

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **708 957 A2**

(51) Int. Cl.: **G04B** **21/08** (2006.01)
G10K **1/10** (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 02034/13

(71) Requérant:
Montres Breguet SA
1344 L'Abbaye (CH)

(22) Date de dépôt: 09.12.2013

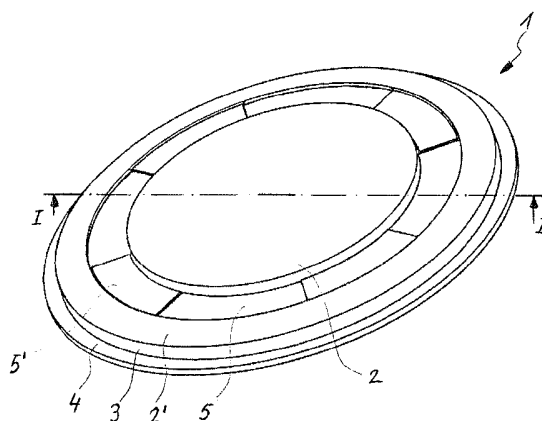
(72) Inventeur(s):
Nakis Karapatis, 1324 Premier (CH)
Younes Kadmiri, 25660 Morre (FR)
Davide Sarchi, 1020 Renens (CH)

(43) Demande publiée: 15.06.2015

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

(54) **Membrane de rayonnement acoustique pour une montre musicale.**

(57) La membrane (1) de rayonnement acoustique est prévue pour équiper une montre musicale ou une montre à sonnerie. La membrane comprend une partie centrale active et une bordure périphérique (4) pour le maintien de la membrane dans une boîte de montre. La partie centrale comprend une base centrale (2) reliée par des éléments de liaison (5) à un anneau périphérique (2'), la base centrale (2), les éléments de liaison (5) et l'anneau périphérique (2') étant de dimensions déterminées pour amplifier un premier mode de vibration d'une ou plusieurs notes dans une gamme de fréquence entre 500 Hz et 3.5 kHz.



Description

[0001] L'invention concerne une membrane de rayonnement acoustique pour une montre musicale, ou une montre à sonnerie.

[0002] Dans le domaine de l'horlogerie, un mécanisme de sonnerie peut être prévu dans un mouvement horloger de manière à générer un son ou une musique. Le timbre de la montre à sonnerie ou le clavier de la montre musicale sont disposés généralement dans la boîte de montre. Ainsi les vibrations du timbre ou des lames du clavier sont transmises aux différentes pièces d'habillage. Ces pièces d'habillage sont par exemple la carrure, la lunette, la glace et le fond de la boîte de montre. Ces grandes pièces d'habillage se mettent à rayonner du son dans l'air sous l'effet des vibrations transmises. Lorsqu'un son est produit soit par un timbre frappé par un marteau, soit par une ou plusieurs lames du clavier en vibration, ces pièces d'habillage sont capables de rayonner le son produit dans l'air.

[0003] De manière conventionnelle dans une telle montre musicale ou à sonnerie, le rendement acoustique, sur la base de la transduction vibra-acoustique complexe des pièces d'habillage, est faible. Pour améliorer et augmenter le niveau acoustique perçu par l'utilisateur de la montre à sonnerie ou musicale, il doit être tenu compte de la matière, de la géométrie et des conditions aux limites des pièces d'habillage. Les configurations de ces pièces d'habillage sont aussi dépendantes de l'esthétique de la montre et des contraintes de fonctionnement, ce qui peut limiter les possibilités d'adaptation.

[0004] Pour améliorer encore le rendement vibra-acoustique du mécanisme de sonnerie, il peut être prévu une membrane disposée à l'intérieur de la boîte de montre. La membrane doit être dimensionnée pour que l'ensemble des notes générées par la vibration d'un ou plusieurs timbres, ou des lames d'un clavier soit rayonné efficacement. Il est de ce fait important que les fréquences des notes soient proches de celles des modes propres de la membrane pour lui permettre d'entrer en résonance.

[0005] On constate à ce titre qu'une forte densité modale sur une bande de fréquences restreinte par exemple entre 500 Hz et 3.5 kHz est difficile à obtenir, en utilisant des membranes standard uniformes, car cette caractéristique n'est compatible qu'avec des membranes uniformes de très faible raideur ou de très grande masse. Les deux caractéristiques ne sont pas avantageuses, parce qu'en réduisant la fréquence du premier mode de résonance autour de 1000 Hz de cette manière, la fréquence des modes excités, très peu performants acoustiquement, est aussi réduite en dessous de 4000 Hz. L'énergie mécanique est alors dissipée dans des modes de vibration de la membrane peu efficaces acoustiquement. Le rendement de rayonnement, qui est défini logiquement comme le rapport entre l'énergie de l'onde acoustique rayonnée divisée par l'énergie totale transférée à la membrane, est alors réduit sur quasiment toute la bande fréquentielle d'intérêt. Il est donc difficile d'obtenir une résonance sur chaque note générée du mécanisme de sonnerie, ce qui constitue un inconvénient des membranes de l'état de la technique.

[0006] On peut citer à ce titre la demande de brevet EP 2 461 219 A1, qui décrit une membrane de rayonnement acoustique pour une montre musicale ou à sonnerie. Cette membrane acoustique a une forme générale de cuvette avec son bord périphérique pris en sandwich entre une partie de la carrure et le fond de la boîte de montre. Cette membrane est conçue avec une ou deux régions de forme asymétrique formée dans le matériau de la membrane. Les deux régions excavées dans l'épaisseur générale de la membrane sont de dimension différente. Ces deux régions forment des ellipses, qui sont décalées l'une de l'autre par rapport au centre de la membrane et se superposent en partie. Avec ces ellipses dans la membrane, il est possible d'avoir un nombre double de modes propres de vibration pour chaque ellipse par rapport à une région de forme circulaire. Cependant cela ne permet pas d'augmenter la largeur de bande d'un mode vibratoire de la membrane pour obtenir une réponse vibratoire amplifiée sur une plus grande bande de fréquences, ce qui constitue un inconvénient.

[0007] L'invention a donc pour but de pallier aux inconvénients de l'état de la technique susmentionné en fournissant une membrane de rayonnement acoustique pour une montre musicale ou une montre à sonnerie, réalisée de telle manière à obtenir une réponse vibratoire amplifiée de la membrane sur une plus grande largeur de bande de fréquences.

[0008] A cet effet, l'invention concerne une membrane de rayonnement acoustique comprenant les caractéristiques définies dans la revendication indépendante 1.

[0009] Des formes particulières de la membrane de rayonnement acoustique sont définies dans les revendications dépendantes 2 à 17.

[0010] Un avantage de la membrane de rayonnement acoustique réside dans le fait que la partie centrale est réalisée sous forme de piston, comme selon le principe d'un haut-parleur, de manière à assurer l'augmentation de l'amplitude de vibration notamment sur la bande de fréquences de 500 Hz à 3.5 kHz. Avec une telle forme complexe géométrique de la membrane acoustique dans un matériau déterminé et d'une épaisseur générale définie avec des dimensions en plan, comparables aux dimensions en plan d'une boîte ou glace de montre, la réponse acoustique de la membrane est relativement uniforme dans cet intervalle de fréquences.

[0011] La raison de cet avantage est que, pour une telle construction, la fréquence du mode de vibration fondamental, qui est le plus efficace acoustiquement, peut être réduite autour de 1000 Hz, sans que la fréquence des modes excités, peu efficaces acoustiquement, soit réduite considérablement. De cette manière, la membrane répond, dans toute la bande

fréquentielle d'intérêt (500–3500 Hz) selon la déformation spatiale propre de son mode fondamental, ce qui permet de maximiser le rayonnement acoustique.

[0012] Avantageusement, la partie centrale de la membrane possède une déformée du premier mode de vibration différente d'une membrane standard à fond plat. Le déplacement selon la normale à la partie centrale de la membrane est identique sur l'ensemble de la surface de la partie centrale. Cela permet d'augmenter sensiblement le rayonnement acoustique et garantir une amplification d'un ensemble de notes générées dans la montre musicale ou à sonnerie. Le premier mode de vibration de chaque note générée se trouve donc au moins dans la gamme de fréquences entre 500 Hz et 3.5 kHz. Un deuxième mode propre de vibration se trouve également dans la gamme de fréquences entre 500 Hz et 3.5 kHz. De plus la largeur du pic d'au moins le premier mode de vibration est plus importante que pour une membrane standard à fond plat.

[0013] Avantageusement, la membrane peut être réalisée en métal amorphe ou en verre métallique, ou également en or ou en platine, voire en laiton, en titane, en aluminium ou dans un autre matériau ayant une densité, un module d'Young et une limite élastique, qui sont similaires. Avec une telle membrane, l'élargissement de la bande sonore peut être combiné avec un amortissement interne très faible, ce qui permet d'obtenir un très bon rendement sonore.

[0014] Les buts, avantages et caractéristiques de la membrane de rayonnement acoustique pour une montre musicale ou une montre à sonnerie apparaîtront mieux dans la description suivante sur la base d'au moins une forme d'exécution non limitative illustrée par les dessins sur lesquels:

- les fig. 1a et 1b représentent de manière simplifiée une vue tridimensionnelle et une coupe diamétrale selon I–I de la fig. 1a d'une forme d'exécution de la membrane de rayonnement acoustique selon l'invention,
- la fig. 2 représente un graphe de la réponse en fréquence, intégrée sur tout le volume de la membrane, de l'amplitude de la vitesse selon la normale à la membrane pour une membrane standard en verre métallique, et une membrane en verre métallique selon la forme d'exécution des fig. 1a et 1b, et
- la fig. 3 représente le graphe du rapport entre les réponses en fréquence montrées à la fig. 2 de la membrane selon l'invention et d'une membrane standard.

[0015] Dans la description suivante, il sera fait référence principalement à la configuration d'une membrane de rayonnement acoustique, pour équiper notamment une montre musicale, ou une montre à sonnerie. La membrane de rayonnement acoustique est réalisée avec une forme complexe pour amplifier l'amplitude de vibration de différentes notes générées dans une boîte de montre. La membrane est dimensionnée de telle manière à amplifier notamment le premier mode de vibration, voire un second mode de vibration dans une bande de fréquences de 500 Hz à 3.5 kHz.

[0016] Les fig. 1a et 1b représentent une forme d'exécution de la membrane de rayonnement acoustique 1, qui peut équiper une montre musicale ou une montre à sonnerie. En fonction de la forme de la boîte de montre, la membrane de rayonnement acoustique 1 peut être en vue de dessus d'une forme générale rectangulaire, ou polygonale ou de préférence circulaire comme représenté sur la fig. 1a.

[0017] La membrane 1 est configurée par exemple sous la forme d'une cuvette avec une partie centrale active 2, 2', 5, définissant un fond de cuvette, une paroi latérale 3 de forme cylindrique, voire légèrement conique, et une bordure périphérique 4. La partie centrale active est composée d'une base centrale 2 reliée par l'intermédiaire d'éléments de liaison 5 à un anneau périphérique 2', qui peut être concentrique à la base centrale. Ces éléments de liaison sont sous la forme de languettes et sont définis comme des secteurs 5. Les secteurs 5 sont de préférence des secteurs circulaires ou angulaires partant de la périphérie circulaire de la base et rattachés à la bordure intérieure de l'anneau. Des ouvertures 5' peuvent être prévues entre chaque secteur angulaire 5.

[0018] Les secteurs angulaires 5 peuvent être régulièrement répartis à la périphérie de la base centrale 2, qui est sous forme de disque, et peuvent avoir de mêmes dimensions. Les ouvertures 5' ont des formes générales équivalentes à chaque secteur angulaire. L'angle de chaque secteur 5 déterminé depuis le centre de la membrane 1 peut être identique à l'angle décrit par chaque ouverture 5'. Il peut être prévu donc 4 secteurs angulaires et 4 ouvertures chacun défini selon un angle de 45°. Cependant l'angle de chaque secteur peut aussi être différent de l'angle de chaque ouverture.

[0019] L'anneau périphérique 2', qui est disposé entre les différents secteurs 5 et un bord de la paroi latérale 3, est un anneau circulaire selon la fig. 1a. Cet anneau périphérique 2' peut être configuré comme une portion conique avec un angle d'ouverture par rapport à l'axe central de la membrane assez grand par exemple de l'ordre de 80°. L'anneau périphérique est configuré pour s'étendre vers l'extérieur de la cuvette.

[0020] Il est à noter que la base centrale 2 peut être aussi de forme rectangulaire tout comme l'anneau périphérique. Dans ce cas au moins 4 éléments de liaison 5, tels que des secteurs de liaison, sont prévus sur chaque côté de la base rectangulaire. Il est aussi possible de concevoir cette partie centrale avec des premiers et seconds secteurs de liaison reliés respectivement à la base centrale 2 et à l'anneau périphérique 2'. Une alternance de premiers et seconds secteurs est prévue sur toute la périphérie de la base centrale, mais avec des premiers secteurs ayant une épaisseur différente des seconds secteurs. Dans ce cas, aucune ouverture 5' n'est prévue entre la base centrale 2 et l'anneau périphérique 2'.

[0021] Il est encore à noter qu'en lieu et place d'une bordure périphérique 4, il peut être prévu une bordure sous forme de plusieurs portions périphériques réparties sur le pourtour de la paroi latérale 3 pour la fixation de la membrane dans une boîte de montre.

[0022] La membrane de rayonnement acoustique 1 avec tous les éléments, qui la composent, peut être formée en une seule pièce dans un même matériau, qui peut être métallique. Ce matériau peut être du métal amorphe ou du verre métallique dans l'exemple décrit et en référence aux fig. 2 et 3 expliquées ci-après. Toutefois cette membrane peut être réalisée dans un autre matériau, tel que l'or ou le platine, voire le laiton, le titane, l'aluminium par exemple avec une densité, un module d'Young et une limite élastique, qui sont similaires.

[0023] La membrane peut aussi être réalisée en combinant deux matériaux différents, par soudure, brasure, chassage ou revêtement. Selon une version non limitative, la partie centrale 2 est réalisée dans un matériau M1 tandis que l'anneau périphérique est réalisé dans un deuxième matériau M2 différent de M1. Selon une deuxième version non limitative, la partie centrale 2 est réalisée dans un matériau M1 tandis que les éléments de liaison 5 sont réalisés dans un deuxième matériau M2 différent de M1. Selon une troisième version non limitative, la membrane est réalisée dans le matériau M1, alors que le revêtement de surface est réalisé par le matériau M2. Ce revêtement a une épaisseur différente pour la partie centrale 2, l'anneau périphérique 2' et les éléments de liaison 5 et peut être d'une épaisseur inhomogène.

[0024] La membrane acoustique 1 peut être montée dans une boîte de montre non représentée avec sa bordure périphérique 4, qui est pincée de manière traditionnelle entre le fond et la carrure de la boîte de montre avec une garniture d'étanchéité. Après montage de la membrane dans la boîte de montre, la partie centrale sous forme de piston est sans contact avec d'autres pièces de la montre de manière à pouvoir librement vibrer. La partie centrale, et notamment sa base centrale 2, est disposée à proximité et sans contact du fond de la boîte de montre. Selon les fig. 1a et 1b, qui représentent la membrane selon des vues de dessous, la base centrale 2 et les secteurs angulaires 5 sont de forme plane et disposés du côté du fond de la boîte de montre par l'intermédiaire de l'anneau périphérique conique 2' relié à la paroi latérale 3.

[0025] La partie centrale depuis sa liaison à la paroi latérale 3 par l'intermédiaire de l'anneau périphérique 2' peut avoir un diamètre supérieur à 15 mm et de préférence entre 20 et 40 mm. Ce diamètre peut être sensiblement équivalent à celui d'une glace de montre non représentée, étant donné que la bordure périphérique 4 peut être pincée entre un support périphérique du fond de la boîte de montre et un rebord intérieur circulaire de la carrure. La base centrale 2 peut être d'un diamètre compris entre 60% et 70% du diamètre de la partie centrale complète. La base centrale peut être d'un diamètre compris entre 10 et 27 mm en fonction du diamètre respectif de toute la partie centrale, alors que l'anneau périphérique peut avoir sa bordure intérieure d'un diamètre de 13 mm pour un diamètre de la partie centrale de 15 mm ou d'un diamètre de 34 mm pour un diamètre de la partie centrale de 40 mm.

[0026] L'épaisseur de la base centrale 2 en forme de disque peut être identique en tout point et plus importante que l'épaisseur de l'anneau périphérique 2'. Les secteurs angulaires 5 ont une épaisseur identique en tout point et inférieure à l'épaisseur de l'anneau périphérique. L'épaisseur de chaque secteur angulaire est prévue bien plus faible que l'épaisseur de la base centrale, qui définit une masse centrale. L'épaisseur de chaque secteur peut être choisie entre 50 et 100 μm , alors que l'épaisseur de l'anneau périphérique 2' peut être supérieure à 100 μm et inférieure à 1 mm. L'épaisseur de la base centrale 2 peut être au moins le double de l'épaisseur de l'anneau périphérique.

[0027] La partie centrale sous forme de piston peut ainsi être dimensionnée en fonction du matériau la constituant de telle manière à amplifier la vibration sur la bande de fréquences de 500 Hz à 3.5 kHz. La réponse acoustique de la membrane est ainsi relativement uniforme dans cette bande de fréquences. Comme la membrane est montée dans une montre à sonnerie ou musicale, le premier mode de vibration de chaque note générée se trouve donc au moins dans la gamme de fréquences entre 500 Hz et 3.5 kHz.

[0028] Pour bien représenter l'avantage de réaliser une membrane de rayonnement acoustique ayant une partie centrale sous forme d'un piston comme selon le principe d'un haut-parleur, on peut se référer aux graphiques des fig. 2 et 3. La fig. 2 représente un graphe de la réponse en fréquence, intégrée sur tout le volume de la membrane, de l'amplitude de la vitesse selon la normale à la membrane pour une membrane standard en verre métallique, et une membrane en verre métallique selon l'invention. Cette quantité est mathématiquement définie par $R(f) = f_{\text{vol}} |v_z(x, y, z, f)| dx dy dz$. La fig. 3 représente un graphe du rapport entre les réponses en fréquence de la membrane selon l'invention et de la membrane standard.

[0029] En regard des graphiques représentés aux fig. 2 et 3, on constate que la largeur du pic du premier mode de vibration entre 1.5 kHz et 2 kHz, par exemple à 1.75 kHz, est plus grande et avec une amplitude plus importante que pour un pic du premier mode de vibration d'une membrane standard. De plus, il est encore prévu un autre pic d'un second mode de vibration entre 2.5 kHz et 3 kHz pour la membrane selon l'invention. Une telle membrane de rayonnement acoustique, qui est réalisée avec une partie centrale active de forme complexe, permet d'augmenter l'amplitude de vibration dans la gamme de fréquences de 500 Hz à 3.5 kHz. Cela se différencie avantageusement par rapport à une membrane standard, dont la partie centrale est uniquement plate.

[0030] Il est encore à noter qu'une membrane sous la forme d'un piston selon l'invention permet d'avoir un déplacement identique sur l'ensemble de la surface et ainsi garantir un effet rayonnant plus efficace que toute membrane de l'état de la technique.

[0031] A partir de la description qui vient d'être faite, plusieurs variantes de réalisation de la membrane de rayonnement acoustique pour une montre musicale ou une montre à sonnerie peuvent être conçues par l'homme du métier sans sortir du cadre de l'invention définie par les revendications. Les secteurs reliant la base centrale à l'anneau périphérique peuvent avoir une épaisseur variable, mais inférieure à l'épaisseur de l'anneau et de la base centrale.

Revendications

1. Membrane de rayonnement acoustique (1) pour une montre musicale ou une montre à sonnerie (10), la membrane comprenant une partie centrale active (2, 2', 5) et une bordure (4) pour le maintien de la membrane dans une boîte de montre, caractérisée en ce que la partie centrale comprend une base centrale (2) reliée par des éléments de liaison (5) à un anneau périphérique (2'), la base centrale, les éléments de liaison et l'anneau périphérique étant de dimensions déterminées pour amplifier un premier mode de vibration d'une ou plusieurs notes dans une gamme de fréquence entre 500 Hz et 3.5 kHz.
2. Membrane (1) selon la revendication 1, caractérisée en ce que la base centrale (2) est de forme générale circulaire.
3. Membrane (1) selon la revendication 2, caractérisée en ce que la base centrale (2) est plane sous la forme d'un disque.
4. Membrane (1) selon la revendication 2, caractérisée en ce que la base centrale (2) est d'un diamètre compris entre 60% et 70% du diamètre de la partie centrale complète.
5. Membrane (1) selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'anneau périphérique (2') est de forme générale circulaire et concentrique à la base centrale (2).
6. Membrane (1) selon la revendication 5, la membrane ayant une forme générale de cuvette avec la partie centrale (2, 2', 5) définissant un fond et reliée à une paroi latérale (3) par l'intermédiaire de l'anneau périphérique (2'), et la bordure périphérique (4) depuis la paroi latérale, caractérisée en ce que l'anneau périphérique (2') est configuré comme une portion conique avec un angle d'ouverture défini par rapport à l'axe central de la membrane.
7. Membrane (1) selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisée en ce que les éléments de liaison (5) sont des secteurs angulaires répartis en périphérie de la base centrale (2), et en ce que des ouvertures (5') sont prévues entre chaque secteur angulaire et en nombre égal aux secteurs angulaires.
8. Membrane (1) selon la revendication 7, caractérisée en ce que les secteurs angulaires ont des dimensions identiques et sont régulièrement répartis en périphérie de la base centrale (2).
9. Membrane (1) selon la revendication 7, caractérisée en ce que les ouvertures (5') ont des formes générales équivalentes à chaque secteur angulaire (5).
10. Membrane (1) selon la revendication 7, caractérisée en ce que les secteurs angulaires ont une épaisseur identique en tout point, en ce que l'épaisseur des secteurs angulaires est inférieure à l'épaisseur de l'anneau périphérique, et en ce que l'épaisseur de l'anneau périphérique (2') est inférieure à l'épaisseur de la base centrale (2).
11. Membrane (1) selon la revendication 7, caractérisée en ce que la base centrale (2) est reliée à l'anneau périphérique (2') par 4 secteurs angulaires (5), l'angle de chaque secteur angulaire déterminé depuis le centre de la membrane (1) étant de 45°.
12. Membrane (1) selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisée en ce que les éléments de liaison (5) sont des premiers et seconds secteurs angulaires de liaison reliés respectivement à la base centrale (2) et à l'anneau périphérique (2'), en ce que les premiers et seconds secteurs angulaires sont répartis en alternance sur toute la périphérie de la base centrale (2), et en ce que les premiers secteurs ont une épaisseur différente des seconds secteurs.
13. Membrane (1) selon l'une des revendications 2 à 7, caractérisée en ce que les éléments de liaison (5) sont fabriqués dans un matériau M2 différent du matériau M1, dans lequel la base centrale (2) et l'anneau périphérique (2') sont fabriqués.
14. Membrane (1) selon l'une des revendications 2 à 7, caractérisée en ce que la base centrale (2) et l'anneau périphérique (2') sont fabriqués dans deux matériaux différents.
15. Membrane (1) selon l'une des revendications 2 à 7, caractérisée en ce qu'elle est fabriquée avec un revêtement de surface, l'épaisseur de ce revêtement étant inhomogène et différente en correspondance de la base centrale (2), de l'anneau périphérique (2') et des éléments de liaison (5).
16. Membrane (1) selon la revendication 1, la membrane ayant une forme générale de cuvette avec la partie centrale (2, 2', 5) définissant un fond et reliée à une paroi latérale (3) par l'intermédiaire de l'anneau périphérique (2'), et la bordure périphérique (4) depuis la paroi latérale, caractérisée en ce que la base centrale (2), les éléments de liaison (5), l'anneau périphérique (2'), la paroi latérale (3) et la bordure périphérique (4) sont formés en une seule pièce dans un même matériau, qui est du métal amorphe ou du verre métallique.
17. Membrane (1) selon la revendication 1, la membrane ayant une forme générale de cuvette avec la partie centrale (2, 2', 5) définissant un fond et reliée à une paroi latérale (3) par l'intermédiaire de l'anneau périphérique (2'), et la bordure périphérique (4) depuis la paroi latérale, caractérisée en ce que la base centrale (2), les éléments de liaison (5),

CH 708 957 A2

l'anneau périphérique (2'), la paroi latérale (3) et la bordure périphérique (4) sont formés en une seule pièce dans un même matériau, qui est de l'or ou du platine ou du laiton ou du titane ou de l'aluminium.

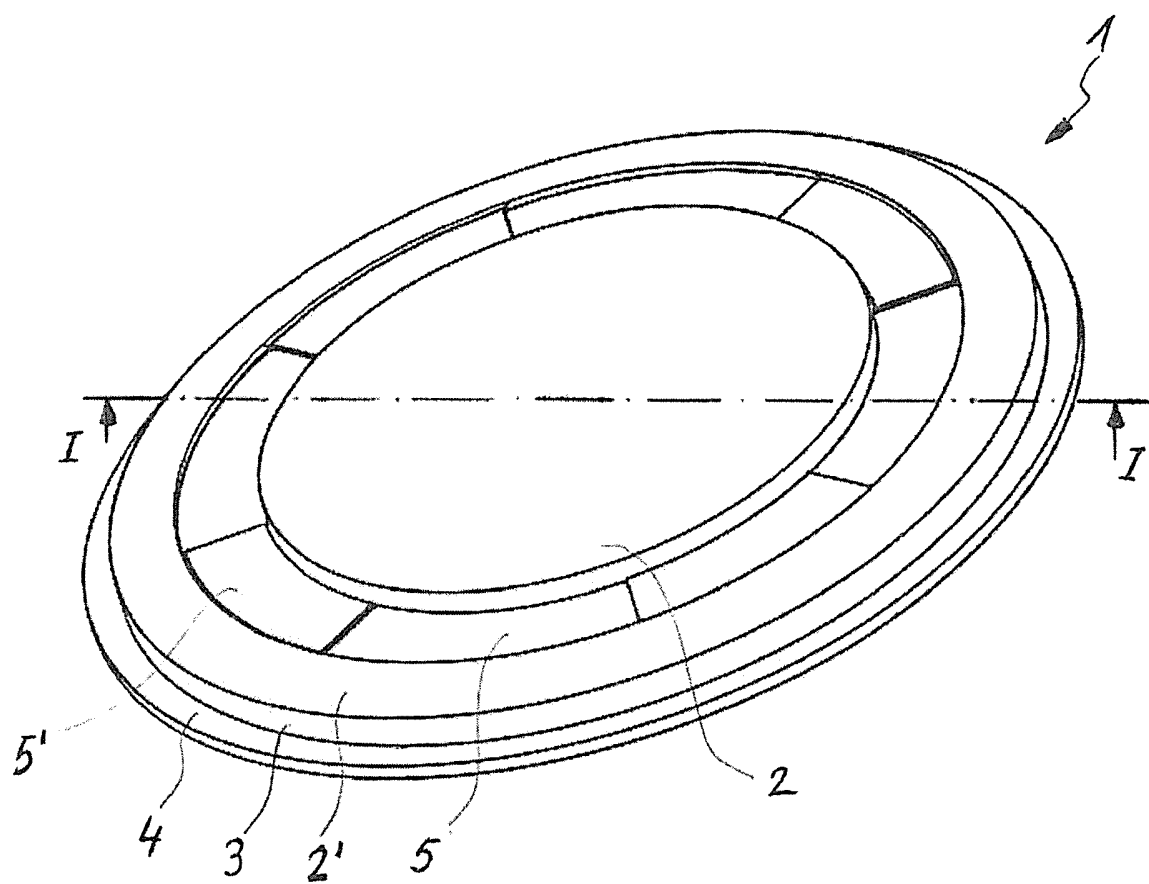


Fig. 1a

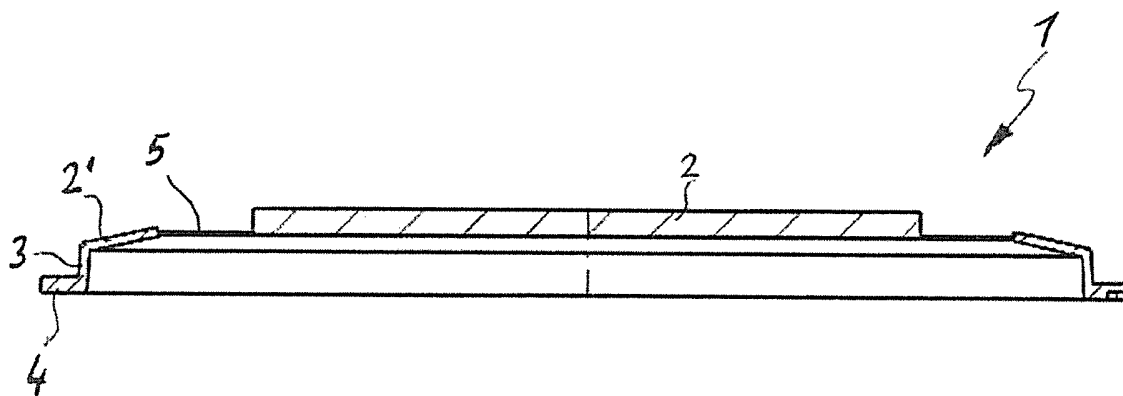


Fig. 1b

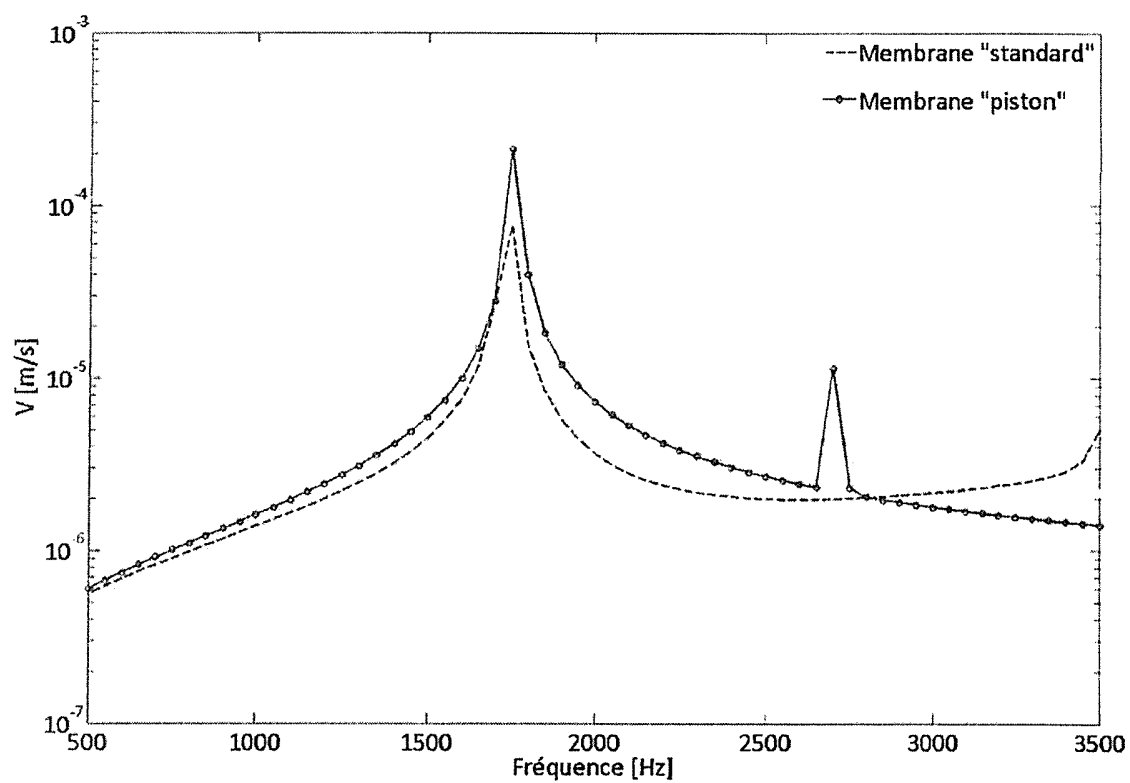


Fig. 2

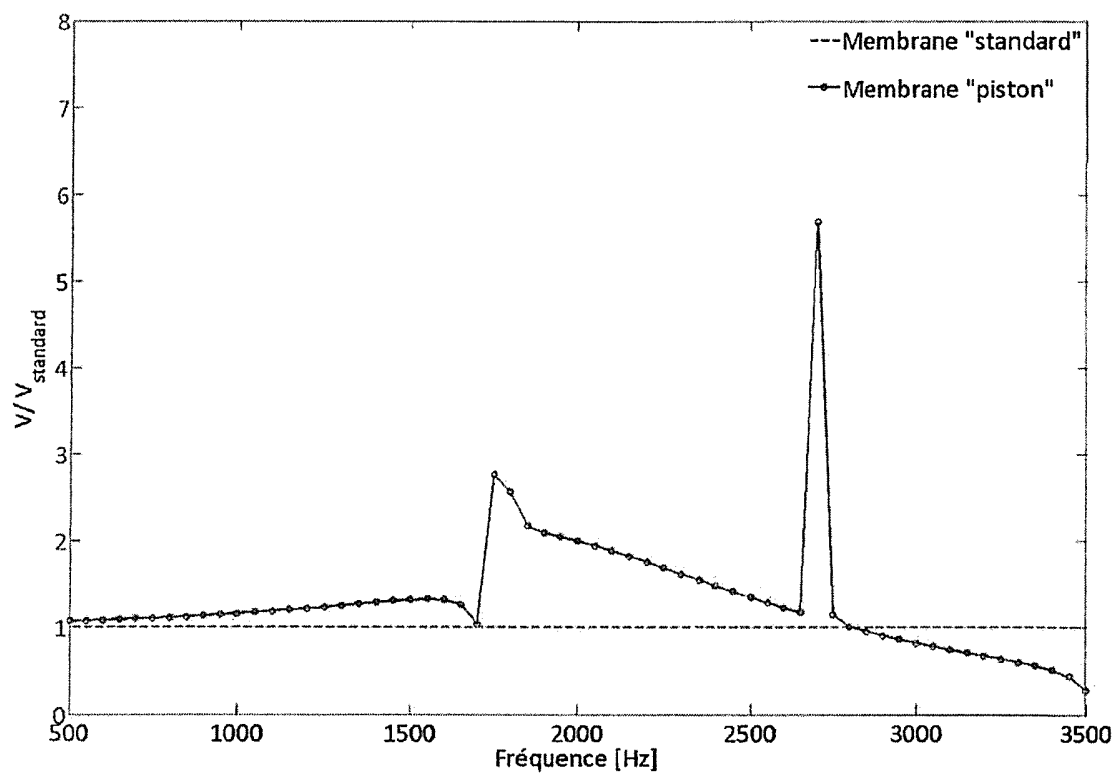


Fig. 3