

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 966 813

21 N° d'enregistrement national : 10 04273

51 Int Cl⁸ : B 81 B 3/00 (2012.01)

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 29.10.10.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 04.05.12 Bulletin 12/18.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : THALES Société anonyme — FR.

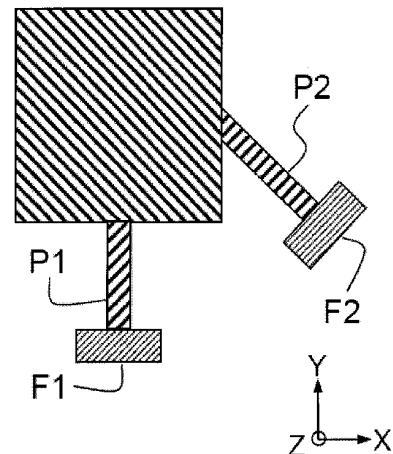
72 Inventeur(s) : LEVERRIER BERTRAND, LEFORT
OLIVIER, BOURA ANDRE et CHAUMET BERNARD.

73 Titulaire(s) : THALES Société anonyme.

74 Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE.

54 MICROSYSTEME ELECTROMECHANIQUE (MEMS).

57 Le microsystème électromécanique est muni d'au
moins deux éléments de fixation (F1, F2) adaptés pour être
fixés sur un support, un élément de fixation (F1, F2) étant lié
solidairement à au moins une poutre (P1 P2) déformable en
flexion.



FR 2 966 813 - A1



Microsystème électromécanique (MEMS)

La présente invention porte sur un microsystème
5 électromécanique (MEMS) muni d'au moins deux éléments de fixation
adaptés pour être fixés sur un support, par exemple un boîtier pouvant être
sous vide.

Un microsystème électromécanique est un microsystème
comprenant un ou plusieurs éléments mécaniques qui utilise l'électricité
10 comme source d'énergie, en vue de réaliser une fonction de capteur et/ou
d'actionneur avec au moins une structure présentant des dimensions
micrométriques, et dont la fonction du système est en partie assurée par la
forme de cette structure. Le terme microsystème électromécanique est la
version française de l'acronyme MEMS pour "Microelectromechanical
15 systems" en langue anglo-saxonne. Dans la suite de la description,
l'acronyme MEMS pourra être employé comme synonyme de microsystème
électromécanique.

Les microsystèmes électromécaniques sont des microstructures
obtenues par gravure d'un ou plusieurs substrats de dimensions telles qu'il
20 comprend plusieurs dizaines à plusieurs centaines de microsystèmes
électromécaniques. Le conditionnement ou "packaging" en langue anglo-
saxonne comprend les moyens et fonctions qui permettent de manipuler ces
microsystèmes électromécaniques, pendant l'intégration dans les produits
sans risque de dégradation des microsystèmes électromécaniques. Par
25 exemple, il est important de bien gérer les connexions électriques des
microsystèmes électromécaniques avec des cartes électroniques de
commande.

Les fonctions de conditionnement ont aussi un rôle essentiel pour
limiter l'impact de l'environnement externe sur des zones sensibles que sont
30 les microsystèmes électromécaniques.

En effet, les causes de dégradations de performances des
microsystèmes électromécaniques peuvent être diverses, telles:

- des contraintes mécaniques liées aux différences de coefficient de
dilatation entre les matériaux de la structure d'accueil et les matériaux
35 du microsystème électromécanique ;

- des variations de la pression autour des microsystèmes électromécaniques ;
- des capacités parasites variables sous l'effet de l'humidité ; et
- des contraintes excessives générées par des chocs sur la structure active.

Le conditionnement doit également veiller à maîtriser la position relative du détecteur ou microsystème électromécanique par rapport à son support

Il est connu d'utiliser des technologies de collage ou de brasage pour fixer des microsystèmes électromécaniques sur un support. Un collage ou un brasage est réalisé sur tout ou partie d'une des faces de la structure, en utilisant par exemple des colles dites souples à base de silicone, ou des brasages dits raides à base d'un mélange or/étain.

Toutefois les systèmes connus sont limités en termes de rigidité de fixation et d'alignement entre le détecteur et son support, de compatibilité avec une mise sous vide du détecteur dans un boîtier, et de préservation des performances du microsystème électromécanique.

Un but de l'invention est de pallier les précédents problèmes.

Il est proposé, selon un aspect de l'invention, un microsystème électromécanique muni d'au moins deux éléments de fixation adaptés pour être fixés sur un support, caractérisé en ce qu'un élément de fixation est lié solidairement à au moins une poutre déformable en flexion.

Ainsi, même si le support se déforme, ces déformations ne sont pas transmises au microsystème électromécanique, contrairement aux configurations de l'art antérieur tels que la fixation par collage ou brasure sur des surfaces plus ou moins importantes du microsystème électromécanique qui génère toujours de fortes contraintes et déformations de la structure interne du microsystème électromécanique. Avec la configuration décrite le système de fixation évite la transmission des contraintes et déformations externes tout en assurant une fixation rigide du microsystème caractérisée par des raideurs importantes en translation et en rotation selon tous les axes.

Le support peut être un boîtier, permettant, par exemple, de mettre sous vide le détecteur ou microsysteme électromécanique. En effet, pour assurer le fonctionnement de détecteurs MEMS notamment résonant, tels des capteurs inertiels de types gyromètres ou accéléromètres, il faut
5 qu'ils soient au sein d'une enceinte sous vide, plus ou moins poussé, afin de permettre le fonctionnement correct du détecteur MEMS mis en œuvre, pour pouvoir disposer d'une sensibilité maximale du détecteur MEMS. Ainsi, il est fréquent qu'une pression inférieure à 10^{-2} hPa soit nécessaire au bon fonctionnement d'un tel détecteur. Ceux-ci sont donc encapsulés dans une
10 enceinte hermétique, au sein de laquelle le vide requis ou une atmosphère à pression réduite a été réalisé. Il est cependant difficile d'obtenir un niveau de vide de bonne qualité, ou, en d'autres termes, une pression faible, typiquement une pression inférieure à 10^{-2} hPa à l'intérieur d'un boîtier de détecteur MEMS sur silicium.

15 Selon un mode de réalisation, deux poutres liées respectivement à deux éléments de fixation distincts ont des directions différentes.

Ainsi, la raideur globale du système de fixation est importante dans toutes les directions en translation et en rotation.

Par exemple, deux poutres liées respectivement à deux éléments
20 de fixation distincts ont des directions sensiblement orthogonales.

Le fait d'avoir des directions orthogonales, permet de maximiser la raideur globale de la partie suspendue.

Par exemple, le microsysteme électromécanique comprend trois éléments de fixation.

25 Utiliser trois éléments de fixation permet augmente encore la raideur de fixation de la partie suspendue en particulier en rotation autour du centre de gravité.

La ou les poutres liées à deux des trois éléments de fixation peuvent alors avoir une direction sensiblement identique, et la ou les poutres
30 reliées à l'autre des trois éléments de fixation ont une direction sensiblement orthogonale à la direction des deux autres éléments de fixation.

Un tel mode de réalisation permet de maximiser la raideur apportée par le système de poutres

Par exemple, le microsysteme electromecanique comprend quatre elements de fixation.

Utiliser quatre elements de fixation permet de construire une structure avec un fort degre de symetrie. C'est particulierement favorable si
5 le microsysteme electromecanique fonctionne avec des structures differentielles dont les proprietes sont preservees.

La ou les poutres liees a deux des quatre elements de fixation peuvent alors avoir une direction sensiblement identique, et la ou les poutres liees au deux autres des quatre elements de fixation ont une direction
10 sensiblement orthogonale a la direction des deux autres elements de fixation.

Un tel mode de realisation permet de maximiser la raideur apportee par le systeme de poutres.

Par exemple, les poutres liees solidairement a un meme element de fixation ont sensiblement la meme direction.

15 Cela permet de doubler la raideur globale du systeme de maniere homogene dans toutes les directions.

Un element de fixation peut etre lie solidairement a quatre poutres.

Cela permet, en multipliant le nombre de poutres, d'optimiser le rapport entre la raideur selon l'axe parallele a la grande longueur des poutres et les raideurs selon les axes perpendiculaires a cette longueur.
20

Selon un mode de realisation, ledit microsysteme electromecanique etant realise dans un materiau multicouches comprenant au moins une couche active et deux couches de protection de part et d'autre de la couche active, lesdites poutres sont realisees dans l'une des deux
25 couches de protection.

Dans un tel mode de realisation, le systeme de poutre est realise dans le meme materiau que le reste du microsysteme, et le caractere homogene du microsysteme est preserve. La fabrication est aussi realisee de maniere collective avant ou apres l'assemblage de la couche de
30 protection.

Selon un autre aspect de l'invention, il est en outre propose un procede de fixation d'un microsysteme electromecanique sur un support, en

liant au moins deux éléments de fixation du microsysteme électromécanique, de manière solidaire à au moins une poutre déformable en flexion.

Par exemple, ladite liaison est effectuée par brasage et/ou soudage et/ou collage.

5

L'invention sera mieux comprise à l'étude de quelques modes de réalisation décrits à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés sur lesquels :

10 - les figures 1a, 1b et 1c illustrent schématiquement des modes de réalisations de microsysteme électromécanique muni de deux éléments de fixation, selon un aspect de l'invention ;

- les figures 2a, 2b, 2c et 2d illustrent schématiquement des modes de réalisations de microsysteme électromécanique muni de trois éléments de fixation, selon un aspect de l'invention ; et

15 - les figures 3a et 3b illustrent schématiquement des modes de réalisations de microsysteme électromécanique muni de quatre éléments de fixation, selon un aspect de l'invention.

20 Sur l'ensemble des figures, les éléments ayant les mêmes références sont similaires, et les axes d'orientations sont similaires.

Il est possible de caractériser un système de fixation par la raideur globale de fixation du microsysteme selon trois mouvements de translation selon les axes X, Y et Z et trois mouvements de rotation autour de ces trois axes. Le système de fixation sera "idéal" si les six termes de raideur sont de 25 forte valeur et si simultanément les déplacements locaux des zones de fixation ne génèrent pas ou peu de déformations du microsysteme. Les différentes figures ci-dessous présentent plusieurs configurations avec des degrés de raideur différents.

30 La figure 1a représente un microsysteme électromécanique muni de deux éléments de fixation F1 et F2, adaptés pour être fixés sur un support, par exemple un boîtier d'encapsulation, au moyen des deux éléments de fixation F1 et F2. Chaque élément de fixation F1 et F2 est respectivement lié solidairement à une poutre P1 et P2 déformable en flexion.

Classiquement une poutre, ou bras de découplage, est définie comme une pièce mécanique parallélépipédique : avec une grande dimension ou longueur L et deux petites dimensions, une épaisseur e et une hauteur h . Les dimensions L , e , et h sont telles que les raideurs selon les directions de la longueur et de l'épaisseur soient fortes et la raideur selon la direction de la hauteur soit faible.

Dans la suite de la description, des valeurs typiques pour une poutre sont : $L/e > 20$, et $h/e > 6$, et des valeurs typiques de raideurs K_L , K_e et K_h , respectivement selon les dimensions L , e et h telles que : K_h/K_e est de l'ordre de $(h/e)^2$ qui vaut environ 36, et K_L/K_e est de l'ordre de $(L/e)^2$ qui vaut environ 400.

En outre, pour une association de deux poutres identiques disposées en parallèle, pour une épaisseur e donnée, les raideurs K_L , K_e et K_h ont respectivement une valeur doublée.

En comparaison, une poutre dont on double l'épaisseur e , multiplierait par deux les raideurs K_L et K_h , mais la raideur K_e serait multipliée par huit. A encombrement donné ou à raideur de poutre donnée, selon l'épaisseur e , il est donc mieux de multiplier le nombre de poutres tant que la dimension e est réalisable.

Sur la figure 1a, sont représentés deux poutres P1 et P2, faisant partie du microsystème, disposées parallèles, en considérant les directions de leurs longueurs, reliant la partie principale du détecteur aux deux éléments de fixations F1 et F2 du détecteur.

Un tel mode de réalisation, procure une raideur globale importante selon la direction Y, une raideur modérée selon la direction Z, mais une raideur assez faible selon l'axe X. Cette configuration est par contre très tolérante aux déplacements des zones de fixation selon les trois axes et même en rotation.

La figure 1b représente une variante du mode de réalisation de la figure 1a, dans laquelle les deux poutres P1 et P2, ont des directions respectives différentes, ce qui permet d'augmenter fortement la raideur selon la direction X en augmentant aussi la raideur selon la direction Z.

La figure 1c représente une variante des modes de réalisation des figures 1a et 1b, dans laquelle les deux poutres P1 et P2, ont des directions respectives orthogonales, ce qui permet d'optimiser la raideur en translation

selon les trois axes X, Y , et Z pour un système à deux poutres. Les modes de réalisation des figures 1b et 1c sont toujours assez peu sensibles aux déplacements des zones de fixation selon l'axe Z.

La figure 2a représente un microsysteme électromécanique dont la partie principale est de forme rectangulaire, muni de trois éléments de fixation F1, F2 et F3, adaptés pour être fixés sur un support, par exemple un boîtier d'encapsulation, au moyen des trois éléments de fixation F1, F2 et F3. Chaque élément de fixation F1, F2 et F3 est respectivement lié solidairement à une poutre P1, P2 et P3 déformable en flexion, reliant la partie principale du détecteur aux trois éléments de fixations F1, F2 et F3 du détecteur.

Les deux poutres P1 et P2 ont une direction sensiblement identique, et sont liées à un même bord de la partie principale du détecteur, tandis que la troisième poutre P3 a une direction sensiblement orthogonale à la direction des deux autres poutres P1 et P2, et cette dernière est reliée au bord opposé de la partie principale du détecteur. Par rapport à la structure à deux poutres, un tel mode de réalisation permet de disposer d'une raideur en rotation importante selon les trois axes tout en gardant une raideur en translation importante également selon les trois axes. Cette configuration devient légèrement sensible aux déplacements des zones de fixation selon l'axe Z.

La figure 2b représente une variante du mode de réalisation de la figure 2a, dans laquelle les deux poutres P1 et P2, ont une direction sensiblement identique, et sont reliés respectivement aux bords de la partie principale du détecteur, adjacents au bord auquel est fixé la troisième poutre P3, ce qui réduit le bras de levier en rotation selon X et procure un mode de résonance plus élevé selon cette direction.

La figure 2c représente, une variante des figures 2a et 2b, d'un microsysteme électromécanique dont la partie principale est de forme sensiblement rectangulaire, muni de trois éléments de fixation F1, F2 et F3, adaptés pour être fixés sur un support, par exemple un boîtier d'encapsulation, au moyen des trois éléments de fixation F1, F2 et F3. Chaque élément de fixation F1, F2 et F3 est respectivement lié solidairement à deux poutres de même direction, déformables en flexion, reliant la partie

principale du détecteur aux trois éléments de fixations F1, F2 et F3 du détecteur.

L'élément de fixation F1 est lié solidairement à deux poutres P1a et P1b, l'élément de fixation F2 est lié solidairement à deux poutres P2a et P2b et l'élément de fixation F3 est lié solidairement à deux poutres P3a et P3b. Les quatre poutres P1a, P1b, P2a, P2b ont une direction sensiblement identique, tandis que les deux poutres P3a et P3b ont une direction sensiblement orthogonale à la direction des quatre autres poutres P1a, P1b, P2a, et P2b. Un tel mode de réalisation permet d'augmenter encore les raideurs en rotation selon les axes X et Y.

La figure 2d est une variante de la figure 2c, dans laquelle chaque poutre de la figure 2c est dupliquée en deux poutres parallèles. Aussi, un microsystème électromécanique dont la partie principale est de forme sensiblement rectangulaire, muni de trois éléments de fixation F1, F2 et F3, adaptés pour être fixés sur un support, par exemple un boîtier d'encapsulation, au moyen des trois éléments de fixation F1, F2 et F3. Chaque élément de fixation F1, F2 et F3 est respectivement lié solidairement à deux poutres de même direction, déformables en flexion, reliant la partie principale du détecteur aux trois éléments de fixations F1, F2 et F3 du détecteur.

L'élément de fixation F1 est lié solidairement à quatre poutres P1a, P1b, P1c, et P1d, l'élément de fixation F2 est lié solidairement à quatre poutres P2a, P2b, P2c, et P2d, et l'élément de fixation F3 est lié solidairement à quatre poutres P3a, P3b, P3c, et P3d. Les huit poutres P1a, P1b, P1c, P1d, P2a, P2b, P2c, et P2d ont une direction sensiblement identique, tandis que les quatre poutres P3a, P3b, P3c, et P3d ont une direction sensiblement orthogonale à la direction des huit autres poutres P1a, P1b, P1c, P1d, P2a, P2b, P2c, et P2d. Un tel mode de réalisation permet, en multipliant le nombre de poutres, pour une raideur donnée selon les axes X, Y et Z, d'avoir des raideurs locales quatre fois plus faibles, au niveau des éléments de fixation, pour les mouvements selon l'épaisseur e de chaque poutre.

La figure 3a représente un microsystème électromécanique dont la partie principale est de forme rectangulaire, muni de quatre éléments de fixation F1, F2, F3 et F4, adaptés pour être fixés sur un support, par exemple

un boîtier d'encapsulation, au moyen des quatre éléments de fixation F1, F2, F3 et F4. Chaque élément de fixation F1, F2, F3 et F4 est respectivement lié solidairement à deux poutres déformables en flexion, reliant la partie principale du détecteur aux quatre éléments de fixations F1, F2, F3 et F4 du détecteur.

L'élément de fixation F1 est lié solidairement à deux poutres P1a, et P1b, l'élément de fixation F2 est lié solidairement à deux poutres P2a, et P2b, l'élément de fixation F3 est lié solidairement à deux poutres P3a et P3b, et l'élément de fixation F4 est lié solidairement à deux poutres P4a et P4b. Les quatre poutres P1a, P1b, P2a, et P2b ont une direction sensiblement identique, et les quatre poutres P3a, P3b, P4a et P4b ont une direction sensiblement orthogonale à la direction des quatre autres poutres P1a, P1b, P2a, et P2b. Un tel mode de réalisation permet de construire une structure entièrement symétrique par rapport aux plans X, Y et par rapport à l'axe Z. C'est particulièrement favorable si la structure interne du microsystème présente elle-aussi ces axes de symétrie, pour préserver la réjection des déformations externes.

La figure 3b est une variante de la figure 3a, dans laquelle chaque poutre de la figure 3b est dupliquée en deux poutres parallèles. Aussi, un microsystème électromécanique dont la partie principale est de forme sensiblement rectangulaire, muni de quatre éléments de fixation F1, F2, F3 et F4, adaptés pour être fixés sur un support, par exemple un boîtier d'encapsulation, au moyen des quatre éléments de fixation F1, F2, F3 et F4. Chaque élément de fixation F1, F2, F3 et F4 est respectivement lié solidairement à quatre poutres de même direction, déformables en flexion, reliant la partie principale du détecteur aux quatre éléments de fixations F1, F2, F3 et F4 du détecteur.

L'élément de fixation F1 est lié solidairement à quatre poutres P1a, P1b, P1c, et P1d, l'élément de fixation F2 est lié solidairement à quatre poutres P2a, P2b, P2c, et P2d, l'élément de fixation F3 est lié solidairement à quatre poutres P3a, P3b, P3c, et P3d, et l'élément de fixation F3 est lié solidairement à quatre poutres P4a, P4b, P4c, et P4d. Les huit poutres P1a, P1b, P1c, P1d, P2a, P2b, P2c, et P2d ont une direction sensiblement identique, et les huit autres poutres P3a, P3b, P3c, P3d, P4a, P4b, P4c, et P4d ont une direction sensiblement orthogonale à la direction des huit autres

poutres P1a, P1b, P1c, P1d, P2a, P2b, P2c, et P2d. Un tel mode de réalisation permet, comme pour la configuration de la figure 2d, en multipliant le nombre de poutres, pour une raideur donnée selon les axes X, Y et Z, d'avoir des raideurs locales quatre fois plus faibles, au niveau des éléments
5 de fixation pour les mouvements selon l'épaisseur e de chaque poutre.

Dans les différents modes de réalisation, es éléments de fixation permettent d'absorber des dilatations du support sur lequel sont fixés les éléments de fixation, notamment quand le support subit des dilatations dues à l'effet de la température; les poutres étant relativement souples, la force
10 transmise à la partie principale du détecteur est ainsi fortement limitée.

En outre, en présence de vibrations ou d'accéléérations appliquées aux éléments de fixation ou zones de report, par exemple horizontalement sur les figures 3a et 3b, les poutres verticales travaillent en flexion et sont donc toujours souples. Mais les poutres horizontales travaillent en traction,
15 avec une raideur beaucoup plus importante (de l'ordre de cent fois avec les modes de réalisation des figures 4a et 4b). Le mouvement de la partie suspendue est donc très limité.

Comme les poutres présentent une forte raideur globale vis à vis des mouvements de la partie principale du détecteur en translation et en rotation, les modes de résonance de cette structure restent très élevés,
20 typiquement au delà de 20 KHz alors qu'ils seraient de l'ordre de 2 KHz avec une architecture plus conventionnelle, ce qui permet de maîtriser les performances dans les environnements opérationnels. Les niveaux de vibrations sont en général beaucoup plus élevés dans les basses fréquences
25 que dans les hautes fréquences.

Selon un aspect de l'invention, il est avantageux, lorsque le microsystème électromécanique est réalisé dans un matériau multicouches, de réaliser les poutres directement dans une couche de protection du
30 matériau multicouches.

Les couches de protection sont les couches destinées à soutenir la structure active du détecteur et à protéger la structure active du détecteur des poussières et des chocs. Il est possible d'utiliser des technologies de collage ou de brasage pour fixer le microsystème électromécanique sur son

support. Cela peut être mis en œuvre sur l'ensemble des modes de réalisation selon un aspect de l'invention.

Les poutres présentent une souplesse contrôlée vis à vis des déplacements relatifs du microsysteme électromécanique et du support, pouvant être un boîtier. Elles sont conçues pour être très souples pour des déplacements locaux des ancrages ou fixations sur le support car elles sont déformables par flexion. Par contre, leur combinaison permet de réaliser une fixation très raide du détecteur sur son support. Même si les coefficients de dilatation thermique sont différents entre le support et la structure du microsysteme électromécanique, un déplacement entre les éléments de fixation et le support ne sera pas ou peu transmis aux éléments mobiles du détecteur.

On dit que le détecteur est suspendu par rapport au support d'accueil, car les seuls points de contact sont ici les zones de report ou fixation.

Une telle configuration permet, avec seulement trois couches, de réaliser simultanément une cavité hermétique contenant la structure active, et le système de fixation par poutres souples ce qui n'est pas possible avec l'état de l'art antérieur qui utilise au moins quatre couches

La réalisation des poutres souples dans la même couche que le capot ou couche de protection, simplifie les opérations de fabrication en diminuant le nombre de couches à assembler.

Cette configuration de poutre permet une fixation très rigide de la structure ce qui est particulièrement important pour construire des microstructures de gyromètre pour préserver les propriétés des résonateurs réalisés à l'aide des parties internes mobiles.

REVENDICATIONS

5 1. Microsystème électromécanique muni d'au moins deux éléments de fixation (F1, F2) adaptés pour être fixés sur un support, caractérisé en ce qu'un élément de fixation (F1, F2) est lié solidairement à au moins une poutre (P1, P2) déformable en flexion.

10 2. Microsystème électromécanique selon la revendication 1, dans lequel deux poutres (P1, P2) liées respectivement à deux éléments de fixation (F1, F2) distincts ont des directions différentes.

15 3. Microsystème électromécanique selon la revendication 1 ou 2, dans lequel deux poutres (P1, P2) liées respectivement à deux éléments de fixation (F1, F2) distincts ont des directions sensiblement orthogonales.

20 4. Microsystème électromécanique selon l'une des revendications 1 à 3, comprenant trois éléments de fixation (F1, F2, F3).

25 5. Microsystème électromécanique selon la revendication 4, dans lequel la ou les poutres (P1, P2) liées à deux (F1, F2) des trois éléments de fixation (F1, F2, F3) ont une direction sensiblement identique, et la ou les poutres (P3) reliées à l'autre (F3) des trois éléments de fixation (F1, F2, F3) ont une direction sensiblement orthogonale à la direction des deux autres éléments de fixation (F1, F2).

30 6. Microsystème électromécanique selon l'une des revendications 1 à 3, comprenant quatre éléments de fixation (F1, F2, F3, F4).

35 7. Microsystème électromécanique selon la revendication 6, dans lequel la ou les poutres (P1a, P1b, P2a, P2b) liées à deux (F1, F2) des quatre éléments de fixation (F1, F2, F3, F4) ont une direction sensiblement identique, et la ou les poutres (P3a, P3b, P4a, P4b) reliées

au deux autres (F3, F4) des quatre éléments de fixation (F1, F2, F3, F4) ont une direction sensiblement orthogonale à la direction des deux autres éléments de fixation (F1, F2).

5 8. Microsystème électromécanique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel des poutres liées solidairement à un même élément de fixation ont sensiblement la même direction.

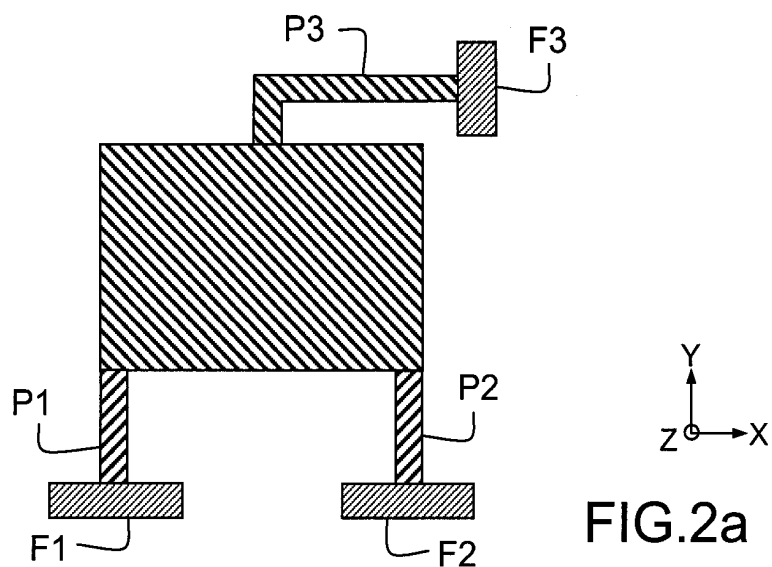
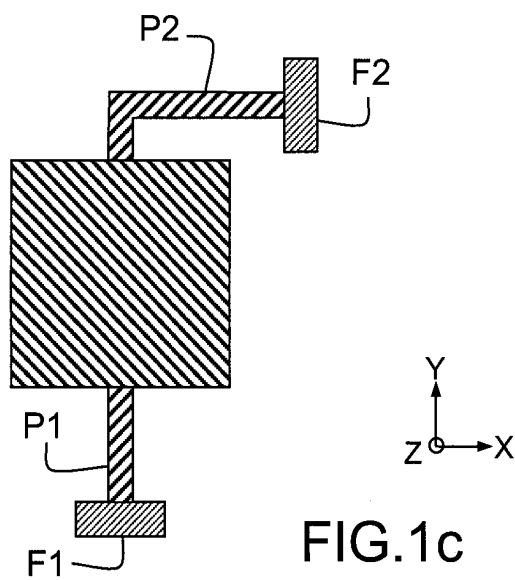
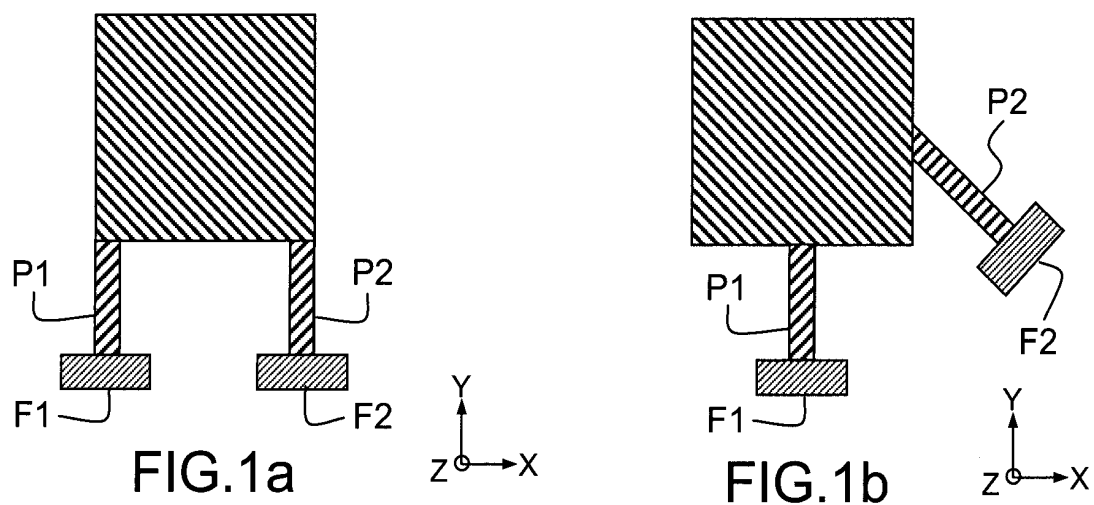
10 9. Microsystème électromécanique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un élément de fixation est lié solidairement à quatre poutres.

15 10. Microsystème électromécanique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, ledit microsystème électromécanique étant réalisé dans un matériau multicouches comprenant au moins une couche active et deux couches de protection de part et d'autre de la couche active, lesdites poutres sont réalisées dans l'une des deux couches de protection.

20 11. Procédé de fixation d'un microsystème électromécanique sur un support, en liant au moins deux éléments de fixation du microsystème électromécanique, de manière solidaire à au moins une poutre déformable en flexion.

25 12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel ladite liaison est effectuée par brasage et/ou soudage et/ou collage.

1/3



2/3

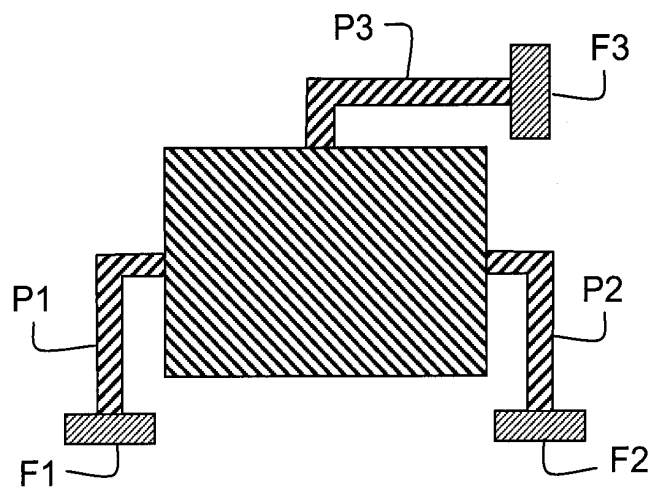


FIG. 2b

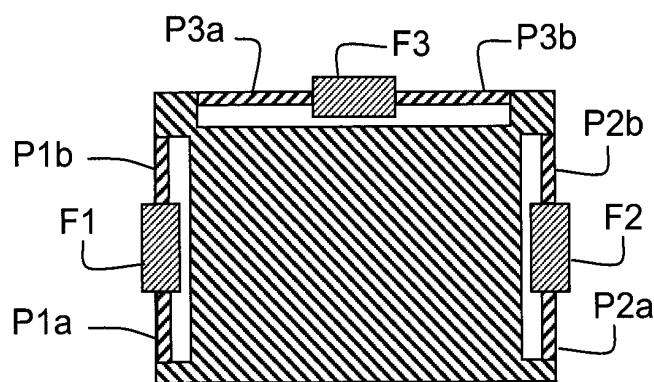


FIG. 2c

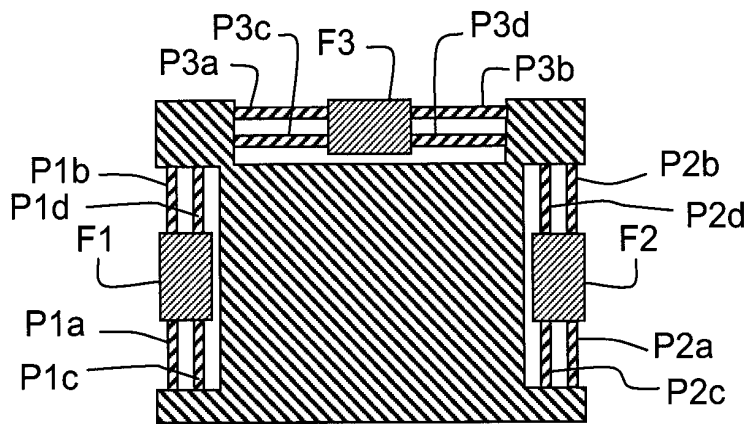


FIG. 2d

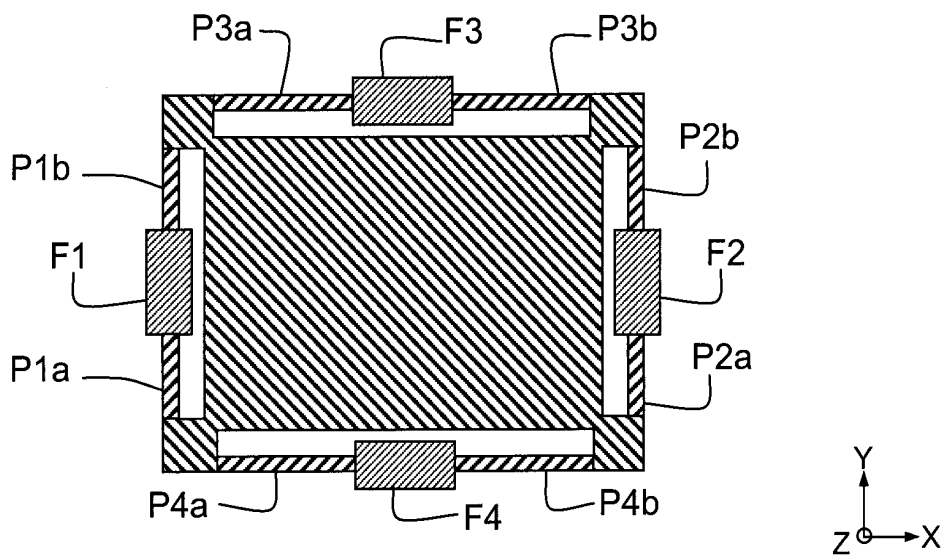


FIG. 3a

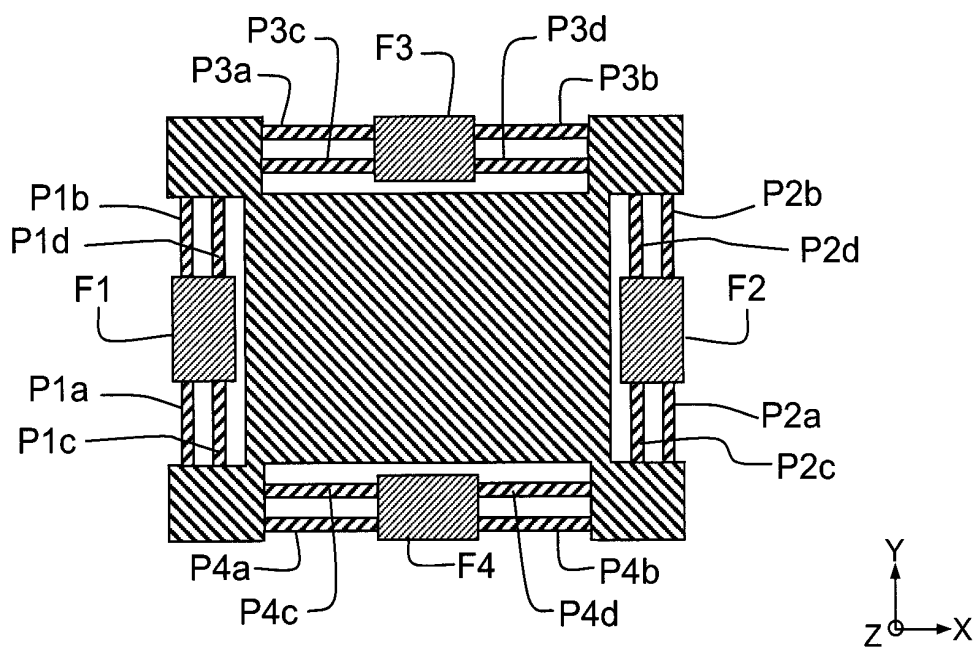


FIG. 3b



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 745283
FR 1004273

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2004/187578 A1 (MALAMETZ DAVID L [US] ET AL) 30 septembre 2004 (2004-09-30) * abrégé * * page 1, alinéas 11,12 * * page 2, alinéa 16 * * figure 2 *	1-12	B81B3/00
X A	GB 2 444 373 A (NANOMETRICS INC [CA]) 4 juin 2008 (2008-06-04) * abrégé * * page 3, ligne 9-21 * * page 5, ligne 23 - page 9, ligne 10 * * figure 2 *	1-4,6, 10-12 5,7-9	
X A	US 6 230 567 B1 (GREIFF PAUL [US]) 15 mai 2001 (2001-05-15) * abrégé * * colonne 3, ligne 7-30 * * colonne 3, ligne 54 - colonne 4, ligne 27 * * figures 1,2 *	1,4,6, 10-12 2,3,5, 7-9	
X A	WO 03/054477 A1 (THALES SA [FR]; NICU LIVIU [FR]; ROUGEOT CLAUDE [FR]; INGLESE JEROME []) 3 juillet 2003 (2003-07-03) * abrégé * * page 6, ligne 9 - page 15, ligne 35 * * figures 1-6 *	1,2,4,6, 8-12 3,5,7	B81B G01C G01P
X A	US 5 203 208 A (BERNSTEIN JONATHAN J [US]) 20 avril 1993 (1993-04-20) * abrégé * * colonne 2, ligne 17 - colonne 3, ligne 32 * * figure 1 *	1-4,6, 10-12 5,7-9	
	----- -/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
4 juillet 2011		Ekoué, Adamah	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

1
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

FA 745283
FR 1004273

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X A	WO 02/093180 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 21 novembre 2002 (2002-11-21) * abrégé * * page 6, ligne 28 - page 12, ligne 30 * * figures 2,3 *	1-4,6, 10-12 5,7-9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
E L	WO 2011/000644 A1 (THALES SA [FR]; LEVERRIER BERTRAND [FR]) 6 janvier 2011 (2011-01-06) * abrégé * * page 7, ligne 20 - page 15, ligne 2 * * figures 1a,1b,3a,3b *	1-8,11	
E L	& FR 2 947 333 A1 (THALES SA [FR]) 31 décembre 2010 (2010-12-31) * abrégé * * page 7, ligne 17 - page 14, ligne 28 * * figures 1a,1b,3a,3b *	1-8,11	

Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
4 juillet 2011		Ekoué, Adamah	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1004273 FA 745283**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 04-07-2011

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004187578	A1	30-09-2004	CN 1764843 A	26-04-2006
			EP 1606635 A1	21-12-2005
			JP 2006524337 A	26-10-2006
			KR 20050121223 A	26-12-2005
			WO 2004088330 A1	14-10-2004

GB 2444373	A	04-06-2008	CA 2569159 A1	28-05-2008
			CH 699264 B1	15-02-2010
			US 2008148851 A1	26-06-2008

US 6230567	B1	15-05-2001	AUCUN	

WO 03054477	A1	03-07-2003	CA 2470840 A1	03-07-2003
			EP 1456606 A1	15-09-2004
			FR 2834055 A1	27-06-2003
			US 2004250620 A1	16-12-2004

US 5203208	A	20-04-1993	AUCUN	

WO 02093180	A1	21-11-2002	CN 1656382 A	17-08-2005
			DE 60213981 T2	30-08-2007
			EP 1395835 A1	10-03-2004
			JP 2004530134 A	30-09-2004

WO 2011000644	A1	06-01-2011	FR 2947333 A1	31-12-2010
