

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : **2 583 584**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
(21) N° d'enregistrement national : **85 09097**
(51) Int Cl⁴ : H 01 P 7/10.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

(22) Date de dépôt : 14 juin 1985.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 51 du 19 décembre 1986.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : *Ecole Nationale Supérieure de Méca-
nique et des Microtechniques. — FR.*

(72) Inventeur(s) : R. Besson, R. Delaite, G. Genestier, P.
Maitee, G. Renard, D. Thebaud et J.-P. Valentin.

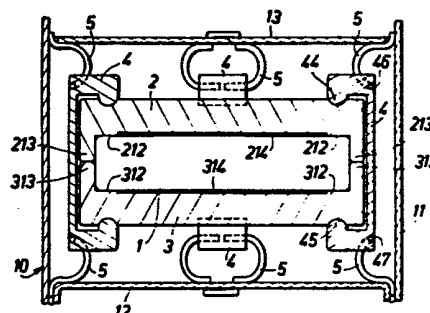
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

(54) Dispositif de support d'un résonateur piézoélectrique à l'intérieur d'un boîtier.

(57) Le dispositif comprend deux demi-coques 2, 3 en forme de croisillons comportant chacune quatre branches dont les extrémités libres définissent des cornières présentant une portée horizontale 212, 312 de faible surface légèrement rehaussée par rapport à la partie centrale 214, 314 de la demi-coque 2, 3 correspondante et une branche verticale 213, 313 de retenue de la tranche du résonateur 1; quatre brides 4 indépendantes identiques d'immobilisation des deux demi-coques 2, 3 portant sur deux branches superposées des deux demi-coques 2, 3; et huit ressorts 5 de suspension des quatre brides 4 d'immobilisation par rapport au boîtier 10.

La symétrie de l'ensemble du dispositif par rapport à trois axes perpendiculaires entre eux, et la conformation des divers éléments limitent fortement l'influence des actions extérieures radiales ou axiales sur le résonateur 1.



**DISPOSITIF DE SUPPORT D'UN RESONATEUR PIEZOELECTRIQUE A
L'INTERIEUR D'UN BOITIER.**

La présente invention, qui est due aux travaux de
Messieurs R. Besson, R. Delaite, G. Genestier, P. Maitre, G.
05 Renard, D. Thiebaud et J.P. Valentin du Laboratoire de
Chronométrie, Electronique et Piézoélectricité de l'Ecole
Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques de
l'Université de Franche-Comté - Besançon, concerne les structures
mécaniques de support de résonateurs piézoélectriques et plus
10 particulièrement un dispositif de support de résonateur
piézoélectrique à l'intérieur d'un boîtier.

On connaît divers exemples de résonateurs piézoélectriques.

Selon un premier exemple classique, un cristal résonateur
15 est constitué par une plaquette de quartz plan-convexe ou bi-convexe à contour circulaire, sur les faces frontales de laquelle sont déposées directement des électrodes métalliques, dites électrodes adhérentes.

Selon un autre exemple de réalisation, la plaquette de
20 quartz à électrodes adhérentes est limitée extérieurement par une couronne en quartz servant au support du cristal-résonateur.

Selon encore un autre exemple de réalisation, le cristal-résonateur est relié à une couronne en quartz par des ponts taillés dans la masse. Les électrodes peuvent être adhérentes ou
25 non adhérentes. Dans ce dernier cas, les électrodes sont déposées sur des plaquettes de quartz de même coupe que le cristal et de forme similaire et seules les couronnes des plaquettes-support d'électrodes sont en contact avec la couronne du cristal vibrant.

Quel que soit le type de résonateur utilisé, il est en
30 général nécessaire d'incorporer ce résonateur dans un boîtier de protection qui, s'il est étanche, permet en outre de créer un espace dans lequel règne un vide plus ou moins poussé qui améliore les conditions de fonctionnement du résonateur et partant la qualité de celui-ci.

35 Le boîtier et le cristal-résonateur présentent cependant

des caractéristiques mécaniques et thermiques différentes, de sorte qu'il est nécessaire de réaliser une structure mécanique spécifique permettant de limiter l'influence des perturbations extérieures en rapportant le minimum de contraintes au centre du cristal.

Les structures mécaniques de support de résonateurs connues ne permettent pas de limiter de façon suffisante l'influence des actions radiales ou axiales sur le cristal-résonateur, que ces actions soient dues au montage lui-même ou aux conditions d'environnement.

Par ailleurs, les structures mécaniques connues pour le support de résonateurs qui sont souvent spécifiques à un type très particulier de résonateur sont d'une mise en oeuvre délicate.

La présente invention vise à remédier aux inconvénients précités et à réaliser un dispositif mécanique de support d'un résonateur qui soit de fabrication simple, et par là-même applicable à différents types de résonateurs piézoélectriques, et qui permette de minimiser les variations relatives de fréquence du résonateur sous l'influence de perturbations accélérométriques, thermiques ou de pression, afin de conférer au résonateur une stabilité maximale dans le temps et un vieillissement aussi faible que possible.

Ces buts sont atteints grâce à un dispositif de support d'un résonateur piézoélectrique à l'intérieur d'un boîtier, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des première et deuxième demi-coques identiques de positionnement du résonateur qui sont en un matériau de même nature et de même coupe que celui composant le résonateur, présentent chacune la forme d'un croisillon et comportent chacune quatre branches dont les extrémités libres définissent des cornières présentant une portée horizontale de faible surface légèrement rehaussée par rapport à la partie centrale de la demi-coque correspondante et une branche verticale de retenue de la tranche du résonateur;
- quatre brides indépendantes identiques d'immobilisation

des deux demi-coques qui présentent la forme d'un U couché et comportent chacune aux extrémités de chaque branche du U deux éléments d'arrêt portant sur deux branches superposées des deux demi-coques , sur les faces des branches opposées auxdites portées horizontales; et

- au moins quatre paires de ressorts de suspension des quatre brides d'immobilisation par rapport au boîtier.

Avantageusement, les éléments d'arrêt des brides présentent la forme de demi-cylindres et coopèrent avec des parties semi-cylindriques correspondantes formées sur les faces externes des branches des demi-coques de manière à constituer un accouplement du type gorge-nervure à profil semi-cylindrique.

Les brides sont réalisées en un matériau dont le coefficient de dilatation dans le sens axial du résonateur est pratiquement identique à celui du matériau constituant le résonateur.

Selon un mode particulier de réalisation, chaque bride présente une face arrière plane dans laquelle sont formées deux rainures de réception de ressorts de suspension.

Selon une caractéristique particulière, chaque ressort est constitué par un fil métallique rond en un alliage à haute limite élastique, qui est conformé de manière à pouvoir travailler à la torsion et à la flexion.

Suivant un mode particulier de réalisation offrant une très bonne immunité aux chocs, chaque ressort est symétrique par rapport à un plan médian vertical d'une bride et chaque demi-ressort comprend une première partie horizontale rectiligne destinée à venir s'encaster dans une rainure de la bride réceptrice, une partie verticale courbe disposée à l'extérieur de la bride réceptrice, une seconde partie horizontale rectiligne reliée à l'extrémité de la partie verticale courbe éloignée de la première partie horizontale, une seconde partie verticale de courte longueur reliée à l'extrémité de la seconde partie horizontale éloignée de la partie verticale courbe et une troisième partie horizontale rectiligne de courte longueur reliée

à l'extrémité de la seconde partie verticale éloignée de la seconde partie horizontale, la partie verticale courbe et la seconde partie horizontale étant situées dans un plan formant un angle de 45° par rapport au plan de symétrie du ressort.

05 D'une façon générale, l'ensemble des demi-coques, des quatre brides et des paires de ressorts sont symétriques par rapport à deux plans axiaux du résonateur perpendiculaires entre eux, ainsi que par rapport à un plan radial médian du résonateur.

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante d'un mode particulier de réalisation, donné à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés, sur lesquels:

- la figure 1 est une vue en coupe axiale selon un plan de symétrie d'un boîtier incorporant un dispositif de support de résonateur selon l'invention,

15 - la figure 2 est une vue de détail en perspective montrant l'association des branches de deux demi-coquilles de positionnement et d'une bride d'immobilisation dans le dispositif de support de la figure 1,

20 - la figure 3 est une vue de dessus de la demi-coquille supérieure du dispositif de support de la figure 1,

- la figure 4 est une vue en élévation d'un exemple de structure de résonateur à quartz à électrodes non adhérentes, avec lequel peut être utilisé le dispositif de support selon l'invention,

25 - la figure 5 est une vue en perspective d'un exemple de ressort pouvant être utilisé dans le dispositif de la figure 1, et

- les figures 6 à 8 sont des vues respectivement de face, de côté et de dessus du ressort de la figure 5.

30 On voit sur la figure 1, représenté de façon schématique, un boîtier 10 avec des parois latérales 11, par exemple de forme cylindrique, une embase 12 et une plaque supérieure 13 d'obturation, à l'intérieur duquel est disposé un résonateur 1 monté dans le boîtier à l'aide d'un dispositif de support

35 comprenant deux demi-coques 2,3 de positionnement du résonateur

1, quatre brides 4 d'immobilisation des demi-coques 2,3 par rapport au résonateur 1 et huit ressorts 5 assurant une suspension, par rapport au boîtier 10, de l'ensemble compact constitué par le résonateur 1, les demi-coquilles de positionnement 2,3 et les brides d'immobilisation 4.

L'ensemble du dispositif de support selon l'invention est conçu de manière à être entièrement symétrique par rapport à deux plans axiaux du résonateur 1 perpendiculaires entre eux, ainsi que par rapport à un plan radial médian du résonateur 1.

De cette manière, les actions dues aux perturbations extérieures (accélération, chocs, vibrations, pression) ne peuvent pas transmettre de moments de torsion ou de flexion au centre du cristal.

Le résonateur 1 peut être constitué par un cristal-résonateur à électrodes adhérentes, c'est-à-dire par une plaquette d'un matériau piézoélectrique de coupe donnée sur les faces principales de laquelle sont disposées des électrodes métalliques.

Le résonateur 1 peut toutefois être également constitué par un ensemble plus complexe, tel que celui représenté en élévation sur la figure 4, avec un cristal résonateur 101 constitué, comme dans le cas précédent, par une plaquette d'un matériau piézoélectrique par exemple du type plan-convexe, mais démunie d'électrodes et présentant une couronne externe de support reliée à la partie centrale active du cristal par des ponts amincis, et deux plateaux 102, 103 présentant également chacun une couronne externe de support qui porte sur la couronne externe du cristal lui-même, de manière à former au niveau des trois couronnes un empilement de surfaces ajustées les unes aux autres.

Dans ce cas, les parties centrales des faces des plateaux 102, 103 situées en regard du cristal 101, et qui sont sans contact avec ce dernier portent des électrodes excitatrices dites électrodes non adhérentes. L'ensemble compact constitué par le cristal 101 et les plateaux 102, 103 porteurs d'électrodes peut alors être considéré en bloc comme un résonateur à électrodes adhérentes et les

05 éléments du dispositif support agissent sur les couronnes extérieures des plateaux supports d'électrode tandis que dans le cas d'un résonateur à électrodes adhérentes, le dispositif support est en contact avec la partie périphérique du cristal-résonateur lui-même.

On décrira maintenant de façon plus particulière chaque sous-ensemble fonctionnel du dispositif de support selon l'invention.

10 Le sous-ensemble de positionnement du résonateur 1 comprend deux demi-coques 2,3 supérieure et inférieure en forme de croisillons qui sont en un matériau identique à celui qui constitue le résonateur 1, et de même coupe, afin de supprimer toute dilatation différentielle, et qui sont identiques afin de conserver la symétrie par rapport au plan du cristal du résonateur 1.

15 Chaque demi-coque 2,3 comprend quatre branches 21, 31 en forme de croix, à 90° l'une de l'autre (fig 2 et 3) qui présentent chacune à leur extrémité une portée 212, 312 de faible surface rehaussée par rapport à la partie centrale 214, 314 de la même face, afin d'être en contact, en quatre zones de surface limitée situées à 90° les unes des autres, avec la partie périphérique d'une face frontale du résonateur 1. Les quatre portées 212, 312 de chaque demi-coquille 2, 3 définissent ainsi deux plans d'appui sur la périphérie du résonateur 1. La faible surface de contact permet de limiter les contraintes sur le résonateur 1. Les extrémités 210, 310 des branches 21, 31 des demi-coquilles 2, 3 présentent en outre une partie 213, 313 se projetant à angle droit par rapport au plan de la branche correspondante 21, 31 de manière à former une retenue du côté de la tranche du résonateur 1 et assurer un centrage du résonateur 1, sans toutefois exercer de pression sur celui-ci dans le sens radial, afin d'éviter les compressions transversales du résonateur 1 et réduire les relaxations de contraintes dans le cristal.

30 Le sous-ensemble du dispositif de support qui assure la fonction d'immobilisation du résonateur positionné par les deux

05 demi-coques 2, 3 comprend quatre brides 4 disposées à 90° les unes des autres et coopérant chacune avec d'une part une branche 21 de la demi-coque supérieure 2 et d'autre part la branche 31 de la demi-coque inférieure 3 qui est superposée à la branche 21 considérée de la demi-coque supérieure.

10 Chaque bride 4 présente la forme d'un U couché et comprend une partie verticale plane 41 dans la face arrière de laquelle sont formées deux rainures horizontales 46, 47 au voisinage des branches latérales 42, 43 de la bride. Chaque branche 42, 43 d'une
15 bride 4 présente à son extrémité, sur la face de la branche 42, 43 tournée vers l'intérieur, une saillie horizontale semi-cylindrique 44, 45 prévue pour venir s'engager dans une gorge semi-cylindrique de forme correspondante 211, 311 ménagée dans la face extérieure d'une branche 21, 31 de l'une des demi-coques 2, 3 dans la zone de la branche qui est opposée à la partie 212, 312 en contact avec le résonateur 1 (fig 2).

20 L'action de serrage exercée par les brides 4 sur les demi-coques 2, 3 est telle qu'elle ne transmet aucun moment de flexion à l'ensemble compact constitué par le cristal-résonateur 1 et ses électrodes et les demi-coques 2, 3. En effet, les forces de serrage appliquées par les quatre brides sont identiques, colinéaires et exercées perpendiculairement aux huit portées 212, 312 de surface réduite des demi-coques 2, 3.

25 Au niveau du contact des demi-coques 2, 3 avec les brides 4, les contraintes sont réduites par le choix d'une forme cylindrique conjuguée pour les éléments 44, 211 ou 45, 311 de la liaison du type gorge-saillie.

30 Afin d'éviter les variations de compression dues aux brides 4 lors des variations de température, on choisit pour les brides un matériau dont le coefficient de dilatation est dans la direction axiale, identique à, ou très proche de celui du cristal 1. Pour un cristal en quartz, on peut ainsi choisir un matériau du type de celui connu sous la dénomination PHYNQX.

35 Le fait que le serrage des demi-coques 2, 3 soit réalisé par quatre brides indépendantes 4 permet de supprimer l'effet des

dilatations différentielles transversales qui seraient dues aux différences des caractéristiques des matériaux. Dans ces conditions, les dilatations radiales du cristal peuvent s'exercer librement.

05 La fonction "suspension" de l'ensemble cristal 1 avec ses électrodes-demi-coques 2, 3 - brides 4 dans le boîtier 10 est assurée par huit ressorts 5 identiques qui relient les brides 4 au boîtier 10.

10 Les ressorts 5 isolent la partie sensible du résonateur 1 des actions extérieures appliquées au boîtier 10 et compensent les défauts de fabrication entre les différents éléments assemblés.

15 La suspension est conçue de manière symétrique pour que les actions dues aux perturbations extérieures (accélérations, chocs, vibrations, pression) ne soient pas susceptibles de transmettre des moments de torsion ou de flexion au centre du cristal. Huit ressorts de forme 5 sont ainsi disposés deux par deux à 90° les uns des autres, chaque paire de ressorts 8 agissant sur les parties inférieure et supérieure d'une bride 4. Ladisposition des ressorts 5, leur forme particulière représentée sur les figures 5 à 8 et l'utilisation de fil rond pour leur réalisation permettent de garantir que le centre élastique de la suspension correspond avec le centre de gravité de la masse du système, que les trois degrés de liberté sont en translation, et qu'à ceux-ci sont associés trois coefficients de rigidité
20 identiques.
25

 Dans ces conditions, l'ensemble peut subir des chocs; c'est la suspension qui est capable de les "encaisser" et de minimiser leurs influences. Les ressorts 5 pouvant travailler à la torsion et à la flexion, il convient de choisir pour les réaliser un alliage spécial à haute limite élastique (par exemple un
30 alliage du type connu sous la dénomination PHYNQX). Puisque ces ressorts 5 réalisent la liaison avec le boîtier, ils sont simplement encastrés. Les ressorts situés en bas sont encastrés entre le capot 11 et l'embase 12 formant couvercle. Les ressorts
35 en haut sont encastrés entre le capot 11 et par exemple une

rondelle spéciale rapportée au niveau du fond 13 qui est élastique et présente des petites encoches pour le positionnement des ressorts, dans le cas où le fond 13 n'est pas constitué par un couvercle. Au niveau des brides 4, la liaison est faite par soudure, le positionnement relatif étant assuré par les deux rainures 46, 47 taillées au dos de chaque bride (fig 2).

Selon la forme particulière représentée sur les figures 5 à 8, chaque ressort 5 est symétrique par rapport à un plan qui correspond au plan médian vertical d'une bride 4.

Chaque demi-ressort comprend une première partie horizontale rectiligne destinée à venir s'encastrer dans une rainure 46, 47 de la bride réceptrice 43, une partie verticale courbe 53, 54 disposée à l'extérieur de la bride réceptrice 4, une seconde partie horizontale rectiligne 55, 56 reliée à l'extrémité de la partie verticale courbe 53, 54 éloignée de la première partie horizontale 51, 52, une seconde partie verticale 58, 59 de courte longueur reliée à l'extrémité de la seconde partie horizontale 55, 56 éloignée de la partie verticale courbe 53, 54 et une troisième partie horizontale rectiligne 57 de courte longueur reliée à l'extrémité de la seconde partie verticale 58, 59 éloignée de la seconde partie horizontale 55, 56. La partie verticale courbe 53, 54, en forme de demi-cercle, et la seconde partie horizontale 55, 56 sont dans un plan formant un angle de 45° par rapport au plan de symétrie du ressort.

Sur la figure 5, le ressort 5 est positionné de telle manière que les branches horizontales 51, 52 sont prêtes à venir s'engager dans la rainure 47 de la bride 4 de la figure 2 afin de constituer un élément de suspension inférieure.

REVENDECATIONS

1. Dispositif de support d'un résonateur piézoélectrique à l'intérieur d'un boîtier, caractérisé en ce qu'il comprend :

05 - des première et deuxième demi-coques (2,3) identiques de positionnement du résonateur (1) qui sont en un matériau de même nature et de même coupe que celui composant le résonateur (1), présentent chacune la forme d'un croisillon et comportent
10 (210;310) définissent des cornières présentant une portée horizontale (212;312) de faible surface légèrement rehaussée par rapport à la partie centrale (214;314) de la demi-coque (2;3) correspondante et une branche verticale (213;313) de retenue de la tranche du résonateur;

15 - quatre brides (4) indépendantes identiques d'immobilisation des deux demi-coques (2,3) qui présentent la forme d'un U couché et comportent chacune aux extrémités de chaque branche (42, 43) du U deux éléments d'arrêt (44,45) portant sur deux branches superposées (21,31) des deux demi-coques (2,3), sur
20 les faces des branches opposées auxdites portées horizontales (212;312); et

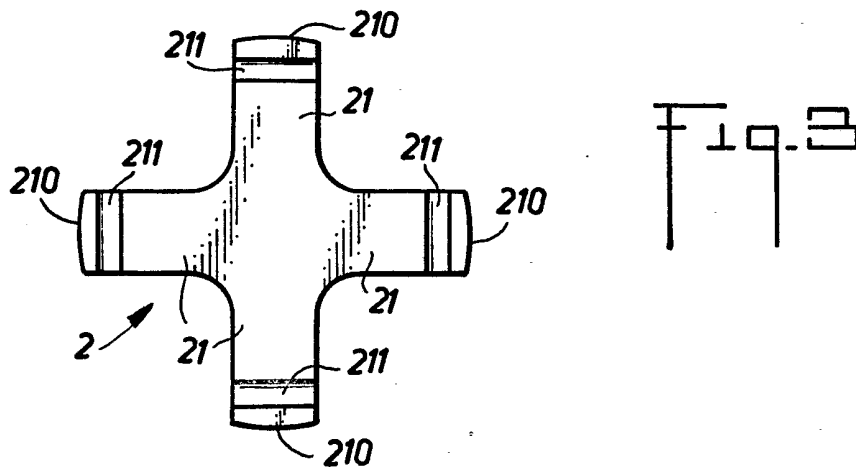
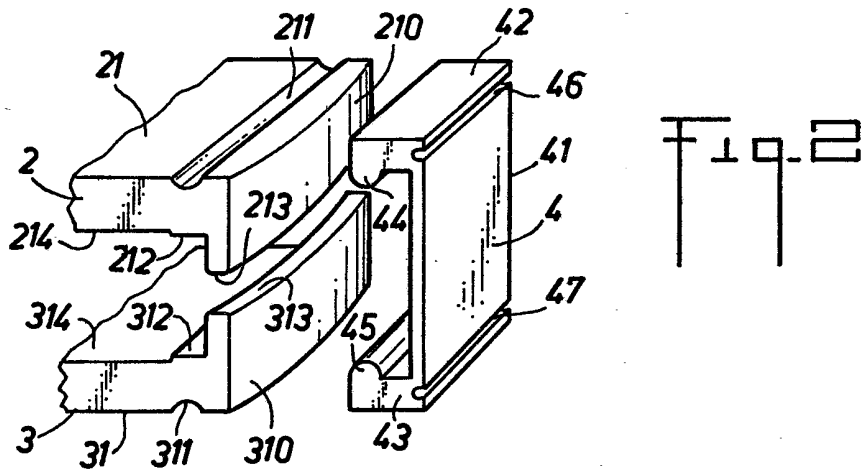
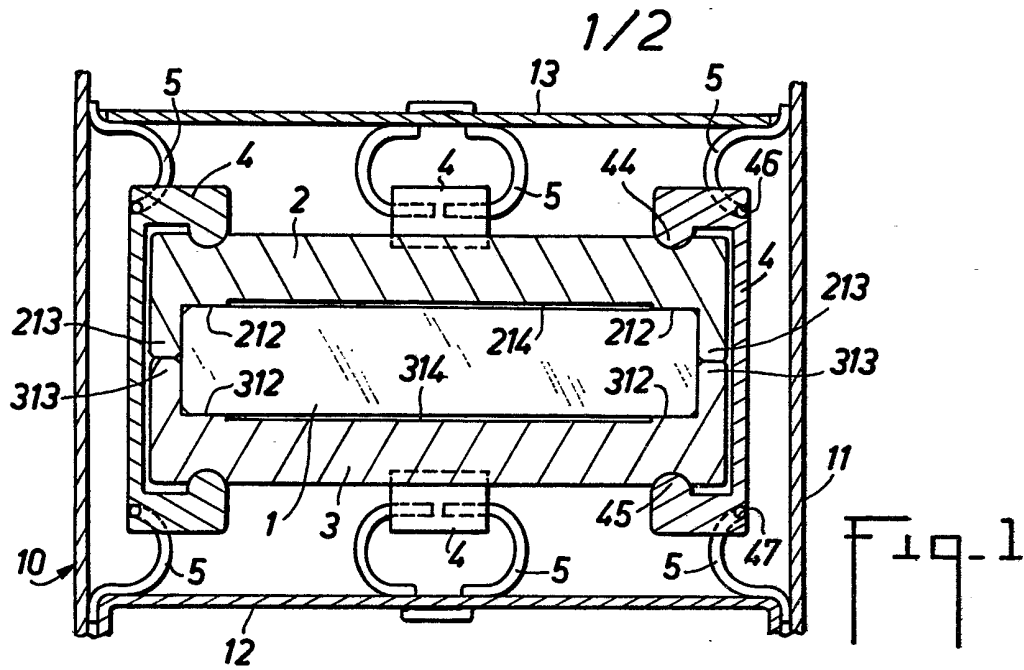
 - au moins quatre paires de ressorts (5) de suspension des quatre brides (4) d'immobilisation par rapport au boîtier (10).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce
25 que les éléments d'arrêt (44,45) des brides (4) présentent la forme de demi-cylindres et coopèrent avec des parties semi-cylindriques correspondantes (211,311) formées sur les faces externes des branches (21,31) des demi-coques (2,3) de manière à constituer un accouplement du type gorge-nervure à profil semi-
30 cylindrique.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que les brides (4) sont réalisées en un matériau dont le coefficient de dilatation dans le sens axial du résonateur est pratiquement identique à celui du matériau constituant le
35 résonateur.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que chaque bride (4) présente une face arrière (41) plane dans laquelle sont formées deux rainures (46,47) de réception de ressorts (5) de suspension.
- 05 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que chaque ressort (5) est constitué par un fil métallique rond en un alliage à haute limite élastique, qui est conformé de manière à pouvoir travailler à la torsion et à la flexion.
- 10 6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que chaque ressort (5) est symétrique par rapport à un plan médian vertical d'une bride (4) et en ce que chaque demi-ressort comprend une première partie horizontale rectiligne (51;52) destinée à venir s'encaster dans une rainure (46 ou 47) de la
- 15 bride réceptrice (4), une partie verticale courbe (53;54) disposée à l'extérieur de la bride réceptrice (4), une seconde partie horizontale rectiligne (55;56) reliée à l'extrémité de la partie verticale courbe (53;54) éloignée de la première partie horizontale (51;52), une seconde partie verticale (58;59) de
- 20 courte longueur reliée à l'extrémité de la seconde partie horizontale (55;56) éloignée de la partie verticale courbe (53;54) et une troisième partie horizontale rectiligne (57) de courte longueur reliée à l'extrémité de la seconde partie verticale (58;59) éloignée de la seconde partie horizontale (55;56), la
- 25 partie verticale courbe (53;54) et la seconde partie horizontale (55;56) étant situées dans un plan formant un angle de 45° par rapport au plan de symétrie du ressort.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que chaque ressort (5) est encastré à une de
- 30 ses extrémités (57) entre d'une part la paroi latérale (11) du boîtier (10) et d'autre part la paroi supérieure (13) ou l'embase (12) du boîtier (10).
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'ensemble des demi-coques (2,3), des
- 35 quatre brides (4) et des paires de ressorts (5) sont symétriques

par rapport à deux plans axiaux du résonateur (1) perpendiculaires entre eux, ainsi que par rapport à un plan radial médian du résonateur (1).



2/2

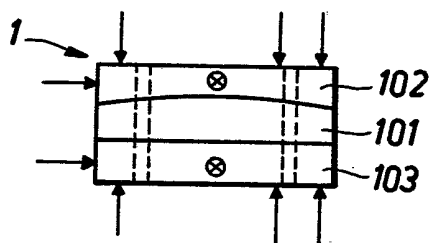


Fig. 4

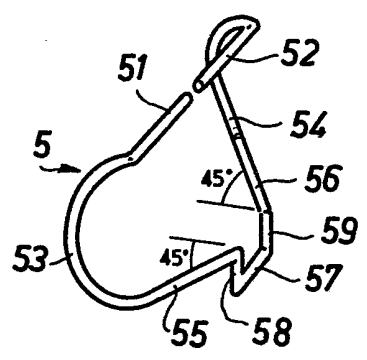


Fig. 5

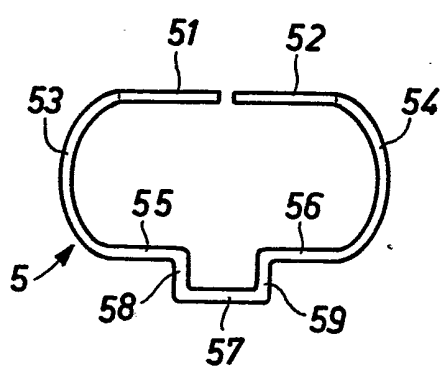


Fig. 6

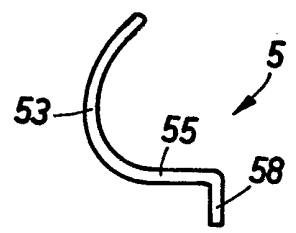


Fig. 7

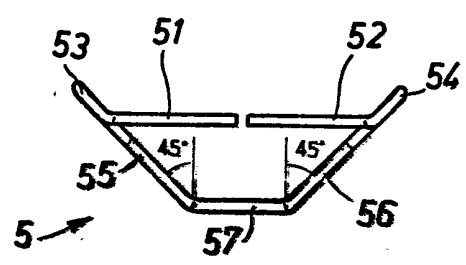


Fig. 8