(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 049 872 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
16.08.2017 Bulletin 2017/33

(21) Numéro de dépôt: **14761330.1**

(22) Date de dépôt: **04.09.2014**

(51) Int Cl.:
G04B 37/00 *(2006.01)* ***G04B 21/00*** *(2006.01)*
G04B 23/00 *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2014/068803

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2015/043905 (02.04.2015 Gazette 2015/13)

(54) PIÈCE D'HORLOGERIE À NIVEAU ACOUSTIQUE AMÉLIORÉ

UHR MIT GERÄUSCHPEGEL VERBESSERT

WATCH OF NOISE LEVEL ENHANCED

(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

(30) Priorité: **26.09.2013 EP 13186154**

(43) Date de publication de la demande:
03.08.2016 Bulletin 2016/31

(73) Titulaire: **Montres Breguet SA**
1344 L'Abbaye (CH)

(72) Inventeurs:
- **KARAPATIS, Polychronis (Nakis)**
CH-1324 Premier (CH)
- **KADMIRI, Younes**
F-25660 Morre (FR)
- **SARCHI, Davide**
CH-1020 Renens (CH)

(74) Mandataire: **Giraud, Eric**
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(56) Documents cités:
EP-A1- 2 367 078
EP-A1- 2 461 219
EP-A1- 2 461 220
EP-A1- 2 503 417
EP-B1- 2 034 376
CH-A2- 703 165
US-A- 4 216 650

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 3 049 872 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un procédé d'amélioration du niveau acoustique d'une pièce d'horlogerie, ou d'une pièce d'horlogerie musicale ou à sonnerie, comportant au moins un générateur de vibrations dans une fourchette de 1 kHz à 6 kHz.

[0002] L'invention concerne encore l'habillage d'une pièce d'horlogerie, ou d'une pièce d'horlogerie musicale ou à sonnerie, porteuse d'au moins un générateur de vibrations.

[0003] L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie qui est une montre à sonnerie ou /et à boîte à musique.

[0004] L'invention concerne le domaine des pièces d'horlogerie, et plus particulièrement des pièces d'horlogerie comportant des moyens de génération de vibrations dans la bande sonore audible, notamment les montres à sonnerie et les montres à boîte à musique.

Arrière-plan de l'invention

[0005] Parmi les pièces d'horlogerie à complications, les montres à sonnerie sont particulièrement prisées. Toutefois, leur petit volume limite souvent l'émission sonore, et l'utilisateur doit prêter une attention particulière pour bien entendre le message sonore.

[0006] On connaît des posages spécifiques de la montre faisant office de caisse de résonance, sur lesquels l'utilisateur dépose sa montre quand il désire entendre davantage le son produit par la montre, et qui n'entrent pas dans le cadre de la présente invention.

[0007] On connaît des boîtes ou des carrures comportant des chambres de résonance sur lesquelles sont montés les organes de production de son, timbres ou claviers, comme dans le document FR 2 777 095 A1 au nom de CHRISTOPHE CLARET SA, avec, dans certaines variantes, des membranes placées en contact de parois de telles chambres de résonance, lesquelles chambres consomment une grande partie du volume intérieur disponible dans la boîte ou la carrure.

[0008] Le document EP 2 034 376 B1 au nom de ROTH ET GENTA SA tente de résoudre ce problème d'encombrement, en proposant une carrure mince comme résonateur, comportant des ergots de fixation des timbres ou similaires.

[0009] La demande CH 645 236 G au nom de BOUILLE décrit une boîte comportant des ailettes périphériques destinées à des fixations mécaniques: à cause de cette fonction spécifique, elles présentent une rigidité mécanique accrue. Leurs formes géométriques, leurs fixations et leurs orientations sont bien définies et inefficaces acoustiquement, et ces ailettes ne pourraient pas faire office de résonateurs sonores externes.

[0010] On connaît encore des générateurs acoustiques où les sons sont produits par une membrane que fait vibrer une lame élastique, et dont les vibrations sont entretenues par un transducteur électromagnétique, comme dans les documents CH 497 760 et CH 497 017 au nom de SPADINI, qui ont un encombrement conséquent et nécessitent un circuit électrique.

[0011] Pour améliorer le niveau acoustique d'une montre à sonnerie, il est nécessaire d'optimiser les éléments qui constituent l'habillage de la montre, pour que celui-ci rayonne les fréquences engendrées par le système de sonnerie, c'est-à-dire en général les fréquences propres des lames d'un clavier, ou bien les fréquences propres d'un timbre d'une répétition minute. Pour obtenir un son riche (dans le cas d'une répétition minute) ou un son d'intensité uniforme quelles que soient les notes jouées (dans le cas d'une montre type boîte à musique), l'habillage doit pouvoir répondre à une large bande de fréquences comprises entre 1 kHz et 6 kHz, qui sont les fréquences pour lesquelles la perception de l'oreille humaine est optimale.

[0012] Cependant, à cause de sa taille, de sa forme et de sa rigidité, l'habillage d'une montre possède principalement des modes propres à des fréquences élevées. Dans ce cas, l'habillage filtre, plus qu'il ne les rayonne, les fréquences de la sonnerie ou de la mélodie.

[0013] Il est connu d'optimiser l'habillage pour que celui-ci rayonne une seule fréquence donnée dans la bande fréquentielle d'intérêt (1 kHz - 6 kHz), comme dans le document FR1136675A au nom de Gebrueder JUNGHANS A.G. qui décrit l'utilisation d'une membrane standard pour une horloge à sonnerie, ou pour que l'habillage rayonne plusieurs modes dans la bande fréquentielle d'intérêt (1 kHz-6 kHz), comme dans le document EP 2 461 220 A1 au nom de MONTRES BREGUET SA, divulgant une membrane à trois feuillets alvéolés, ou encore dans le document EP 2 461 219 A1 au nom de MONTRES BREGUET SA communiquant sur l'utilisation d'une membrane spatialement inhomogène optimisée, ou encore dans le brevet EP 2 367 079 B1 au nom de MONTRES BREGUET SA qui décrit une solution dans laquelle la glace de la montre constitue l'organe vibrant et rayonnant, grâce à un agencement particulier de la fixation de la glace sur la lunette.

[0014] Dans l'état de la technologie, et pour les constructions traditionnelles des montres, il est toutefois impossible d'obtenir des résonances acoustiques d'habillage à une fréquence inférieure à 1500 Hz, parce que les composants d'habillage ont pour fonction principale de garantir la protection du mouvement et, généralement, l'étanchéité de la montre, et doivent donc être suffisamment rigides et épais. Pour la même raison, il est impossible d'augmenter fortement le nombre de résonances acoustiques d'habillage dans la bande fréquentielle d'intérêt auditif (de 1 kHz à 6 kHz), ce qui limite considérablement le niveau acoustique et la richesse des sons émis et des mélodies jouées.

Résumé de l'invention

[0015] L'invention se propose d'apporter une amélioration du niveau acoustique et de la richesse du son et des mélodies jouées par une pièce d'horlogerie, notamment une montre à sonnerie ou musicale, sans altérer la qualité du son émis par le mécanisme ou le circuit émetteur. L'invention permet aussi de filtrer sélectivement une partie du bruit produit par le mécanisme d'une pièce d'horlogerie, notamment une montre.

[0016] De façon innovante, l'invention intègre des éléments vibrants-rayonnants additionnels à un habillage classique, ces éléments additionnels sont dimensionnés de telle sorte que les fréquences de leurs premiers modes propres, (nommées ci-après fréquences du radiateur), soient accordées aux fréquences propres (dénommées ci-après fréquences du générateur) du générateur de vibrations de la pièce d'horlogerie, notamment une montre, notamment d'un timbre, ou des lames d'un clavier pour améliorer le niveau acoustique global de la pièce d'horlogerie, notamment une montre. Les géométries (surface, épaisseur, forme) de ces éléments additionnels permettent la formation d'ondes acoustiques rayonnantes.

[0017] Ainsi, l'habillage classique peut être dimensionné en fonction des contraintes imposées par la conception horlogère, par l'étude de style, par l'encombrement du mouvement, et pour répondre aux spécifications telles que l'étanchéité et la résistance aux chocs, et ceci sans se soucier particulièrement du pouvoir rayonnant de cet habillage, qui est amélioré, selon l'invention, par l'ajout de ces éléments vibrants (nommés ci-après « radiateurs acoustiques »), optimisés dimensionnellement pour la seule fonction rayonnante sonore.

[0018] A cet effet, l'invention concerne un procédé d'amélioration du niveau d'émission sonore d'une pièce d'horlogerie, ou d'une pièce d'horlogerie musicale ou à sonnerie, comportant au moins un générateur de vibrations vibrant à des fréquences propres du générateur particulières dans une fourchette de 1 kHz à 6 kHz, caractérisé en ce qu'on modifie un habillage ou/et un mouvement que comporte ladite pièce d'horlogerie, par l'intégration ou l'ajout d'au moins un radiateur acoustique comportant au moins un élément vibrant-rayonnant ayant une fréquence propre du radiateur accordée avec une des fréquences propres du générateur.

[0019] L'invention concerne encore un habillage pour pièce d'horlogerie, ou pour pièce d'horlogerie musicale ou à sonnerie, ledit habillage étant caractérisé en ce qu'il comporte au moins un radiateur acoustique comportant au moins un élément vibrant-rayonnant à une fréquence propre du radiateur accordée avec au moins l'une des fréquences propres du générateur de la pièce d'horlogerie.

[0020] L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie qui est une montre à sonnerie ou/et à boîte à musique, caractérisée en ce qu'elle comporte un tel habillage, ou/et un mouvement porteur d'au moins un générateur de vibrations vibrant à des fréquences propres du générateur particulières, ledit mouvement comportant au moins un radiateur acoustique comportant au moins un élément vibrant-rayonnant à une fréquence propre du radiateur accordée avec au moins l'une desdites fréquences propres du générateur.

Description sommaire des dessins

[0021] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où:

- la figure 1A représente, de façon schématisée, partielle, et en perspective, une pièce d'horlogerie constituée par une montre, optimisée selon l'invention par l'intégration de radiateurs acoustiques comportant des plaques rayonnantes, intégrées à la carrure et à la lunette de la montre ;
- la figure 1B représente, de façon schématisée, et en perspective, une montre, optimisée selon l'invention, présentant des radiateurs acoustiques de différentes tailles avec différentes conditions d'attache, se développant à l'extérieur de la boîte de montre ;
- la figure 2A représente, de façon schématisée, et en perspective, une variante particulière de réalisation de l'invention, avec quatre radiateurs acoustiques fixés à la boîte de la montre et sensiblement radiaux, avec des surfaces vibrantes principales tournées vers l'utilisateur;
- la figure 2B représente, de façon schématisée et en coupe selon un plan passant par un axe principal, la montre de la figure 2A, comportant des générateurs de son et des radiateurs acoustiques selon l'invention;
- la figure 2C représente, de façon similaire à la figure 2B, une autre variante avec des radiateurs acoustiques à l'extérieur et à l'intérieur de la boîte de montre;
- la figure 3 représente un diagramme avec, en abscisse des fréquences en Hz, et en ordonnée le niveau acoustique en dB, mesuré à 5 cm de la montre sur l'axe principal de la montre, pour un même habillage de montre, en trait continu selon une réalisation classique, et en trait interrompu selon une première exécution optimisée où ce même habillage est équipé de radiateurs acoustiques selon l'invention; ce diagramme est représenté dans une application où le premier mode propre des radiateurs acoustiques est à 1350 Hz. Le diagramme montre l'effet de résonance du radiateur à la fréquence souhaitée et l'effet d'anti-résonance (filtrage, diminution du son) dans le reste de la bande fréquentielle;
- la figure 4 représente, de façon similaire à la figure 2A, le même habillage, selon une deuxième exécution optimisée où il est équipé de radiateurs acoustiques possédant un premier mode propre à 2210 Hz ;

- la figure 5 représente, sous forme d'un schéma-blocs, une pièce d'horlogerie comportant un habillage optimisé selon l'invention.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0022] L'invention concerne le domaine des pièces d'horlogerie, et plus particulièrement des pièces d'horlogerie qui comportent des moyens d'émission sonore, et plus particulièrement les montres à sonnerie et les montres à boîte à musique, que l'on appellera ci-après indifféremment montres musicales, et elle se propose de fournir des moyens pour augmenter le niveau acoustique, et le volume sonore.

[0023] La présente description concerne plus particulièrement de telles montres musicales. L'homme du métier saura utiliser l'invention, telle qu'elle est décrite, pour des pièces d'horlogerie ou des montres non musicales ou sans sonnerie, par exemple dans le but, selon le cas de rendre audible à l'utilisateur tout ou une partie du son généré par le mécanisme de la montre, ou à l'inverse de filtrer et rendre inaudible le bruit généré par le mécanisme (en exploitant le phénomène d'anti-résonance introduit par un couplage vibratoire entre, d'une part des radiateurs acoustiques selon l'invention et décrits ci-après, et d'autre part le reste de l'habillage de la montre).

[0024] L'invention concerne une amélioration relative aussi bien à la conception de montres musicales, qu'à la modification de montres musicales existantes, pour l'optimisation de leur niveau acoustique.

[0025] Ainsi, l'invention concerne un procédé d'amélioration du niveau d'émission sonore d'une pièce d'horlogerie 1, ou d'une pièce d'horlogerie musicale ou à sonnerie, comportant au moins un générateur de vibrations 2 vibrant à des fréquences propres particulières, dites ici « fréquences propres du générateur ». Ce générateur de vibrations 2 peut comporter un timbre, un clavier, une membrane, une caisse de résonance, ou similaire, vibrant à des fréquences propres spécifiques dans la bande efficace acoustiquement, soient des fréquences comprises entre 1 kHz et 6kHz. On appelle ici les fréquences de vibration de l'élément générateur les «fréquences du générateur », et les fréquences de vibration d'un élément rayonnant, qui est décrit ci-après, « fréquences du radiateur ».

[0026] Ce générateur de vibrations 2 est porté par un habillage 3 de la pièce d'horlogerie 1 ou par un mouvement 17 de cette pièce d'horlogerie 1.

[0027] Selon l'invention, on détermine les fréquences propres du générateur particulières: on calcule de façon précise (simulation FEM ou similaire) les fréquences propres particulières du générateur, et on intègre ou on ajoute à la conception et à la construction de l'habillage 3 ou/et du mouvement 17, et notamment mais non limitativement à l'extérieur de cet habillage 3 ou/et de ce mouvement 17, au moins un élément rayonnant qui est un radiateur acoustique 4.

[0028] Ce radiateur acoustique 4 comporte au moins un élément vibrant-rayonnant, qui vibre à une fréquence propre du radiateur qui est accordée avec l'une des fréquences propres du générateur, du générateur de vibrations 2, avec un écart de fréquence inférieur ou égal au ratio entre la fréquence du mode propre et l'inverse du facteur de qualité de l'élément rayonnant, ou avec un écart de fréquence inférieur ou égal à 100 Hz.

[0029] Dans une mise en oeuvre particulière, la fréquence propre du radiateur est accordée avec l'une des fréquences propres du générateur, avec un écart de fréquence inférieur ou égal à la plus faible valeur entre, d'une part le ratio entre la fréquence du mode propre et l'inverse du facteur de qualité de l'élément rayonnant, et d'autre part la valeur de 100 Hz.

[0030] On entend ici par « accorder » le fait de régler une fréquence sur une fréquence sensiblement égale, avec un écart de fréquence inférieur à une valeur calculée ou pré-déterminée: le terme « sensiblement égal » dépend de la largeur de la résonance vibro-acoustique de l'élément rayonnant, donc de son facteur de qualité.

[0031] La fréquence du radiateur du mode propre fondamental de l'élément rayonnant, ici le radiateur acoustique 4, est accordée à la fréquence du générateur d'un mode propre de vibration du générateur de vibrations 2. On peut formuler autrement cette règle d'accord en disant que la fréquence du radiateur du mode propre fondamental de l'élément rayonnant est sensiblement égale à la fréquence du générateur d'un mode propre de vibration du générateur de vibrations 2, la différence entre les deux fréquences étant inférieure au ratio entre la fréquence du radiateur et le facteur de qualité de l'élément rayonnant évalué à la fréquence du radiateur.

[0032] Il faut bien comprendre que le terme « accorder » employé dans la présente description fait référence à la faculté de résonance vibro-acoustique de l'élément rayonnant, constitué par le radiateur acoustique 4, quand il est sollicité à la fréquence de vibration de l'élément de génération constitué par le générateur de vibrations 2. Ce terme ne prend donc pas du tout en compte une caractéristique musicale.

[0033] Il est de ce fait possible d'accorder une fréquence du générateur à une fréquence du radiateur avec un écart de fréquence inférieur ou égal à 100 Hz, si le facteur de qualité de l'élément rayonnant est égal ou inférieur à 10, ce qui est généralement possible, comme montré dans les figures 3 et 4.

[0034] Le facteur de qualité Q est défini comme le ratio entre, d'une part l'énergie mécanique stockée dans un élément vibrant (total de l'énergie élastique et de l'énergie cinétique), et d'autre part l'énergie perdue par amortissement pendant une oscillation complète.

[0035] Sur une oscillation, $Q = 2.\pi.$ Estockée/Eperdue.

[0036] Le facteur de qualité est aussi défini, de façon équivalente, comme le ratio entre la fréquence du mode propre de vibration de l'élément vibrant et la largeur de bande de la résonance de cet élément vibrant. L'élément vibrant répond (donc il commence à vibrer fortement) si une excitation lui est imposée avec une fréquence qui

se trouve dans un intervalle fréquentiel autour de la fréquence du mode propre de vibration : cet intervalle fréquentiel est la largeur de bande (la largeur des pics dans les figures 3 et 4). Mathématiquement : Q = f/(f2-f1), f1 et f2 définissant les extrêmes de l'intervalle fréquentiel.

[0037] L'écart de fréquence par rapport à la fréquence du générateur, sur laquelle on veut s'accorder, est donc inférieur ou égal au ratio entre la fréquence du mode propre et l'inverse du facteur de qualité de l'élément rayonnant.

[0038] Par défaut on peut prendre comme valeur maximale de cet écart de fréquence la valeur de 100 Hz.

[0039] Cette définition prend en compte le fait que le facteur de qualité Q de l'élément de génération est toujours entre 5 et 100 fois supérieur à celui de l'élément rayonnant, et il est généralement compris entre 8 et 30 pour les mécanismes qui concernent l'invention.

[0040] Donc l'élément rayonnant résonne s'il est sollicité par une vibration de fréquence du générateur f_A, qui est accordée selon la définition ci-dessus, ou sensiblement égale pour reprendre le vocabulaire horloger, à sa fréquence fondamentale, comme montré par exemple dans les figures 3 et 4, où l'intervalle fréquentiel de réponse de l'élément rayonnant est de l'ordre de 100 Hz: la différence entre la fréquence de l'élément rayonnant et la fréquence de l'élément de génération peut donc être de 100 Hz.

[0041] Il n'est pas nécessaire que toutes les fréquences de vibration (un nombre infini d'harmoniques) de l'élément rayonnant soient sensiblement égales à une des fréquences de vibration de l'élément de génération.

[0042] Au contraire, selon la variante la plus avantageuse de l'invention, une pluralité d'éléments rayonnants, en nombre N, est fixée à la boîte de la pièce d'horlogerie 1, notamment une montre. N est le nombre de modes de vibration de l'élément de génération qu'on souhaite rayonner, et chaque élément rayonnant possède un mode fondamental de vibration dont la fréquence est sensiblement égale à la fréquence d'un des modes de l'élément de génération.

[0043] Par exemple, pour un timbre ayant quatre modes de vibration dans l'intervalle fréquentiel entre 1 kHz et 6 kHz, on ajoute quatre radiateurs acoustiques 4 formés de plaques rayonnantes à l'extérieur de la boîte de la pièce d'horlogerie 1, notamment une montre, chacune de ces quatre plaques ayant un mode propre fondamental de vibration de fréquence sensiblement égale, selon la définition ci-dessus, à une des fréquences de vibration du timbre entre 1 kHz et 6 kHz.

[0044] Dans un autre exemple, pour un clavier ayant dix lames (chacune possédant un mode de vibration dans l'intervalle fréquentiel entre 1 kHz et 6 kHz), on ajoute dix radiateurs acoustiques 4 formés de plaques rayonnantes à l'extérieur de la boîte de la pièce d'horlogerie 1, notamment une montre, chacune de ces dix plaques ayant un mode propre fondamental de vibration de fréquence sensiblement égale à une des fréquences de vibration des lames du clavier.

[0045] Ainsi, pour améliorer le rayonnement d'une pièce d'horlogerie 1, notamment une montre, l'homme du métier met en oeuvre un procédé comportant, pour déterminer le nombre de radiateurs acoustiques 4, les étapes suivantes:

- déterminer le nombre N de modes de vibration de l'élément de génération, constitué par le générateur de vibrations 2, qu'on souhaite rayonner ;
- équiper la pièce d'horlogerie 1 d'un nombre N d'éléments rayonnants, chacun constitué par un radiateur acoustique 4 comportant au moins un élément vibrant-rayonnant, chaque radiateur acoustique 4 fixé à l'extérieur de la boîte de la pièce d'horlogerie 1 ;
- assurer que chaque radiateur acoustique 4 a pour seule fonction de rayonner ;
- de préférence orienter chaque radiateur acoustique 4 dans une direction particulière d'écoute pour laquelle est conçue la pièce d'horlogerie 1, dans laquelle direction particulière d'écoute est censé se trouver un utilisateur écoutant la sonnerie ou/et la musique émise par la pièce d'horlogerie 1 ;
- optimiser chaque radiateur acoustique 4 pour assurer que la fréquence de son mode propre fondamental est accordée sensiblement égale à celle d'un des modes propres de vibration de l'élément générateur ;
- assurer que chaque radiateur acoustique 4 est distinct de l'élément de génération (leurs fréquences sont différentes sauf la fréquence sensiblement égale qu'on souhaite rayonner, leurs facteurs de qualité sont différents, il n'y a aucune relation de phase entre la vibration du radiateur acoustique 4 et la vibration de l'élément de génération).

[0046] Les radiateurs acoustiques 4 selon l'invention ont une fonction rayonnante s'ils sont positionnés à l'extérieur de la boîte de la pièce d'horlogerie 1, notamment une montre; s'ils sont disposés à l'intérieur, leur fonction est plutôt de filtrer (réduire le bruit) à la fréquence considérée.

[0047] Ce radiateur acoustique 4 et ses liaisons mécaniques à la pièce d'horlogerie 1 sont dimensionnés numériquement pour présenter un mode propre de vibration dont la fréquence est accordée, à moins de 100 Hz, avec au moins l'une des fréquences propres du générateur, et dont la déformée spatiale permet la génération d'une onde acoustique rayonnante. Les conditions rayonnant des structures sont présentées par exemple dans l'ouvrage [C. Lesueur, « Rayonnement acoustique des structures: vibroacoustique, interactions fluide-structure », Editions Eyrolles, 1988].

[0048] De façon préférée, on modifie l'habillage 3 ou/et le mouvement 17 par l'intégration ou l'ajout d'une pluralité de tels radiateurs acoustiques 4, chacun introduisant une fréquence propre du radiateur accordée, à moins de 100 Hz, avec une des fréquences du générateur du générateur de vibration.

[0049] Dans une mise en oeuvre particulière de l'invention, on choisit au moins une partie de ces radiateurs acoustiques 4 avec des fréquences propres du radiateur différentes entre eux.

[0050] Dans une autre mise en oeuvre particulière de l'invention, on choisit au moins une partie de ces radiateurs acoustiques 4 avec des fréquences propres du radiateur égales entre eux.

[0051] On comprend qu'on peut, encore, panacher ces deux modes de mise en oeuvre de l'invention, en choisissant plusieurs groupes de radiateurs acoustiques 4, chaque groupe constitué de radiateurs acoustiques 4 accordés à la même fréquence propre du radiateur, et les fréquences propres du radiateur des différents groupes étant différentes entre elles.

[0052] Dans une réalisation avantageuse, on choisit, dans une fourchette de fréquences donnée dans la gamme audible par l'oreille humaine, et pour chacune des fréquences propres du générateur générées par au moins un générateur de vibrations 2, au moins un tel radiateur acoustique 4 avec une fréquence propre du radiateur accordée avec une des fréquences propres du générateur.

[0053] Avantageusement, on réalise au moins un tel radiateur acoustique 4 avec une surface vibrante principale 6 qui est orientée selon une direction préférentielle, notamment l'axe principal de la montre correspondant à l'axe de pivotement des aiguilles, pour favoriser la diffusion sonore vers l'utilisateur, notamment au travers de l'habillage 3.

[0054] L'emploi de radiateurs acoustiques 4 ne doit pas compliquer la manipulation des composants de la pièce d'horlogerie, notamment une montre lors de son assemblage ou de sa maintenance. Aussi, de préférence, et de façon non limitative, on solidarise au moins un tel radiateur acoustique 4 avec une carrure 5 que comporte l'habillage 3, ou avec une boîte 10 que comporte l'habillage 3, ou avec une lunette 11 que porte une telle carrure 5, ou avec une platine 14 que comporte la pièce d'horlogerie 1. Avantageusement, on agence au moins un tel radiateur acoustique 4 à l'extérieur de la carrure 5, ou à l'intérieur de la boîte 10, de façon à ce que ces radiateurs acoustiques 4 ne soient pas en contact direct avec l'utilisateur.

[0055] Pour obtenir une bonne vibration de chaque radiateur acoustique 4, on relie au moins un dit radiateur acoustique 4 à la carrure 5 ou à la boîte 10 par une jambe d'attache 7, de préférence unique, porteuse d'au moins une lame vibrante 8 que comporte le radiateur acoustique 4. La figure 1B montre des lames vibrantes 8 reliées par une ou deux jambes d'attache 7 à la carrure 5.

[0056] La figure 2A montre un mode de réalisation de l'invention où quatre radiateurs acoustiques 4 sont composés par quatre lames rectangulaires 8 fixées à la boîte 10 de la pièce d'horlogerie 1, chacun étant lié par une telle jambe d'attache 7, ces lames 8 étant sensiblement radiantes et avec des surfaces vibrantes principales 6 sensiblement coplanaires. Les radiateurs 4 sont libres de vibrer selon leur premier mode de vibration et créer une onde acoustique rayonnante qui se propage dans la direction de l'axe de la pièce d'horlogerie, notamment une montre 1.

[0057] On peut, encore, selon l'invention, réaliser au moins un tel radiateur acoustique 4 par une découpe partielle de la carrure 5 (ou de la lunette 11, ou d'un autre composant de la boîte de la pièce d'horlogerie, notamment une montre) sous la forme d'une lame vibrante 8 reliée à la carrure 5 par une extrémité 9 unique de la lame vibrante 8, tel que visible sur la figure 1A.

[0058] Dans une réalisation particulière, on réalise au moins un tel radiateur acoustique 4 par une découpe partielle de la lunette 11, sous la forme d'une lame vibrante 8 reliée à la lunette 11 par une extrémité 9 unique de la lame vibrante 8.

[0059] Dans une réalisation particulière, on réalise au moins un tel radiateur acoustique 4 par une découpe partielle du fond 12, sous la forme d'une lame vibrante 8 reliée au fond 12 par une extrémité 9 unique de la lame vibrante 8.

[0060] L'invention concerne aussi un habillage 3 pour pièce d'horlogerie 1, ou pour pièce d'horlogerie musicale ou à sonnerie, notamment pour une montre, et plus particulièrement pour une montre musicale ou à sonnerie. Cet habillage 3 est porteur d'au moins un générateur de vibrations 2 vibrant à des fréquences propres du générateur particulières.

[0061] Selon l'invention, l'habillage 3 comporte au moins un radiateur acoustique 4, lequel comporte au moins un élément vibrant-rayonnant, notamment une lame vibrante 8, qui vibre à une fréquence propre du radiateur accordée avec au moins l'une des fréquences propres du générateur.

[0062] L'habillage 3 comporte de préférence une boîte 10 renfermant au moins une carrure 5, et au moins un tel radiateur acoustique 4 est solidarisé avec la carrure 5 ou avec la boîte 10.

[0063] Dans des variantes particulières, l'habillage 3 comporte au moins un tel radiateur acoustique 4 à l'extérieur de la carrure 5, ou à l'intérieur de la boîte 10.

[0064] Dans différentes variantes, qui peuvent être combinées entre elles, et visibles sur les figures 1A, 1B, 2A, 2B et 2C:

- on agence au moins un radiateur acoustique 4 à l'extérieur de la carrure 5 ;
- on agence au moins un radiateur acoustique 4 à l'extérieur d'une lunette 11 que porte la carrure 5 ;
- on agence au moins un radiateur acoustique 4 à l'extérieur d'un fond 12 que comporte la boîte 10 ;
- on agence au moins un radiateur acoustique 4 sur une ou deux cornes 13 que comporte la boîte 10 ;
- on agence au moins un radiateur acoustique 4 sur une platine 14 que comporte le mouvement 17 de la pièce d'horlogerie 1, ce radiateur acoustique 4 comportant un composant de liaison 15 traversant la boîte 10 de la pièce d'horlogerie 1.

- on agence au moins un radiateur acoustique 4 qui constitue une pièce monobloc avec son élément de fixation à la pièce d'horlogerie 1.

[0065] Dans la réalisation de la figure 1B, au moins un tel radiateur acoustique 4 est relié à la carrure 5 ou à la boîte 10 par une jambe d'attache 7, notamment unique, porteuse d'au moins une lame vibrante 8 que comporte le radiateur acoustique 4.

[0066] Dans la réalisation de la figure 1A, au moins un tel radiateur acoustique 4 comporte au moins une lame vibrante 8 découpée dans la carrure 5 à laquelle la lame vibrante 8 est reliée par une extrémité 9 unique de la lame vibrante 8.

[0067] De préférence, l'habillage 3 comporte une pluralité de tels radiateurs acoustiques 4, dont au moins une partie de ces radiateurs acoustiques 4 ont des fréquences propres du radiateurs différentes entre eux.

[0068] L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie 1 qui est une montre à sonnerie ou/et à boîte à musique. Elle comporte un tel habillage 3, ou/et un mouvement 17, porteur d'au moins un générateur de vibrations 2 vibrant à des fréquences propres du générateur particulières, cet habillage 3 ou/et ce mouvement 17 comportant au moins un radiateur acoustique 4 comportant au moins un élément vibrant-rayonnant à une fréquence propre du radiateur accordée avec au moins l'une des fréquences propres du générateur du générateur de vibrations 2.

[0069] Pour revenir aux radiateurs acoustiques 4, de préférence des lames vibrantes 8, notamment des plaques additionnelles, illustrées ici de forme rectangulaire non limitative, sont vissées ou soudées ou chassées ou fixées par tout procédé permettant la transmission de la vibration acoustique, à un ou plusieurs éléments de l'habillage tels que des cornes 13, les barrettes, la carrure 5, la lunette 11, le fond 12 de la boîte 10, ou même les maillons du bracelet. Ces plaques additionnelles vibrent et rayonnent aux fréquences de leurs modes propres lorsque la sonnerie est déclenchée, ou pour un affichage sonore, ou simplement en permanence pour assurer, de manière sélective, soit l'amplification (résonance) soit le filtrage (anti-résonance) du bruit émis par un mécanisme en fonctionnement. Ces éléments vibrants jouent le rôle des plaques rayonnantes constitutives des radiateurs acoustiques 4.

[0070] Selon une première variante de réalisation, les radiateurs acoustiques 4 sont fixés sur le mouvement 17 de la pièce d'horlogerie 1, par exemple sur la platine 14 de ce mouvement 17, au lieu d'être fixés sur l'habillage 3. Dans ce cas les liaisons 7 sont de préférence des composants qui traversent l'habillage 3 en face d'ouvertures rendues étanches par des joints.

[0071] Selon une deuxième variante de réalisation, les radiateurs acoustiques 4 et leurs éléments de liaisons 7 constituent des pièces monobloc. De façon avantageuse, au moins un radiateur acoustique 4 est ainsi réalisé avec un composant de structure ou d'habillage, au niveau d'un pré-montage, ce qui facilite l'assemblage final de la pièce d'horlogerie 1.

[0072] La forme de ces radiateurs acoustiques 4, les conditions de fixation et les matériaux utilisés définissent les fréquences propres de ces éléments qui sont accordées aux fréquences propres du système de sonnerie (timbres ou lames d'un clavier notamment) ou du mécanisme. Les figures 1A et 1B représentent ces radiateurs acoustiques 4 fixés par exemple sur la carrure 5. La figure 1B illustre notamment des radiateurs acoustiques 4 de tailles différentes, avec différentes conditions d'attache, par une ou plusieurs jambes d'attache 7, ce qui modifie naturellement leurs fréquences propres du radiateurs.

[0073] La figure 2A montre un deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0074] Les figures 2B et 2C illustrent deux variantes, la première avec des radiateurs acoustiques 4 seulement externes à la boîte, la seconde avec des radiateurs acoustiques 4 externes et internes à la boîte.

[0075] Selon un troisième mode de réalisation non illustré, au moins un radiateur acoustique 4 est constitué d'une plaque 8 dont la forme est proche de celle d'une couronne ou d'une calotte sphérique et dont l'élément de liaison 7 est fixé au centre de cette plaque 8.

[0076] Les radiateurs acoustiques peuvent être réalisés en or, ou en autre métal précieux, tel que platine ou platinoïdes, ou en un alliage de l'un ou plusieurs de ces métaux précieux. Alternativement, ils peuvent être réalisés en acier. Alternativement, ils peuvent être réalisés en titane ou alliage de titane. Alternativement, ils peuvent être réalisés en silicium ou en dioxyde de silicium, ou encore en diamant polycristallin. Alternativement, ils peuvent être réalisés en verre métallique, ou dans un alliage au moins partiellement amorphe. Alternativement, ils peuvent être réalisés en céramique.

[0077] Avantageusement, les radiateurs acoustiques 4 sont réalisés sous la forme d'une lame vibrante 8 comportant une plaque 16 inscrite dans un parallélépipède dont la plus grande dimension est supérieure ou égale à 4 mm, dont la plus petite dimension est comprise entre 0.05 mm et 2 mm, et dont la troisième dimension est supérieure ou égale à 2 mm.

[0078] Avantageusement un radiateur acoustique 4 comporte une lame vibrante 8 comportant elle-même au moins une plaque dont les rayons de courbure sont supérieurs à 0.5 mm.

[0079] Les radiateurs acoustiques 4 permettent non seulement d'augmenter l'intensité acoustique de la pièce d'horlogerie, notamment une montre 1 mais aussi d'optimiser la directivité du son. En effet, la surface vibrante, ou du moins une surface vibrante principale 6, peut être orientée de telle sorte à ce que le rayonnement soit maximal dans une direction particulière souhaitée. Dans un mode de réalisation comportant plusieurs radiateurs acoustiques 4, il est aussi possible de définir une directivité spécifique pour chaque note produite, générant ainsi un effet stéréophonique.

[0080] Un modèle vibro-acoustique a été développé,

dans le cadre de l'invention, pour dimensionner correctement les radiateurs acoustiques 4 et pour prédire le gain acoustique apporté par ces éléments vibrants.

[0081] Dans l'exemple de réalisation de la figure 3, les radiateurs acoustiques 4 ont été optimisés pour que leurs premiers modes propres aient une fréquence de 1350 Hz. Une excitation harmonique balayant les fréquences comprises entre 1000 Hz et 3200 Hz est appliquée sur l'habillage 3.

[0082] Cette figure 3 représente le niveau acoustique d'un habillage 3 composé d'une carrure 5 et d'une lunette 11 avec glace, respectivement sans radiateurs acoustiques (en trait continu) et avec des radiateurs acoustiques 4 selon l'invention (en trait interrompu) en fonction de la fréquence de l'excitation qui lui est imposée. Dans la configuration « sans radiateurs », le niveau acoustique augmente à une fréquence supérieure à 3 kHz qui correspond à une fréquence d'un des modes propres de l'habillage 3.

[0083] Lorsque les radiateurs acoustiques 4 sont ajoutés à l'habillage 3, le niveau acoustique croît considérablement à la fréquence du premier mode propre du radiateur (à 1350 Hz). Le gain est de 10 à 15 dB. Le couplage entre les radiateurs acoustiques 4 et l'habillage 3 apparaît à 1900 Hz, ce qui engendre aussi une amélioration du niveau acoustique. Le couplage entre les radiateurs acoustiques 4 et les modes de vibrations de l'habillage 3 introduit aussi deux anti-résonances à 1450 Hz et 2150 Hz, ce qui permet aussi de réduire l'émission sonore dans le reste de la bande par rapport au cas sans radiateurs, donc de filtrer les bruits parasites produits par le mécanisme.

[0084] Sur la figure 4, le niveau acoustique d'un habillage 3 avec des radiateurs acoustiques 4 (en trait interrompu) possédant un premier mode propre à 2210 Hz est comparé à celui du même habillage 3 sans radiateurs (en trait continu). De nouveau, les radiateurs acoustiques 4 apportent une forte amélioration acoustique à la fréquence de leurs premiers modes.

[0085] A la suite de ces résultats, des radiateurs acoustiques 4 peuvent être dimensionnés pour chacune des fréquences générées par le système sonore, de sonnerie, de réveil, de musique, ou autre. Le son produit par la pièce d'horlogerie, notamment une montre peut être optimisé sur une large bande de fréquences. Un dimensionnement spécifique des radiateurs permet aussi de filtrer les bruits parasites du mécanisme.

[0086] En somme, l'invention permet d'améliorer le rendement acoustique, non seulement par rapport aux demandes de brevet du même déposant Montres Breguet SA citées plus haut, mais aussi par rapport au document FR1136675A Junghans également cité ci-dessus, qui représentent ensemble les mécanismes les plus performants jusqu'à l'invention: les réalisations de l'art antérieur se sont toujours heurtées à la difficulté de faire rayonner un système (par exemple une horloge) à plusieurs fréquences indépendantes dans la bande 1kHz-6kHz, autrement que par une résonance unique. Ainsi, dans FR1136675A, la fréquence rayonnant de la membrane coïncide avec la seule fréquence rayonnant de l'équipement, donc de l'habillage.

[0087] La présente invention introduit la solution des radiateurs acoustiques, qui ne sont pas des membranes, ce qui permet au contraire d'ajouter une ou plus fréquences de rayonnement additionnelles à la fréquence propre de rayonnement de l'habillage du système: le résultat, comme montré dans les figures 3 et 4, est que les fréquences des radiateurs acoustiques 4 s'ajoutent à la fréquence de l'habillage 3, sans la détruire ou la remplacer, alors que dans l'art antérieur une seule résonance est visible, celle du système avec la membrane.

[0088] Les caractéristiques de l'invention constituent une nouveauté par rapport à l'art antérieur qui ne visait qu'à améliorer le rayonnement des éléments qui constituent l'habillage, tels l'ensemble lunette-glace, la carrure ou le fond, ou qu'à faire rayonner directement l'élément de génération du son.

[0089] Dans le cas de l'invention, l'élément de génération n'est pas nécessairement rayonnant, et même avantageusement reste non-rayonnant et physiquement distinct de l'élément rayonnant, ce qui permet d'en assurer le faible taux d'amortissement et la pureté fréquentiel de la vibration (et donc finalement du son), tandis que l'élément rayonnant est reporté sur l'habillage mais ne fait pas partie des composants qui constituent l'habillage, lesquels garantissent notamment l'étanchéité de la pièce d'horlogerie 1 surtout dans le cas d'une montre.

[0090] La mise en oeuvre de l'invention est facile, de coût modéré, et apporte de nombreux avantages par rapport à l'art antérieur :

- amélioration du niveau acoustique du son rayonné par une pièce d'horlogerie, notamment une montre dans la bande de fréquences comprises entre 1 kHz et 6 kHz ;
- possibilité d'optimisation individuelle et spécifique des radiateurs acoustiques 4 pour améliorer le niveau acoustique global (en particulier en fonction de la mélodie ou de l'accord du timbre) ;
- ce système n'impose pas de contraintes de conception sur l'habillage:
    - l'étanchéité n'est pas altérée car tous les joints peuvent être conservés ce qui est capital sur toute pièce d'horlogerie, notamment une montre étanche;
    - dans certains modes de réalisation, la résistance aux chocs, et l'encombrement intérieur n'ont pas à être modifiés;
- possibilité d'optimiser la directivité du son produit par la pièce d'horlogerie, notamment une montre 1, de manière sélective en fréquence, et donc d'obtenir des effets stéréophoniques;
- possibilité de réalisation très économique des radiateurs acoustiques 4 en électroformage;

- possibilité d'accorder la fréquence propre de chaque radiateur acoustique 4 à celle d'une lame d'un clavier ou à celle d'un timbre;
- conservation de la clarté du son émis par le mécanisme.

Revendications

1. Procédé d'amélioration du niveau acoustique d'une pièce d'horlogerie (1) musicale ou à sonnerie, comportant au moins un générateur de vibrations (2) vibrant à des fréquences propres du générateur particulières dans une fourchette de 1 kHz à 6 kHz, **caractérisé en ce qu'**on modifie un habillage (3) ou/et un mouvement (17) que comporte ladite pièce d'horlogerie (1) par l'intégration ou l'ajout d'au moins un élément rayonnant constitué par un radiateur acoustique (4) comportant au moins un élément vibrant-rayonnant à une fréquence propre du radiateur accordée avec l'une desdites fréquences propres du générateur, avec un écart de fréquence inférieur ou égal au ratio entre la fréquence du mode propre et l'inverse du facteur de qualité dudit élément rayonnant, ou avec un écart de fréquence inférieur ou égal à 100 Hz, et **caractérisé en ce que**, pour déterminer le nombre de dits radiateurs acoustiques (4), on effectue les étapes suivantes:

   - déterminer le nombre (N) de modes de vibration de l'élément de génération, constitué par ledit générateur de vibrations (2), qu'on souhaite rayonner ;
   - équiper ladite pièce d'horlogerie (1) dudit nombre (N) d'éléments rayonnants, chacun constitué par un dit radiateur acoustique (4) comportant au moins un élément vibrant-rayonnant, chaque dit radiateur acoustique (4) étant fixé à l'extérieur de la boîte de ladite pièce d'horlogerie (1).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour chaque dit radiateur acoustique (4), on accorde sa dite fréquence propre de radiateur avec ladite fréquence propre du générateur, avec un écart de fréquence inférieur ou égal à la plus faible valeur entre, d'une part le ratio entre la fréquence du mode propre et l'inverse du facteur de qualité dudit élément rayonnant constitué par ledit radiateur acoustique (4) considéré, et d'autre part la valeur de 100 Hz.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**on vérifie que chaque dit radiateur acoustique (4) a pour seule fonction de rayonner.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**on oriente chaque dit radiateur acoustique (4) dans une direction particulière d'écoute pour laquelle est conçue ladite pièce d'horlogerie (1).

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce qu'**on optimise chaque dit radiateur acoustique (4) pour assurer que la fréquence de son mode propre fondamental est accordée sensiblement égale à celle d'un des modes propres de vibration dudit générateur de vibrations (2), avec un écart de fréquence inférieur ou égal au ratio entre la fréquence du mode propre et l'inverse du facteur de qualité dudit élément rayonnant, ou avec un écart de fréquence inférieur ou égal à 100 Hz.

6. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**on vérifie que chaque dit radiateur acoustique (4) est distinct dudit générateur de vibrations (2).

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**on modifie ledit habillage (3) ou ledit mouvement (17) par l'intégration ou l'ajout d'une pluralité de dits radiateurs acoustiques (4).

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**on choisit au moins une partie des dits radiateurs acoustiques (4) avec des fréquences propres du radiateur différentes entre eux.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'**on réalise au moins un dit radiateur acoustique (4) avec une surface vibrante principale (6) orientée selon une direction préférentielle pour favoriser la diffusion sonore vers l'utilisateur.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'**on solidarise au moins un dit radiateur acoustique (4) avec une carrure (5) que comporte ledit habillage (3), ou avec une boîte (10) que comporte ledit habillage (3), ou avec une lunette (11) que porte ladite carrure (5), ou avec une platine (14) que comporte ledit mouvement (17) de ladite pièce d'horlogerie (1).

11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'**on agence au moins un dit radiateur acoustique (4) à l'extérieur de ladite carrure (5).

12. Procédé selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce qu'**on agence au moins un dit radiateur acoustique (4) à l'extérieur d'une lunette (11) que porte ladite carrure (5).

13. Procédé selon une des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce qu'**on agence au moins un dit radiateur acoustique (4) à l'extérieur d'un fond (12) que comporte ladite boîte (10).

14. Procédé selon une des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce qu'**on agence au moins un dit ra-

diateur acoustique (4) sur une ou deux cornes (13) que comporte ladite boîte (10).

15. Procédé selon une des revendications 10 à 14, **caractérisé en ce qu'**on agence au moins un dit radiateur acoustique (4) sur une platine (14) que comporte ledit mouvement (17) de ladite pièce d'horlogerie (1), ledit radiateur acoustique (4) comportant un composant de liaison (15) traversant ladite boîte (10) de ladite pièce d'horlogerie (1).

16. Procédé selon une des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce qu'**on agence au moins un dit radiateur acoustique (4) qui constitue une pièce monobloc avec son élément de fixation à ladite pièce d'horlogerie (1).

17. Procédé selon l'une des revendications 10 à 16, **caractérisé en ce qu'**on relie au moins un dit radiateur acoustique (4) à ladite carrure (5) ou à ladite boîte (10) ou audit mouvement (17) par une jambe d'attache (7) unique porteuse d'au moins une lame vibrante (8) que comporte ledit radiateur acoustique (4).

18. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'**on réalise au moins un dit radiateur acoustique (4) par une découpe partielle de ladite carrure (5), sous la forme d'une lame vibrante (8) reliée à ladite carrure (5) par une extrémité (9) unique de ladite lame vibrante (8).

19. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'**on réalise au moins un dit radiateur acoustique (4) par une découpe partielle de ladite lunette (11), sous la forme d'une lame vibrante (8) reliée à ladite lunette par une extrémité (9) unique de ladite lame vibrante (8).

20. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce qu'**on réalise au moins un dit radiateur acoustique (4) par une découpe partielle dudit fond (12), sous la forme d'une lame vibrante (8) reliée audit fond par une extrémité (9) unique de ladite lame vibrante (8).

21. Procédé selon une des revendications 1 à 20, **caractérisé en ce qu'**on réalise ledit au moins un radiateur acoustique (4) sous la forme d'une lame vibrante (8) comportant une plaque (16) inscrite dans un parallélépipède dont la plus grande dimension est supérieure ou égale à 4 mm, dont la plus petite dimension est comprise entre 0.05 mm et 2 mm, et dont la troisième dimension est supérieure ou égale à 2 mm.

22. Procédé selon une des revendications 1 à 21, **caractérisé en ce qu'**au moins un dit radiateur acoustique (4) comporte une lame vibrante (8) comportant une plaque (16) dont les rayons de courbure sont supérieurs à 0.5 mm.

23. Procédé selon une des revendications 1 à 22, **caractérisé en ce qu'**on réalise ledit au moins un dit radiateur acoustique (4) en or, ou en métal précieux, ou en silicium, ou en céramique, ou en verre métallique, ou en acier, ou en titane.

24. Habillage (3) pour pièce d'horlogerie (1) musicale ou à sonnerie, ledit habillage (3) étant porteur d'au moins un générateur de vibrations (2) vibrant à des fréquences propres du générateur particulières, où ledit habillage (3) comporte au moins un radiateur acoustique (4) comportant au moins un élément vibrant-rayonnant à une fréquence propre du radiateur accordée avec au moins l'une desdites fréquences propres du générateur de ladite pièce d'horlogerie (1), où ledit habillage (3) comporte une boîte (10) renfermant au moins une carrure (5), où au moins un dit radiateur acoustique (4) est solidarisé avec ladite carrure (5) ou avec ladite boîte (10), **caractérisé en ce que** au moins un dit radiateur acoustique (4) est relié à ladite carrure (5) ou à ladite boîte (10) par une jambe d'attache (7) unique porteuse d'au moins une lame vibrante (8) que comporte ledit radiateur acoustique (4).

25. Habillage (3) selon la revendication 24, **caractérisé en ce que** ledit habillage (3) comporte au moins un dit radiateur acoustique (4) à l'extérieur de ladite carrure (5), ou à l'intérieur de ladite boîte (10).

26. Habillage (3) selon la revendication 24 ou 25, **caractérisé en ce que** ledit habillage (3) comporte une pluralité de dits radiateurs acoustiques (4) dont au moins une partie des dits radiateurs acoustiques (4) ont des fréquences propres du radiateur différentes entre eux.

27. Habillage (3) pour pièce d'horlogerie (1) musicale ou à sonnerie, ledit habillage (3) étant porteur d'au moins un générateur de vibrations (2) vibrant à des fréquences propres du générateur particulières, où ledit habillage (3) comporte au moins un radiateur acoustique (4) comportant au moins un élément vibrant-rayonnant à une fréquence propre du radiateur accordée avec au moins l'une desdites fréquences propres du générateur de ladite pièce d'horlogerie (1), et où ledit habillage (3) comporte une boîte (10) renfermant au moins une carrure (5), et en ce que au moins un dit radiateur acoustique (4) est solidarisé avec ladite carrure (5) ou avec ladite boîte (10), **caractérisé en ce qu'**au moins un dit radiateur acoustique (4) comporte au moins une lame vibrante (8) découpée dans ladite carrure (5) à laquelle ladite lame vibrante (8) est reliée par une extrémité (9) unique de ladite lame vibrante (8).

28. Habillage (3) selon la revendication 27, **caractérisé en ce que** ledit habillage (3) comporte au moins un dit radiateur acoustique (4) à l'extérieur de ladite carrure (5), ou à l'intérieur de ladite boîte (10).

29. Habillage (3) selon la revendication 27 ou 28, **caractérisé en ce que** au moins un dit radiateur acoustique (4) est relié à ladite carrure (5) ou à ladite boîte (10) par une jambe d'attache (7) unique porteuse d'au moins une lame vibrante (8) que comporte ledit radiateur acoustique (4).

30. Habillage (3) selon l'une des revendications 27 à 29, **caractérisé en ce que** ledit habillage (3) comporte une pluralité de dits radiateurs acoustiques (4) dont au moins une partie des dits radiateurs acoustiques (4) ont des fréquences propres du radiateur différentes entre eux.

31. Pièce d'horlogerie (1) qui est une montre à sonnerie ou /et à boîte à musique, **caractérisée en ce qu'**elle comporte un dit habillage (3) selon l'une des revendications 24 à 30, ou/et un mouvement (17) porteur d'au moins un générateur de vibrations (2) vibrant à des fréquences propres du générateur particulières, ledit mouvement (17) comportant au moins un radiateur acoustique (4) comportant au moins un élément vibrant-rayonnant à une fréquence propre du radiateur accordée avec au moins l'une desdites fréquences propres du générateur.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbessern der Schallqualität eines Zeitmessgeräts (1) mit Musikfunktion oder mit Läutwerk, das mindestens einen Schwingungsgenerator (2) umfasst, der mit bestimmten Eigenfrequenzen des Generators in einem Bereich von 1 kHz bis 6 kHz schwingt, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Verkleidung (3) und/oder ein Werk (17), die/das das Zeitmessgerät (1) umfasst, verändert wird durch Integration oder Hinzufügung mindestens eines Abstrahlelements, das durch einen Schallstrahler (4) gebildet ist, der mindestens ein Schwingungsabstrahlelement mit einer Eigenfrequenz des Strahlers umfasst, die auf eine der Eigenfrequenzen des Generators abgestimmt ist, wobei ein Frequenzabstand kleiner oder gleich dem Verhältnis zwischen der Eigenschwingungsfrequenz und dem Kehrwert des Gütefaktors des Abstrahlelements ist oder wobei ein Frequenzabstand kleiner oder gleich 100 Hz ist, und **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Bestimmung der Anzahl der Schallstrahler (4) die folgenden Schritte ausgeführt werden:

- Bestimmen der Anzahl N von Schwingungsmoden des Erzeugungselements, das durch den Schwingungsgenerator (2), der strahlen soll, gebildet ist;
- Ausstatten des Zeitmessgeräts (1) mit der Anzahl N von Abstrahlelementen, wovon jedes durch einen Schallstrahler (4) gebildet ist, der mindestens ein Schwingungsabstrahlelement umfasst, wobei jeder Schallstrahler (4) außerhalb des Gehäuses des Zeitmessgeräts (1) befestigt ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahlereigenfrequenz jedes Schallstrahlers (4) auf die Eigenfrequenz des Generators abgestimmt wird, wobei ein Frequenzabstand kleiner oder gleich dem kleinsten Wert von einerseits dem Verhältnis zwischen der Eigenschwingungsfrequenz und dem Kehrwert des Gütefaktors des Abstrahlelements, das durch den betrachteten Schallstrahler (4) gebildet ist, und andererseits von dem Wert 100 Hz ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** verifiziert wird, dass jeder Schallstrahler (4) als einzige Funktion die Abstrahlfunktion hat.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Schallstrahler (4) in einer bestimmten Hörrichtung, für die das Zeitmessgerät (1) entworfen ist, ausgerichtet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Schallstrahler (4) optimiert wird, um sicherzustellen, dass die Frequenz seiner Grundeigenmode im Wesentlichen auf jene einer der Schwingungseigenmoden des Schwingungsgenerators (2) abgestimmt ist, wobei ein Frequenzabstand kleiner oder gleich dem Verhältnis zwischen der Frequenz der Eigenmode und dem Kehrwert des Gütefaktors des Abstrahlelements ist oder wobei ein Frequenzabstand kleiner oder gleich 100 Hz ist.

6. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** verifiziert wird, dass jeder Schallstrahler (4) von dem Schwingungsgenerator (2) verschieden ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verkleidung (3) oder das Werk (17) durch Integration oder Hinzufügung einer Mehrzahl von Schallstrahlern (4) verändert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Schallstrahler (4) mit voneinander verschiedenen Eigenfrequenzen des Strahlers gewählt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) mit einer schwingenden Hauptoberfläche (6) hergestellt wird, die in einer bevorzugten Richtung ausgerichtet ist, um die Schallabstrahlung zu dem Benutzer zu unterstützen.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) an einem Gehäusemittelteil (5), den die Verkleidung (3) aufweist, oder an einem Gehäuse (10), das die Verkleidung (3) aufweist, oder einer Lünette (11), die der Gehäusemittelteil (5) aufweist, oder an einer Platine (14), die das Werk (17) des Zeitmessgeräts (1) aufweist, befestigt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) außerhalb des Gehäusemittelteils (5) angeordnet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) außerhalb einer Lünette (11), die der Gehäusemittelteil (5) aufweist, angeordnet wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) außerhalb eines Bodens (12), den das Gehäuse (10) aufweist, angeordnet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) an einem oder zwei Hörnern (13), die das Gehäuse (10) aufweist, angeordnet wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) auf einer Platine (14), die das Werk (17) des Zeitmessgeräts (1) aufweist, angeordnet wird, wobei der Schallstrahler (4) eine Verbindungskomponente (15) aufweist, die durch das Gehäuse (10) des Zeitmessgeräts (1) verläuft.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) angeordnet wird, der mit seinem Element für die Befestigung an dem Zeitmessgerät (1) ein Monoblockteil bildet.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) mit dem Gehäusemittelteil (5) oder mit dem Gehäuse (10) oder mit dem Werk (17) durch eine einzige Befestigungsstrebe (7) verbunden wird, die mindestens ein schwingendes Plättchen (8) trägt, das der Schallstrahler (4) aufweist.

18. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) hergestellt wird durch partielles Ausschneiden des Gehäusemittelteils (5) in Form eines schwingenden Plättchens (8), das mit dem Gehäusemittelteil (5) an einem einzigen Ende (9) des schwingenden Plättchens (8) verbunden ist.

19. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) hergestellt wird durch partielles Ausschneiden der Lünette (11) in Form eines schwingenden Plättchens (8), das mit der Lünette an einem einzigen Ende (9) des schwingenden Plättchens (8) verbunden ist.

20. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) hergestellt wird durch partielles Ausschneiden des Bodens (12) in Form eines schwingenden Plättchens (8), das mit dem Boden an einem einzigen Ende (9) des schwingenden Plättchens (8) verbunden ist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) in Form eines schwingenden Plättchens (8) hergestellt wird, das eine in ein Parallelepiped einbeschriebene Platte (16) aufweist, deren größte Abmessung größer oder gleich 4 mm ist, deren kleinste Abmessung im Bereich von 0,05 mm bis 2 mm liegt und deren dritte Abmessung größer oder gleich 2 mm ist.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) ein schwingendes Plättchen (8) umfasst, das eine Platte (16) aufweist, deren Krümmungsradien größer als 0,5 mm sind.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Schallstrahler (4) aus Gold oder aus einem Edelmetall oder aus Silicium oder aus Keramik oder aus Metallglas oder aus Stahl oder aus Titan hergestellt wird.

24. Verkleidung (3) für ein Zeitmessgerät (1) mit Musikfunktion oder mit Läutwerk, wobei die Verkleidung (3) mindestens einen Schwingungsgenerator (2) trägt, der mit bestimmten Eigenfrequenzen des Generators schwingt, wobei die Verkleidung (3) mindestens einen Schallstrahler (4) umfasst, der mindestens ein Schwingungsabstrahlelement mit einer Eigenfrequenz des Strahlers umfasst, die auf mindestens eine der Eigenfrequenzen des Generators des Zeitmessgeräts (1) abgestimmt ist, wobei die Verkleidung (3) ein Gehäuse (10) aufweist, das mindestens einen Gehäusemittelteil (5) umschließt, wo-

bei mindestens ein Schallstrahler (4) mit dem Gehäusemittelteil (5) oder mit dem Gehäuse (10) fest verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) mit dem Gehäusemittelteil (5) oder mit dem Gehäuse (10) durch eine einzige Befestigungsstrebe (7) verbunden ist, die mindestens ein schwingendes Plättchen (8) trägt, das der Schallstrahler (4) aufweist.

25. Verkleidung (3) nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verkleidung (3) mindestens einen Schallstrahler (4) außerhalb des Gehäusemittelteils (5) oder innerhalb des Gehäuses (10) aufweist.

26. Verkleidung (3) nach einem der Ansprüche 24 oder 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verkleidung (3) eine Mehrzahl von Schallstrahlern (4) umfasst, wobei zumindest ein Teil dieser Schallstrahler (4) voneinander verschiedene Strahler-Eigenfrequenzen hat.

27. Verkleidung (3) für ein Zeitmessgerät (1) mit Musikfunktion oder mit Läutwerk, wobei die Verkleidung (3) mindestens einen Schwingungsgenerator (2) trägt, der mit bestimmten Eigenfrequenzen des Generators schwingt, wobei die Verkleidung (3) mindestens einen Schallstrahler (4) umfasst, der mindestens ein Schwingungsabstrahlelement mit einer auf mindestens eine der Eigenfrequenzen des Generators des Zeitmessgeräts (1) abgestimmten Eigenfrequenz des Strahlers umfasst und wobei die Verkleidung (3) ein Gehäuse (10) umfasst, das mindestens einen Gehäusemittelteil (5) umschließt, und dass mindestens ein Schallstrahler (4) mit dem Gehäusemittelteil (5) oder mit dem Gehäuse (10) fest verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) mindestens ein schwingendes Plättchen (8) aufweist, das aus dem Gehäusemittelteil (5) ausgeschnitten ist, mit dem das schwingende Plättchen (8) an einem einzigen Ende (9) des schwingenden Plättchens (8) verbunden ist.

28. Verkleidung (3) nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verkleidung (3) mindestens einen Schallstrahler (4) außerhalb des Gehäusemittelteils (5) oder innerhalb des Gehäuses (10) umfasst.

29. Verkleidung (3) nach Anspruch 27 oder 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Schallstrahler (4) mit dem Gehäusemittelteil (5) oder mit dem Gehäuse (10) durch eine einzige Befestigungsstrebe (7) verbunden ist, die mindestens ein schwingendes Plättchen (8) trägt, das der Schallstrahler (4) aufweist.

30. Verkleidung (3) nach einem der Ansprüche 27 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verkleidung (3) eine Mehrzahl von Schallstrahlern (4) umfasst, wobei zumindest ein Teil der Schallstrahler (4) voneinander verschiedene Strahler-Eigenfrequenzen besitzt.

31. Zeitmessgerät (1), das eine Uhr mit Läutwerk und/oder mit Spieluhr ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine Verkleidung (3) nach einem der Ansprüche 24 bis 30 und/oder ein Werk (17) umfasst, das mindestens einen Schwingungsgenerator (2) trägt, der mit bestimmten Eigenfrequenzen des Generators schwingt, wobei das Werk (17) mindestens einen Schallstrahler (4) umfasst, der mindestens ein Schwingungsabstrahlelement mit einer auf mindestens eine der Eigenfrequenzen des Generators abgestimmten StrahlerEigenfrequenz umfasst.

Claims

1. Method for improving the sound level of a musical or striking timepiece (1), including a least one vibration generator (2) vibrating at particular natural frequencies of the generator within the range of 1 kHz to 6 kHz, **characterized in that** the external parts (3) and/or a movement (17) of said timepiece (1) are modified by the integration or addition of at least one radiating element formed by an acoustic radiator (4) including at least one element vibrating-radiating at a natural frequency of the radiator tuned to one of said natural frequencies of the generator, with a frequency difference of less than or equal to the ratio between the natural mode frequency and the inverse quality factor of said radiating element, or with a frequency difference of less than or equal to 100 Hz, and **characterized in that**, in order to determine the number of said acoustic radiators (4), the following steps are performed:

- determining the number (N) of modes of vibration of the generating element, formed by said vibration generator (2) which is required to radiate;
- providing said timepiece (1) with said number (N) of radiating elements, each formed by one said acoustic radiator (4) including at least one vibrating-radiating element, each said acoustic radiator (4) being secured to the exterior of the case of said timepiece (1).

2. Method according to claim 1, **characterized in that**, for each said acoustic radiator (4), said natural frequency of the radiator thereof is tuned to said natural frequency of the generator, with a frequency difference of less than or equal to the smallest value between, on the one hand the ratio between the natural

mode frequency and the inverse quality factor of said radiating element formed by said acoustic radiator (4) concerned, and on the other hand the value of 100 Hz.

3. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** it is verified that the only function of each said acoustic radiator (4) is to radiate.

4. Method according to claim 3, **characterized in that** each said acoustic radiator (4) is oriented in a particular listening direction for which said timepiece (1) is devised.

5. Method according to claim 3 or 4, **characterized in that** each said acoustic radiator (4) is optimised to ensure that the frequency of fundamental mode of vibration thereof is tuned to be substantially equal to that of one of the natural modes of vibration of said vibration generator (2) with a frequency difference of less than or equal to the ratio between the natural mode frequency and the inverse quality factor of said radiating element, or with a frequency difference of less than or equal to 100 Hz.

6. Method according to claim 3, **characterized in that** it is verified that each said acoustic radiator (4) is distinct from said vibration generator (2).

7. Method according to any of claims 1 to 6, **characterized in that** said external parts (3) or said movement (17) are modified by the integration or addition of a plurality of said acoustic radiators (4).

8. Method according to claim 7, **characterized in that** at least a portion of said acoustic radiators (4) are selected to have natural frequencies of the radiator that are different from each other.

9. Method according to any of claims 1 to 8, **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) is made with a main vibrating surface (6) oriented in a preferred direction to enhance the diffusion of sound towards the user.

10. Method according to any of claims 1 to 9, **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) is secured to a case middle (5) comprised in said external parts (3), or to a case (10) comprised in said external parts (3), or to a bezel (11) carried by said case middle (5), or to a main plate (14) comprised in said movement (17) of said timepiece (1).

11. Method according to claim 10, **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) is arranged on the exterior of said case middle (5).

12. Method according to claim 10 or 11, **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) is arranged on the exterior of a bezel (11) carried by said case middle (5).

13. Method according to any of claims 10 to 12, **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) is arranged on the exterior of a back cover (12) comprised in said case (10).

14. Method according to any of claims 10 to 13, **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) is arranged on one or two horns (13) comprised in said case (10).

15. Method according to any of claims 10 to 14, **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) is arranged on a main plate (14) comprised in said movement (17) of said timepiece (1), said acoustic radiator (4) including a connecting component (15) traversing said case (10) of said timepiece (1).

16. Method according to any of claims 1 to 15, **characterized in that** there is arranged at least one acoustic radiator (4) which forms a one-piece part with the element for attachment thereof to said timepiece (1).

17. Method according to any of claims 10 to 16, **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) is connected to said case middle (5) or to said case (10) or to said movement (17) by a single attachment leg (7) carrying at least one vibrating strip (8) comprised in said acoustic radiator (4).

18. Method according to claim 10, **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) is formed by making a partial cut-out in said case middle (5), in the form of a vibrating strip (8), connected to said case middle (5) by a single end (9) of said vibrating strip (8).

19. Method according to claim 12, **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) is formed by making a partial cut-out in said bezel (11), in the form of a vibrating strip (8), connected to said bezel by a single end (9) of said vibrating strip (8).

20. Method according to claim 13, **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) is formed by making a partial cut-out in said back cover (12), in the form of a vibrating strip (8), connected to said back cover by a single end (9) of said vibrating strip (8).

21. Method according to any of claims 1 to 20, **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) is made in the form of a vibrating strip (8) including a plate (16) inscribed in a parallelepiped whose larg-

est dimension is greater than or equal to 4 mm, whose smallest dimension is comprised between 0.05 mm and 2 mm and whose third dimension is greater than or equal to 2 mm.

22. Method according to any of claims 1 to 21, **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) includes a vibrating strip (8) including a plate (16) whose radii of curvature are greater than 0.5 mm.

23. Method according to any of claims 1 to 21, **characterized in that** said at least one acoustic radiator (4) is made of gold, or of precious metal, or of silicon, or of ceramic, or of metallic glass, or of steel, or of titanium.

24. External parts (3) for a musical or striking timepiece (1), said external parts (3) carrying at least one vibration generator (2) vibrating at particular natural frequencies of the generator, wherein said external parts (3) include at least one acoustic radiator (4) including at least one element vibrating-radiating at a natural frequency of the radiator tuned to at least one of said natural frequencies of the generator of said timepiece (1), wherein said external parts (3) include a case (10) enclosing at least one case middle (5), wherein at least one said acoustic radiator (4) is secured to said case middle (5) or to said case (10), **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) is connected to said case middle (5) or to said case (10) by a single attachment leg (7) carrying at least one vibrating strip (8) comprised in said acoustic radiator (4).

25. External parts (3) according to claim 24, **characterized in that** said external parts (3) include at least one said acoustic radiator (4) on the exterior of said case middle (5) or inside said case (10).

26. External parts (3) according to claim 24 or 25, **characterized in that** said external parts (3) include a plurality of said acoustic radiators (4) wherein at least a portion of said acoustic radiators (4) have natural frequencies of the radiator that are different from each other.

27. External parts (3) for a musical or striking timepiece (1), said external parts (3) carrying at least one vibration generator (2) vibrating at particular natural frequencies of the generator, wherein said external parts (3) include at least one acoustic radiator (4) including at least one element vibrating-radiating at a natural frequency of the radiator tuned to at least one of said natural frequencies of the generator of said timepiece (1), and wherein said external parts (3) include a case (10) enclosing at least one case middle (5), and wherein at least one said acoustic radiator (4) is secured to said case middle (5) or to said case (10), **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) includes at least one vibrating strip (8) cut from said case middle (5) to which said vibrating strip (8) is connected by a single end (9) of said vibrating strip (8).

28. External parts (3) according to claim 27, **characterized in that** said external parts (3) include at least one said acoustic radiator (4) on the exterior of said case middle (5) or inside said case (10).

29. External parts (3) according to claim 27 or 28, **characterized in that** at least one said acoustic radiator (4) is connected to said case middle (5) or to said case (10) by a single attachment leg (7) carrying at least one vibrating strip (8) comprised in said acoustic radiator (4).

30. External parts (3) according to any of claims 27 to 29, **characterized in that** said external parts (3) include a plurality of said acoustic radiators (4) wherein at least a portion of said acoustic radiators (4) have natural frequencies of the radiator that are different from each other.

31. Timepiece, (1) which is a striking watch and/or a musical box watch, **characterized in that** the timepiece includes said external parts (3) according to any of claims 24 to 30, and/or a movement (17) carrying at least one vibration generator (2) vibrating at particular natural frequencies of the generator, said movement (17) including at least one acoustic radiator (4) including at least one element vibrating-radiating at a natural frequency of the radiator tuned to at least one of said natural frequencies of the generator.

Fig. 1A

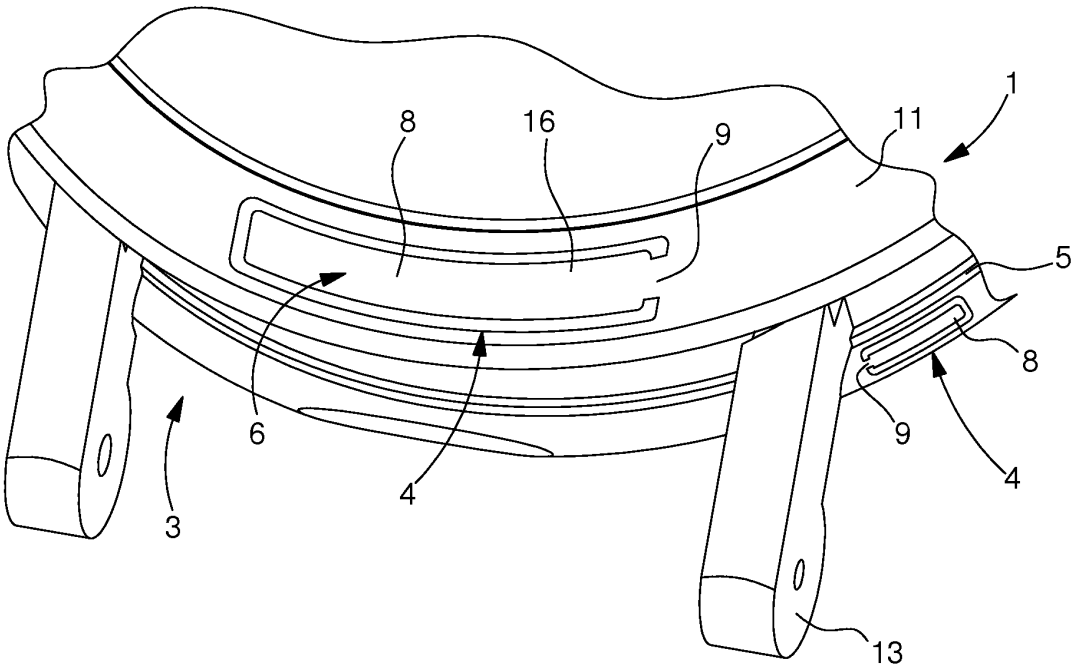


Fig. 1B

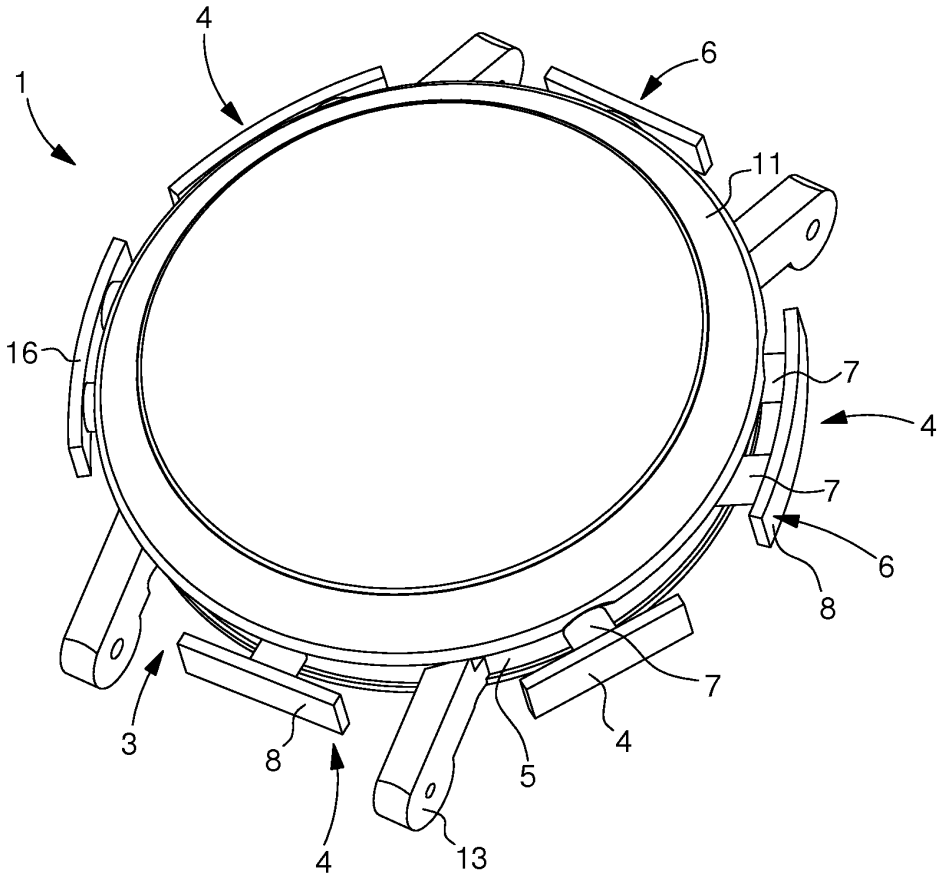


Fig. 2A

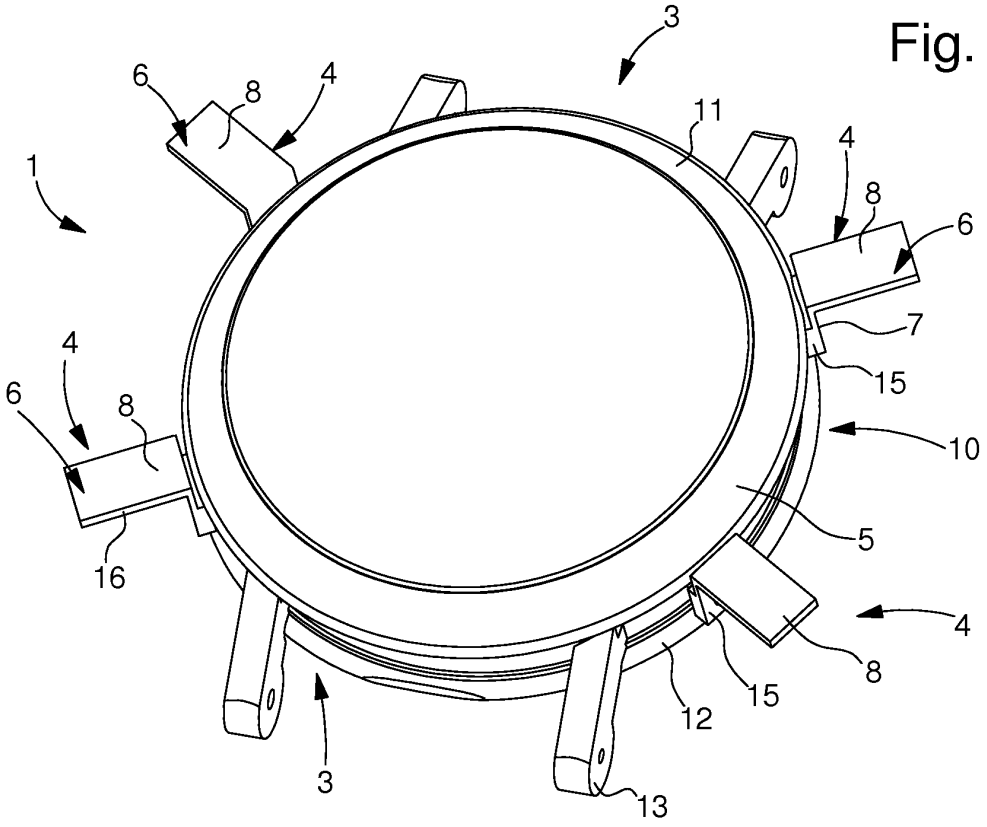


Fig. 2B

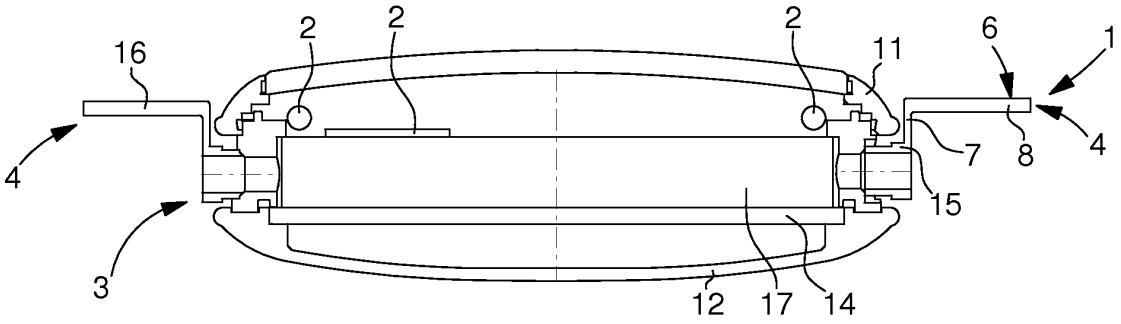


Fig. 2C

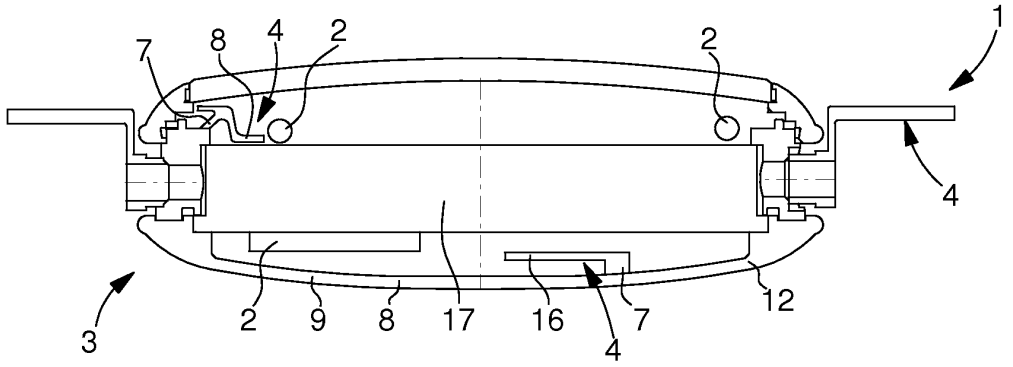


Fig. 3

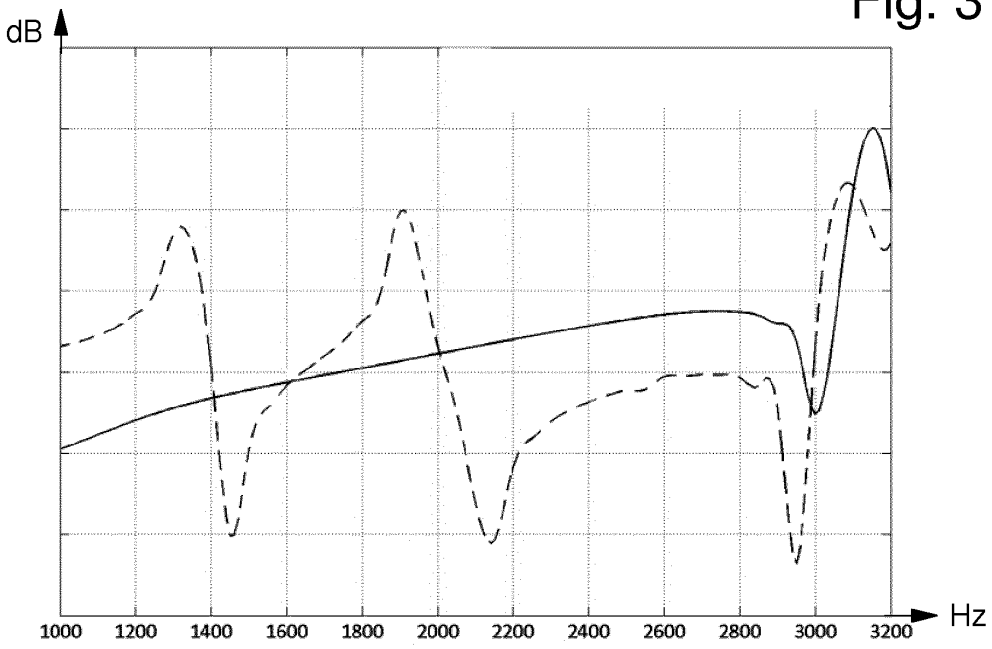


Fig. 4

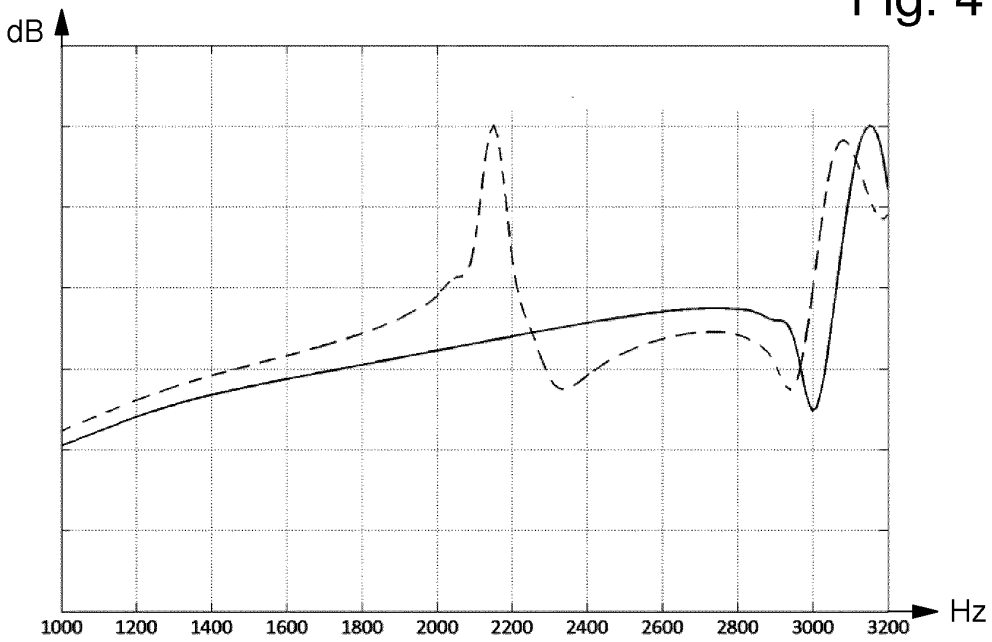
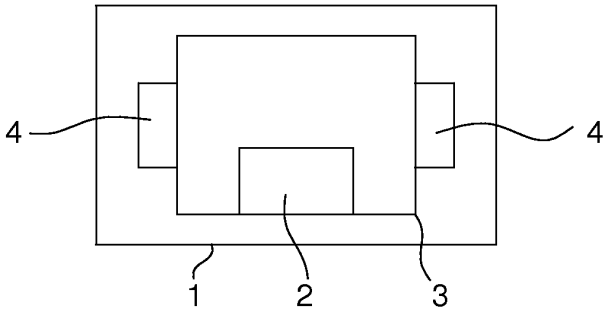


Fig. 5



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

- FR 2777095 A1 **[0007]**
- EP 2034376 B1 **[0008]**
- CH 645236 G **[0009]**
- CH 497760 **[0010]**
- CH 497017 **[0010]**
- FR 1136675 A **[0013] [0086]**
- EP 2461220 A1 **[0013]**
- EP 2461219 A1 **[0013]**
- EP 2367079 B1 **[0013]**

Littérature non-brevet citée dans la description

- **C. LESUEUR.** Rayonnement acoustique des structures: vibroacoustique, interactions fluide-structure. 1988 **[0047]**