9. Procédé d'accordage harmonique d'un timbre (1) 20
selon l'une des revendications précédentes, **carac-
térisé en ce que** chaque retouche du timbre est ef-
fectuée par un fraisage ou un meulage ou par écla-
sement local de la matière du timbre.

25

30

35

40

45

50

55

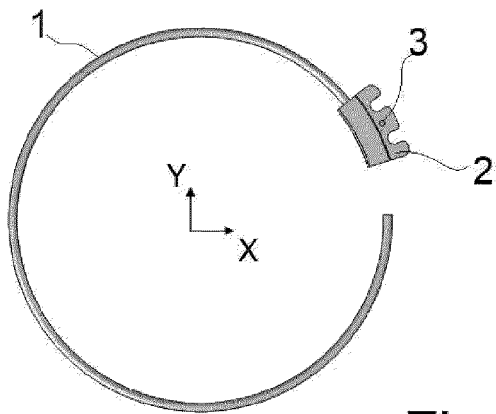


Fig. 1a

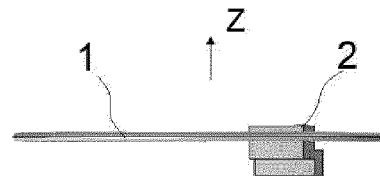


Fig. 1b

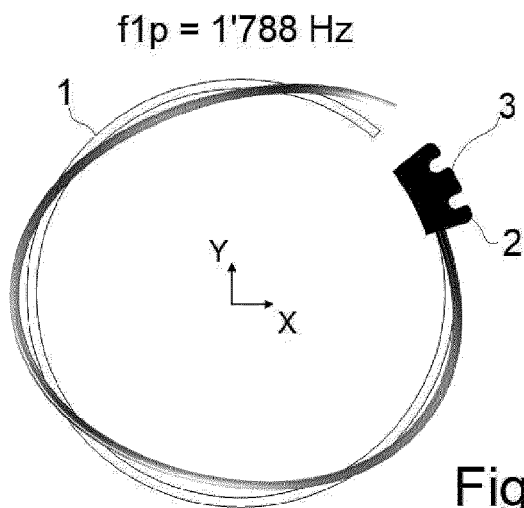


Fig. 2a

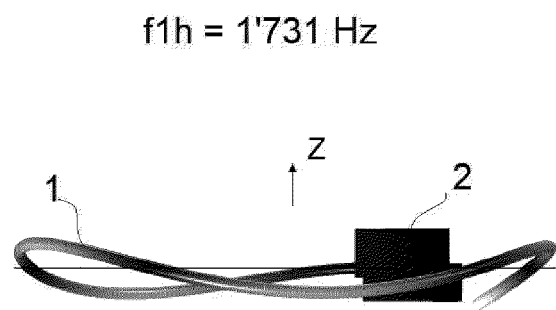


Fig. 2b

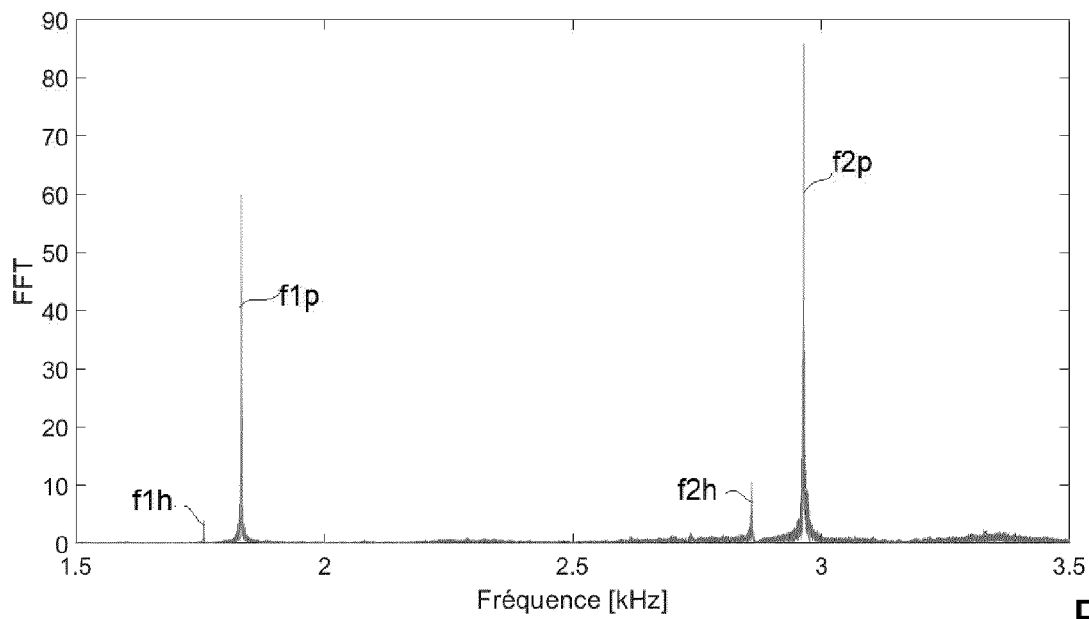


Fig. 3a

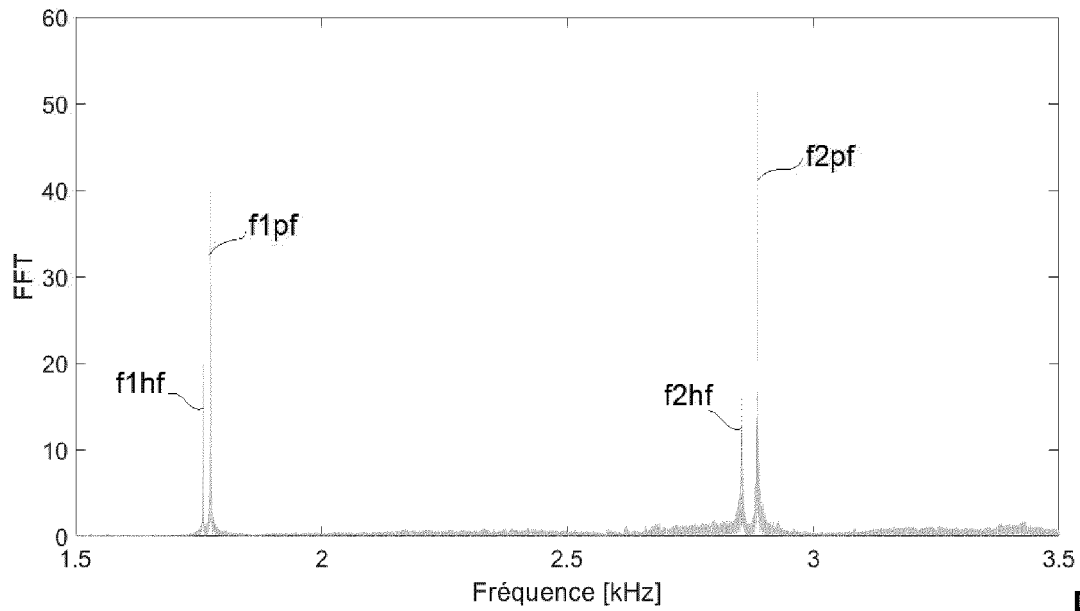


Fig. 3b



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 21 3374

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)
A	CH 708 885 A1 (RICHEMONT INT SA [CH]) 29 mai 2015 (2015-05-29) * alinéas [0001], [0006], [0021] *	1-9	INV. G04D7/00 G04B21/08
A	EP 2 290 479 A1 (MONTRES BREGUET SA [CH]) 2 mars 2011 (2011-03-02) * alinéa [0017] *	1-9	
A,D	EP 3 211 488 A1 (MONTRES BREGUET SA [CH]) 30 août 2017 (2017-08-30) * alinéas [0022], [0034], [0036] *	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04D G04B G10K
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		26 mai 2021	Scordel, Maxime
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 20 21 3374

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.

26-05-2021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CH 708885 A1	29-05-2015	AUCUN	
EP 2290479 A1	02-03-2011	CN 102004433 A EP 2290479 A1 HK 1156118 A1 JP 5149349 B2 JP 2011047944 A TW 201124806 A US 2011051568 A1	06-04-2011 02-03-2011 01-06-2012 20-02-2013 10-03-2011 16-07-2011 03-03-2011
EP 3211488 A1	30-08-2017	CH 712161 A2 CN 107132751 A EP 3211488 A1 HK 1243503 A1 JP 6293940 B2 JP 2017151101 A US 2017248921 A1	31-08-2017 05-09-2017 30-08-2017 13-07-2018 14-03-2018 31-08-2017 31-08-2017

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

- EP 3211488 A1 [0005]
- EP 2808745 A1 [0006]
- CH 707078 A1 [0007]