



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 874 379 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
28.10.1998 Bulletin 1998/44

(51) Int. Cl.⁶: H01H 1/00

(21) Numéro de dépôt: 97106710.3

(22) Date de dépôt: 23.04.1997

(84) Etats contractants désignés:
CH DE FR GB IT LI NL SE

(71) Demandeur: ASULAB S.A.
CH-2501 Bienne (CH)

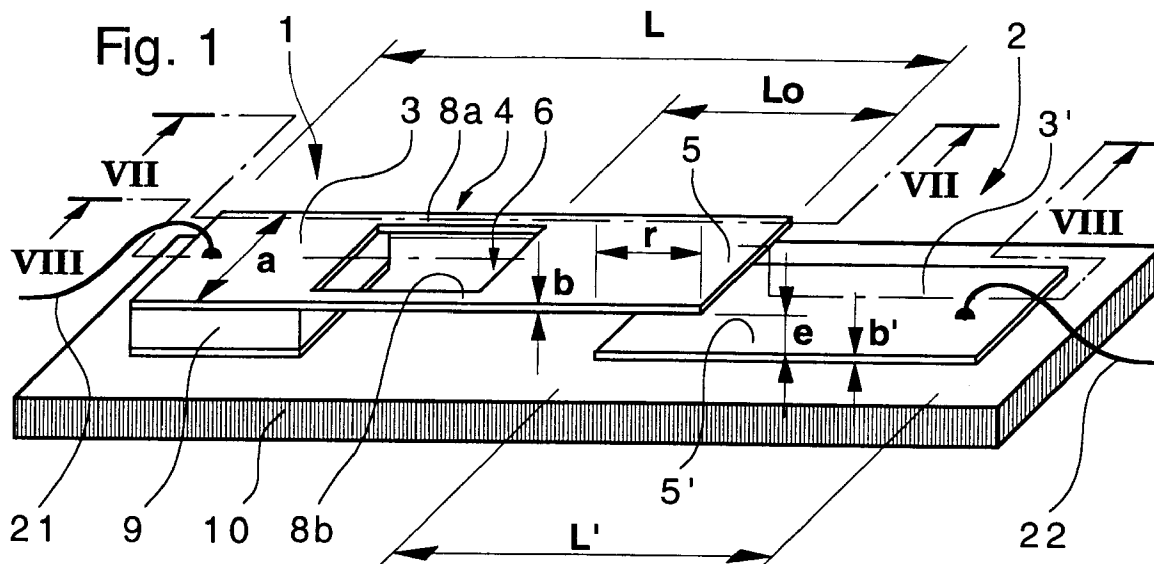
(72) Inventeur: Gueissaz, François
2074 Marin (CH)

(74) Mandataire:
Thérond, Gérard Raymond et al
I C B
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Rue des Sors 7
2074 Marin (CH)

(54) Micro-contacteur magnétique et son procédé de fabrication

(57) Micro-contacteur actionnable par un champ magnétique, comportant deux lames (1, 2) comprenant chacune une partie distale (5, 5') dont la superposition forme un entrefer de distance e , l'une au moins desdites lames (1) en un matériau magnétique ayant une extrémité (3) solidaire du substrat par l'intermédiaire d'un pied (9), une partie médiane (4) et une partie distale (5) de longueur L_0 , flexible par rapport à la deuxième lame (2). La partie médiane (4) de la lame flexible (1) est con-

formée avec une section transversale totale inférieure à celle de la partie distale (5) pour présenter une moindre résistance à la flexion permettant à la lame d'avoir à la fois une déflexion d'amplitude au moins égale à e pour établir un contact sous l'influence d'un champ magnétique et une force de rappel suffisante vers la position ouverte en absence de champ magnétique.



EP 0 874 379 A1

Description

La présente invention concerne un micro-contacteur à lames dont la conformation particulière assure un fonctionnement fiable, tant pour la fermeture d'un circuit électrique par rapprochement de deux lames sous l'influence d'un champ magnétique, que pour l'ouverture lorsque le champ magnétique est supprimé.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un tel micro-contacteur par une méthode de croissance galvanique à partir d'un substrat.

De façon plus générale, l'invention appartient au domaine bien connu des contacteurs dits "à tiges", et par extension "à lames", actionnables par un champ magnétique extérieur pouvant être, soit parallèle aux tiges ou aux lames, soit perpendiculaire à celles-ci. Un contacteur à tiges à champ parallèle est généralement désigné par contacteur "reed". Le modèle-type d'un tel contacteur "reed" se compose d'une ampoule cylindrique en verre dans laquelle pénètre à chaque extrémité une tige magnétisable et flexible, les extrémités libres de chaque tige pouvant, par leur rapprochement initial, s'attirer sous l'influence d'un champ magnétique extérieur pour fermer un circuit électrique, et être rappelées à leur position initiale par la force élastique des tiges, respectivement des lames, lorsque le champ magnétique est supprimé. La miniaturisation de ce modèle-type est nécessairement limitée par des facteurs purement techniques, faisant que les plus petits contacteurs "reed" obtenus ont encore une longueur de l'ordre de 7,5 mm et un diamètre de l'ordre de 1,5 mm, tout en ayant une stabilité mécanique parfois discutable.

Ce modèle-type a donc donné lieu à de nombreux perfectionnements parmi lesquels on retiendra, dans le cadre de la présente invention, d'une part ceux qui visent à en réduire l'encombrement, par exemple pour permettre leur intégration dans un ensemble micro-électronique, telle qu'une pièce d'horlogerie, d'autre part ceux qui visent à rendre leur comportement magnéto-mécanique plus fiable et plus performant.

En ce qui concerne les solutions apportées à la réduction de l'encombrement, on se reportera avantageusement au brevet US 5,430, 421 qui décrit un procédé de fabrication par croissance galvanique à partir d'un substrat, permettant de fabriquer par lot, ou "batch", des micro-contacteurs à lames de très petites dimensions, typiquement des dispositifs dont les lames ont une longueur L d'environ 500 μm , une largeur a d'environ 100 μm , pour une épaisseur b et un entrefer e de l'ordre de la dizaine de microns. A l'usage, il est toutefois apparu que certains micro-contacteurs issus d'un même lot, c'est-à-dire des micro-contacteurs fabriqués exactement dans les mêmes conditions, ne répondaient pas aux normes permettant d'assurer un fonctionnement fiable. En effet, la construction d'une structure métallique suspendue par croissance galvanique permet de contrôler de façon suffisamment précise la géométrie, et notamment l'épaisseur des dépôts d'un

matériau ferromagnétique, mais ne permet pas de prévoir de façon certaine dans lesdits dépôts les contraintes résiduelles qui sont, de façon connue, plus importantes en début de croissance galvanique. Compte-tenu de la très faible épaisseur des lames, il en résulte que certains micro-contacteurs seront, après élimination des couches sacrificielles, toujours en position fermée, ou au contraire présenteront un entrefer trop grand pour que les lames soient amenées en position fermée sous l'influence du champ magnétique devant normalement être appliqué.

Pour palier aux inconvénients magnéto-mécaniques des micro-contacteurs ci-dessus mentionnés, on a recherché, pour des lames obtenues avec un matériau ayant un module d'élasticité donné et placées dans un champ magnétique donné, sur quels paramètres de construction il était possible d'agir pour réduire, voire éliminer les contraintes résiduelles tout en favorisant la déflexion et la pression de contact entre les deux lames.

En augmentant l'épaisseur b de la lame on va réduire l'influence des contraintes résiduelles et obtenir un meilleur positionnement des deux lames l'une par rapport à l'autre, mais on va en même temps en augmenter la rigidité. Pour avoir la flexibilité nécessaire à la fermeture on devra alors augmenter la longueur L de la lame, ce qui ne correspond pas à l'objectif de miniaturisation de l'invention.

Pour des dispositifs placés dans un champ magnétique et ayant un très petit entrefer e , la déflexion est approximativement proportionnelle à $L^3/b \cdot r$, L étant la longueur de la lame, b son épaisseur et r la longueur de superposition des deux lames dans l'entrefer e . Tous les autres paramètres étant égaux par ailleurs, la pression de contact est approximativement proportionnelle à b^2/r^2 .

On peut obtenir une plus grande déflexion en augmentant L et/ou en diminuant b . Avec une augmentation de L , l'encombrement global du micro-contacteur augmente, ce qui ne correspond pas aux buts visés par l'invention, et ce qui a également comme effet négatif d'augmenter la dispersion du champ magnétique dans l'entrefer. Une diminution de b a pour effet défavorable, d'une part de diminuer considérablement la pression de contact, d'autre part comme indiqué précédemment, de rendre la lame plus sensible aux contraintes résiduelles.

Seule la diminution de la longueur de superposition r permet d'augmenter simultanément la déflexion et la pression de contact. Cependant la valeur de r doit rester sensiblement égale à quelques fois l'épaisseur b , faute de quoi les effets de dispersion du champ magnétique annulent l'avantage obtenu.

Il ressort donc des observations précédentes que les connaissances de l'homme de métier ne permettent pas d'apporter une solution satisfaisante aux inconvénients magnéto-mécaniques d'un micro-contacteur construit par croissance galvanique.

La présente invention a donc pour objet de proposer une solution dans laquelle, sans modifier l'encom-

brement global du micro-contacteur, une géométrie originale d'au moins une lame permet d'augmenter la flexibilité de ladite lame sans modifier la force maximale obtenue à son extrémité.

A cet effet l'invention a pour objet un micro-contacteur magnétique, réalisé par méthode galvanique à partir d'un substrat, comportant deux lames conductrices de longueur L et L' et de largeur a , reliées par leurs extrémités respectives à des moyens de connexion électrique, et comprenant chacune une partie distale de section respective $a \cdot b$ et $a \cdot b'$, dont la superposition sur une longueur l détermine un entrefer de distance e , l'une au moins desdites lames étant en un matériau magnétique et se composant d'une extrémité solidaire du substrat par l'intermédiaire d'un pied, d'une partie médiane et d'une partie distale de longueur L_0 , flexible par rapport à la partie distale de la deuxième lame entre une position ouverte en l'absence d'un champ magnétique et une position fermée dans laquelle les deux lames sont en contact l'une avec l'autre sous l'influence du champ magnétique, ledit micro-contacteur étant caractérisé en ce que ladite partie médiane de la lame flexible est conformée avec une section transversale totale inférieure à celle de la partie distale de façon à présenter une moindre résistance à la flexion permettant à la lame d'avoir à la fois une déflexion d'amplitude au moins égale à e pour établir un contact sous l'influence d'un champ magnétique et une force de rappel suffisante vers la position ouverte en absence de champ magnétique.

Lorsque le champ magnétique appliqué est parallèle aux lames, les deux lames sont réalisées par croissance galvanique d'un même matériau magnétique.

En appliquant un champ magnétique à saturation de la partie médiane il est alors possible d'augmenter la pression de contact entre les lames en augmentant l'épaisseur b , respectivement b' , de la partie distale, de façon à obtenir des contacts reproductibles à faible résistance de passage tout en permettant à la lame d'avoir une déflexion suffisante.

Selon un premier mode de réalisation la lame flexible a une épaisseur constante b depuis sa fixation au pied jusqu'à sa partie distale, et la partie médiane qui fait la jonction entre ces deux extrémités est formée d'un ou de plusieurs isthmes faisant que la section transversale totale de ladite partie médiane est plus faible que la section de la partie distale, en permettant ainsi à la lame d'avoir une plus grande flexibilité sans augmentation d'encombrement.

Ces isthmes peuvent délimiter une ou plusieurs ouvertures dans la lame. Dans le cas où il n'existe qu'un seul isthme, celui-ci occupe de préférence une position centrale en délimitant deux échancrures sur les bords de la lame. Les isthmes peuvent également avoir une section variable entre l'extrémité fixée au pied et la partie distale, par exemple en formant des ouvertures jointives sensiblement rectangulaires ou carrées, ayant des surfaces de valeurs décroissantes à partir de la fixation

au pied.

Selon un deuxième mode de réalisation la lame ne présente ni ouverture, ni échancrure, mais sa partie médiane a une épaisseur inférieure à l'épaisseur b de la partie distale, en formant en quelque sorte une encoche dans l'épaisseur de la lame, ladite encoche pouvant être ménagée sur l'une ou l'autre des faces de la lame.

Comme cela a déjà été indiqué, la partie médiane n'a qu'une faible influence sur le comportement magnétique du micro-contacteur, notamment lorsque celui-ci est placé dans un champ magnétique parallèle à la longueur des lames. En d'autres termes, la zone active est la partie distale de longueur L_0 . Dans ce cas il est alors avantageux, lorsque la deuxième lame est solidaire du substrat, que sa longueur L' soit égale à L_0 et que son épaisseur b' soit égale à l'épaisseur b de la lame flexible, de façon à éviter au maximum une dispersion du champ magnétique.

Lorsque le micro-contacteur est placé dans un champ magnétique perpendiculaire aux lames et que la deuxième lame est solidaire du substrat, il est suffisant que la longueur L' de cette deuxième lame soit égale à la longueur de recouvrement l , le matériau la constituant pouvant être magnétique ou non, et son épaisseur b' pouvant être supérieure à l'épaisseur b de la lame flexible.

Au lieu d'être solidaire du substrat, la deuxième lame peut également être solidaire dudit substrat par l'intermédiaire d'un autre pied. Cette deuxième lame sera alors également flexible et pourra être structurée selon l'un des modes précédemment décrits, sans avoir nécessairement la même structuration que la première lame.

Le micro-contacteur selon l'invention permet également, sans en modifier l'encombrement global d'agir sur les valeurs b , b' de l'épaisseur de lames et sur la valeur e de l'entrefer. En effet, une augmentation de b , b' entraîne une diminution de la flexibilité et corrélativement un meilleur positionnement relatif des deux lames permettant de réduire la valeur e de l'entrefer.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'exemples de réalisation, donnés à titre illustratif et non limitatif, en référence aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un premier exemple de micro-contacteur ayant une seule lame flexible, avec indication de toutes les longueurs caractéristiques;
- les figures 2 à 5 sont des vues en perspective de quatre autres exemples de réalisation dans lesquels une seule lame est flexible;
- la figure 6 est une vue en perspective d'un sixième exemple de réalisation dans lequel les deux lames sont flexibles;
- la figure 7 représente la coupe selon la ligne VII-VII de la figure 1, avant l'élimination des couches sacri-

ficielles, et

- la figure 8 représente la coupe selon la ligne VIII-VIII de la figure 1, avant élimination des couches sacrificielles.

En se référant à la figure 1, on a représenté un premier exemple de micro-contacteur, une fois isolé de son lot de fabrication. On voit que celui-ci comporte deux lames 1, 2 supportées par un substrat 10, à partir duquel il a été construit par croissance galvanique comme cela sera expliqué plus loin.

Dans cet exemple, le micro-contacteur est destiné à être soumis à un champ magnétique parallèle aux lames. Le matériau formant les deux lames devra être ferromagnétique, par exemple un alliage fer-nickel présentant une faible hystérèse magnétique pour permettre une ouverture reproductible lorsque le champ magnétique est supprimé.

Chacune des deux lames comporte des moyens de connexion à un circuit électrique, non représenté, schématisé par les conducteurs 21 et 22, l'homme de métier pouvant parfaitement concevoir d'autres moyens de connexion, notamment lorsque ledit micro-contacteur est destiné à être intégré dans un ensemble électronique plus complexe. Les deux lames ont sensiblement la même largeur a , comprise entre 50 et 150 μm par exemple 100 μm , et une épaisseur b , b' de l'ordre de 10 μm . La lame 1, solidaire du substrat 10 par l'intermédiaire d'un pied 9, a une longueur totale L , typiquement comprise entre 300 et 900 μm par exemple 500 μm . Cette lame 1 comprend trois zones ayant sensiblement la même longueur et assumant des fonctions différentes. Une extrémité 3 de la lame permet la fixation au pied 9, le reste de la lame étant suspendu au-dessus du substrat 10. L'autre extrémité 5, de longueur L_0 , désignée par "partie distale", assure le fonctionnement magnétique. La partie médiane 4 en assure le fonctionnement mécanique en permettant d'ajuster la flexibilité de la lame 1, c'est-à-dire en fait la déflexion maximale de l'extrémité distale 5 dans un champ magnétique donné. A cet effet, la partie médiane 4 comporte en son centre une ouverture 6 carrée délimitant sur les bords de la lame 1 deux isthmes 8a et 8b reliant l'extrémité 3 solidaire du pied à la partie distale 5. Dans cette partie médiane, la section transversale totale est donc inférieure à la section $a \cdot b$ de la partie distale 5, ce qui confère à la lame une plus grande flexibilité pour un matériau ayant un module d'élasticité donné. La deuxième lame 2, solidaire du substrat, a une épaisseur b' et une longueur L' et ne présente aucune structuration particulière. Toutefois son épaisseur b' sera de préférence sensiblement égale à l'épaisseur b de la lame 1 flexible. Les deux lames sont positionnées l'une par rapport à l'autre de telle sorte qu'elles se superposent sur une longueur l , en définissant entre leurs surfaces en regard un entrefer e compris entre 10 et 50 μm par exemple 5 μm . La longueur l de superposition des deux lames sera de préférence égale à quelque fois l'épais-

seur b , b' choisie pour les lames, de façon à réduire les effets de dispersion du champ magnétique.

Selon sa destination finale, le micro-contacteur peut être encapsulé sous air ou atmosphère contrôlée, par exemple au moyen d'un capot plastique non représenté, collé ou soudé à la surface du substrat, soit encore par montage dans un boîtier adéquat.

On va maintenant brièvement décrire, en référence aux figures 7 et 8 un procédé de réalisation du micro-contacteur représenté à la figure 1, par croissance galvanique à partir d'un substrat 10. Ce procédé consiste essentiellement à adapter au moins une étape du procédé décrit dans le document US 5,430,421, auquel on pourra se reporter pour plus de détails. A la figure 7, on a représenté avant élimination des couches sacrificielles une coupe longitudinale à travers un isthme 8a d'un seul micro-contacteur isolé de son lot de fabrication. Le substrat 10 n'est en effet qu'une portion d'une plaquette, ou "wafer" en un matériau isolant, ou semi-conducteur voire conducteur recouvert d'une couche isolante permettant de fabriquer en un seul lot une multitude de micro-contacteurs. On effectue d'abord par évaporation thermique le dépôt d'une couche d'accrochage 12a et 13a, par exemple de titane ou de chrome, puis d'une couche de protection 12b et 13b par exemple en or, de façon à créer deux pistes 12 et 13 isolées électriquement par gravage de la surface selon des techniques connues. On dépose ensuite, par exemple à la tournette, des couches successives 14, 15 et 16 de photo-résist épais, chaque couche de photorésist étant configurée au moyen d'un masque (non représenté) pour ménager des ouvertures permettant d'effectuer par étapes la croissance galvanique. La première couche 14 est configurée avec deux ouvertures permettant la croissance galvanique d'un premier étage 9a du pied 9 et de la lame 2. La deuxième couche 15 est configurée avec une seule ouverture permettant d'obtenir par croissance galvanique le deuxième étage 9b du pied 9. Avant d'effectuer le dépôt de la troisième couche 16 de photorésist on effectue une nouvelle double métallisation 17. Cette troisième couche 16 est configurée pour laisser libre pour la croissance galvanique une ouverture correspondant à l'extrémité 3 solidaire du pied 9, à la partie distale 5 et aux isthmes 8a et 8b, comme cela apparaît plus clairement sur la figure 8. Dans cet exemple, toutes les étapes de croissance galvanique peuvent être conduites avec le même matériau ferromagnétique, par exemple un alliage FerNickel 20-80. Il est également possible d'améliorer le contact électrique des lames lorsqu'elles seront soumises à un champ magnétique, en recouvrant d'or leurs surfaces en regard, c'est-à-dire après le premier dépôt galvanique et avant le dernier dépôt galvanique. La microstructure ainsi obtenue est ensuite soumise à un réactif d'attaque pour éliminer, en une ou plusieurs fois, le photorésist et la couche de métallisation intermédiaire 17 et libérer le micro-contacteur. Comme déjà indiqué, toutes ces opérations s'effectuent sur un lot de micro-contacteurs qu'il est

possible d'encapsuler avant de les isoler par découpage, soit de façon unitaire, soit par groupes selon une disposition déterminée en fonction de leur destination finale.

En se référant maintenant à la figure 2, on a représenté un autre exemple de micro-contacteur destiné à être placé dans un champ magnétique parallèle aux lames et dans lequel on a toujours une seule lame flexible. La partie médiane 4 de la lame flexible comporte deux ouvertures rectangulaires 6a et 6b, délimitées par trois isthmes 8a, 8b et 8c. Comme on le voit, en comparant les figures 1 et 2, la deuxième lame 2 solidaire du substrat a une longueur $L' = L_0$, les deux lames ayant la même épaisseur $b = b'$, d'une valeur supérieure à celle représentée à la figure 1, avec corrélativement une plus petite valeur pour l'entrefer e .

Le micro-contacteur représenté à la figure 3 est destiné à être placé dans un champ magnétique perpendiculaire aux lames. En fait, comme on le voit la deuxième lame 2 solidaire du substrat peut être réduite à un plot de contact ayant une longueur L' au moins égale à la longueur de recouvrement l des deux lames, et une épaisseur b' supérieure à l'épaisseur b de la lame flexible. Dans cet exemple, il est également possible d'effectuer la première étape de croissance, pour former le premier étage du pied et la lame 2 avec un matériau non magnétique, par exemple de l'or. La partie médiane comporte trois ouvertures 6a, 6b et 6c sensiblement rectangulaires et jointives, formant une unique ouverture délimitée sur chaque bord de la lame par des isthmes 8a et 8b composés de trois zones s, m et l dont la largeur va en croissant à partir du pied

A la figure 4, le micro-contacteur représenté, destiné à être placé dans un champ magnétique parallèle aux lames, comporte dans la partie médiane de sa lame flexible un seul isthme 8c délimitant des échancrures 6d et 6e sur les bords de la lame.

Dans le micro-contacteur représenté à la figure 5, l'augmentation de la flexibilité de la lame mobile par rapport à la lame 2 solidaire du substrat 10 est obtenu en configurant la partie médiane 4 avec une épaisseur b'' inférieure à l'épaisseur b de la partie distale 5. Dans l'exemple représenté, cette configuration correspond à une encoche 6f ouverte vers le substrat. Pour réaliser cette micro-structure par croissance galvanique, il conviendra bien entendu d'effectuer une étape supplémentaire pour configurer l'encoche 6f.

A la figure 6, on a représenté un micro-contacteur destiné à être placé dans un champ magnétique parallèle aux lames et dans lequel les deux lames sont mobiles l'une par rapport à l'autre. Une première lame 1 est solidaire du substrat 10 par l'intermédiaire d'un pied 9 et comporte dans sa partie médiane une ouverture 6. Une deuxième lame 2 est solidaire du substrat 10 par l'intermédiaire d'un pied 11. Dans l'exemple représenté, cette deuxième lame comporte également dans une partie médiane une ouverture rectangulaire 7. Cette partie peut également avoir l'une quelconque des conforma-

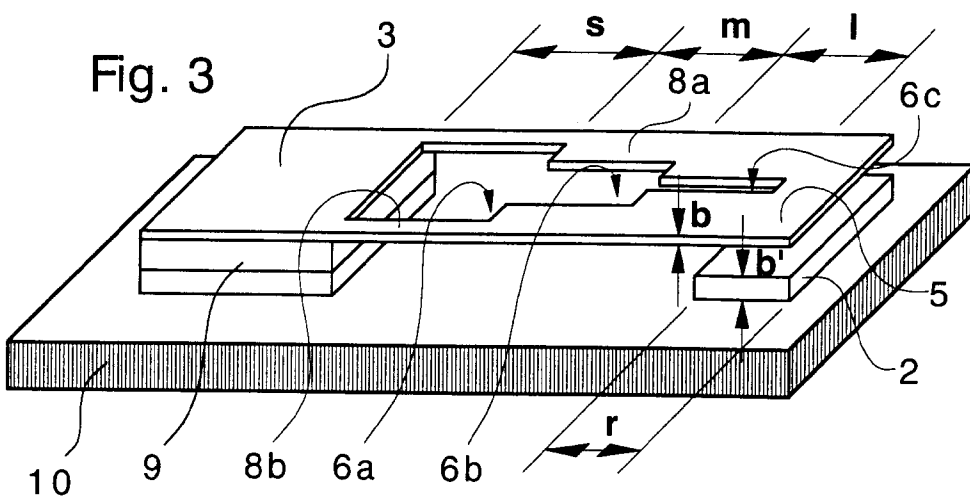
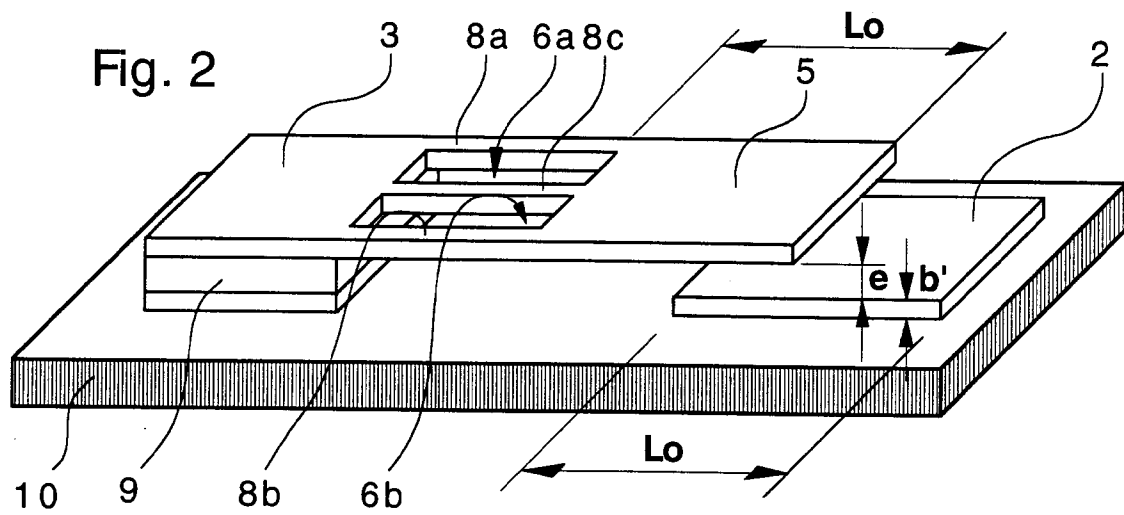
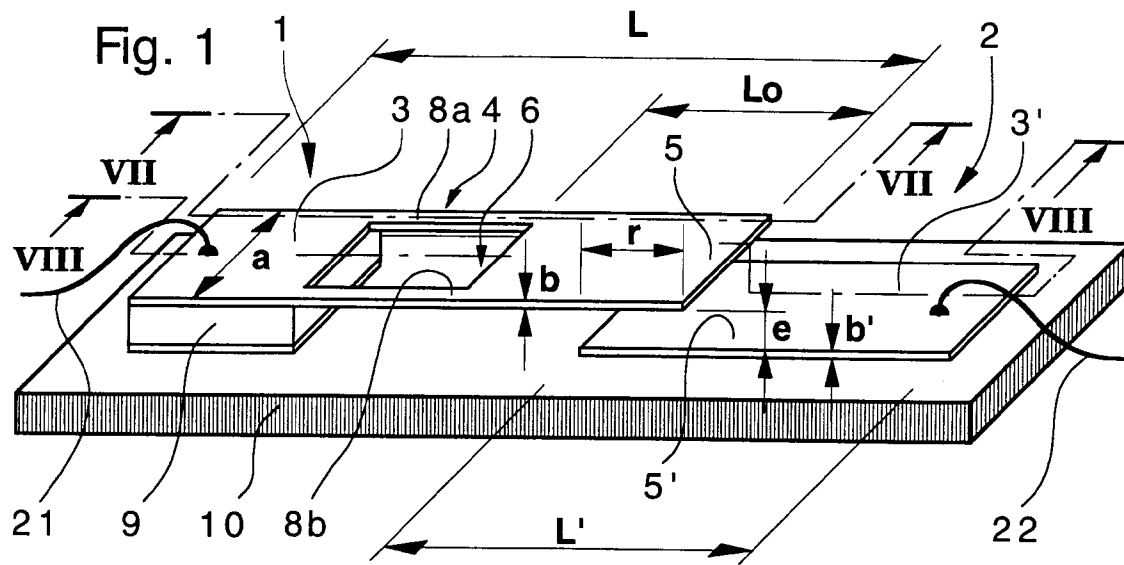
tions décrites précédemment pour la lame 1, soit encore avoir une section totale constante de son extrémité fixée au pied 1 jusqu'à son extrémité distale. Pour réaliser cette micro-structure par croissance galvanique, il conviendra bien entendu d'effectuer une étape supplémentaire, pour configurer le pied 11, et de procéder à une métallisation supplémentaire avant de configurer et de faire croître par dépôt galvanique la lame 2 et un étage supplémentaire du pied 9.

Sans sortir du cadre de la présente invention, l'homme de métier est en mesure d'imaginer d'autres configurations de la partie médiane d'au moins une lame pour avoir une plus grande flexibilité et en conséquence obtenir un micro-contacteur ayant des caractéristiques magnéto-mécaniques améliorées.

Revendications

1. Micro-contacteur magnétique, réalisé par méthode galvanique à partir d'un substrat (10), comportant deux lames (1, 2) conductrices de longueur L et L' et de largeur a , reliées par leurs extrémités respectives (3, 3') à des moyens de connexion électrique (21, 22), et comprenant chacune une partie distale (5, 5') de section respective $a \cdot b$ et $a \cdot b'$ dont la superposition sur une longueur l détermine un entrefer de distance e , l'une au moins desdites lames (1) étant en un matériau magnétique et se composant d'une extrémité (3) solidaire du substrat par l'intermédiaire d'un pied (9), d'une partie médiane (4) et d'une partie distale (5) de longueur L_0 , flexible par rapport à la partie distale de la deuxième lame (2) entre une position ouverte en l'absence d'un champ magnétique et une position fermée dans laquelle les deux lames sont en contact l'une avec l'autre sous l'influence du champ magnétique, caractérisé en ce que ladite partie médiane (4) de la lame flexible (1) est conformée avec une section transversale totale inférieure à celle de la partie distale (5) de façon à présenter une moindre résistance à la flexion permettant à la lame d'avoir à la fois une déflexion d'amplitude au moins égale à e pour établir un contact sous l'influence d'un champ magnétique et une force de rappel suffisante vers la position ouverte en absence de champ magnétique.
2. Micro-contacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux lames (1, 2) sont réalisées en un matériau magnétique lorsque le champ magnétique appliqué est parallèle auxdites lames.
3. Micro-contacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la lame flexible (1) a une épaisseur constante b et en ce que la partie médiane (4) est formée par au moins un isthme (8a, 8b, 8c) reliant ladite partie distale (5) à l'extrémité (3) fixée au pied (9).

4. Micro-contacteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que la partie médiane comporte deux isthmes (8a, 8b) situés sur les bords de la lame définissant une seule ouverture (6) sensiblement rectangulaire ou carrée. 5
5. Micro-contacteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que la partie médiane (4) comporte plus de deux isthmes (8a, 8b, 8c) s'étendant parallèlement à la longueur de la lame en formant plusieurs ouvertures (6a, 6b) sensiblement rectangulaires ou carrées. 10
6. Micro-contacteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que les deux isthmes (8a, 8b) situés sur le bord de la lame ont des sections allant en décroissant entre la zone de fixation au pied et la partie distale en formant ainsi plusieurs ouvertures jointives (6a, 6b, 6c) sensiblement rectangulaires ou carrées. 15 20
7. Micro-contacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie médiane (4) comporte un seul isthme central (8c) délimitant sur chacun des bords de la lame des échancrures (6d, 6e). 25
8. Micro-contacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'épaisseur de la partie médiane (4) est inférieure à l'épaisseur b de la partie distale (5). 30
9. Micro-contacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la deuxième (2) lame est solidaire du substrat, à une section transversale constante et une longueur L' sensiblement égale à L_0 lorsque le champ magnétique appliqué est parallèle à l'axe longitudinal des lames (1, 2). 35
10. Micro-contacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la deuxième lame (2) est solidaire du substrat, à une section transversale constante et une longueur L' sensiblement égale à l lorsque le champ magnétique appliqué est perpendiculaire à l'axe longitudinal des lames (1, 2). 40
11. Micro-contacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacune des deux lames (1, 2) est solidaire du substrat par l'intermédiaire d'un pied (9, 11). 45
12. Micro-contacteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que les parties médianes de chaque lame sont conformées pour présenter une moindre résistance à la flexion. 50
13. Micro-contacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux lames (1, 2) ont des parties distales ayant la même épaisseur $b = b'$, lorsque le champ magnétique appliqué est parallèle à l'axe longitudinal des lames (1, 2). 55
14. Micro-contacteur selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'une augmentation de l'épaisseur b, b' des lames (1, 2) permet corrélativement de diminuer l'entrefer e sans modifier l'encombrement global dudit micro-contacteur.
15. Procédé de fabrication d'un micro-contacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :
- créer sur un substrat (10) deux pistes (12, 13) électriquement isolées;
 - conformer des couches successives (14, 15, 16) de photorésist épais permettant d'effectuer par étapes la croissance galvanique;
 - avant chaque étape de conformation d'une lame (1, 2) effectuer une métallisation intermédiaire (17) de toute la surface de la structure déjà obtenue; et
 - éliminer en une ou plusieurs fois le photorésist et les couches de métallisation intermédiaire au moyen d'un réactif d'attaque.



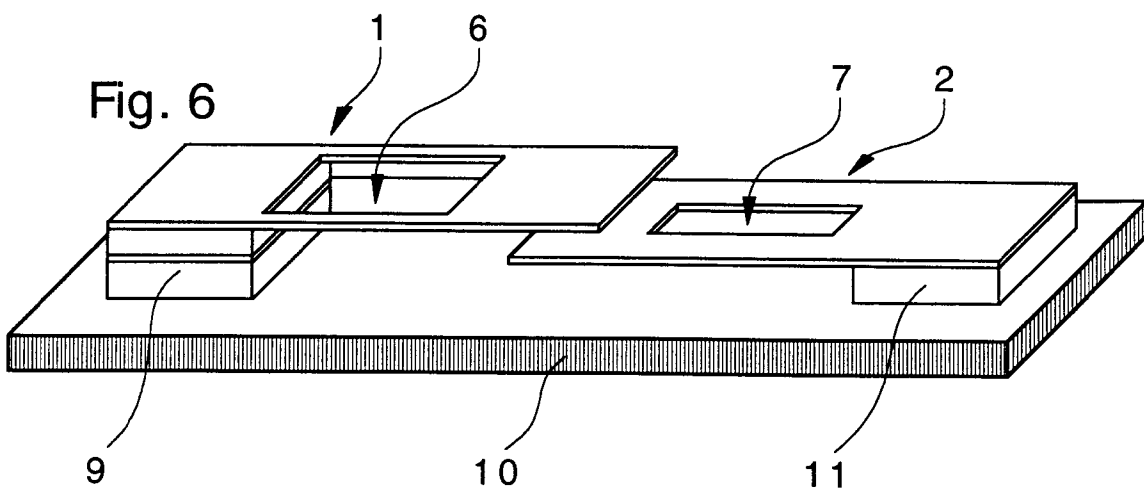
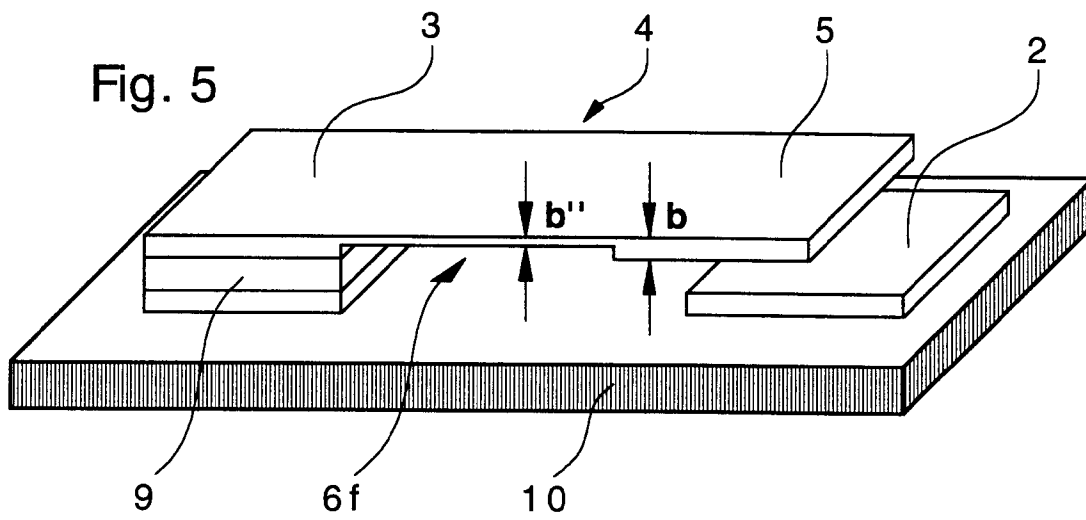
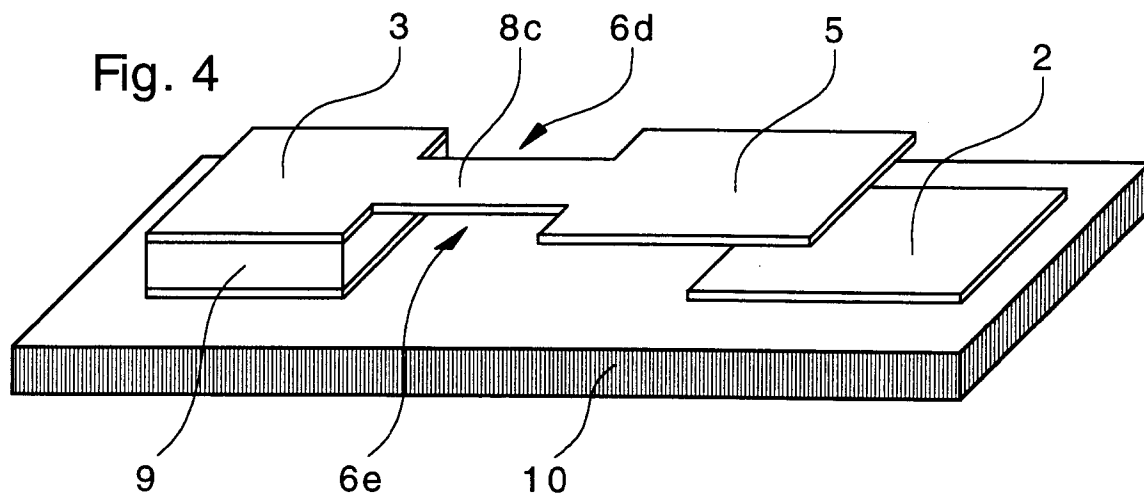


Fig. 7

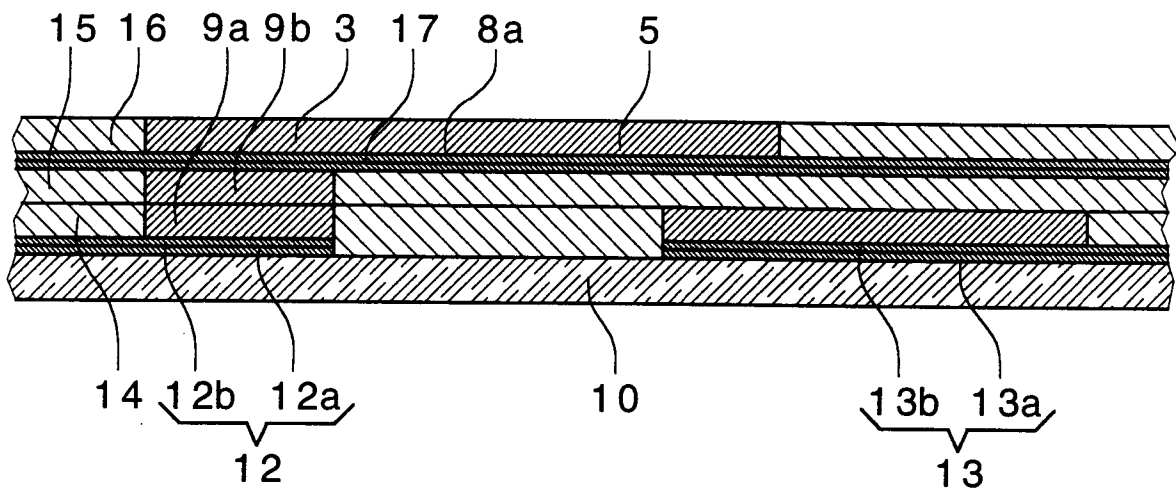
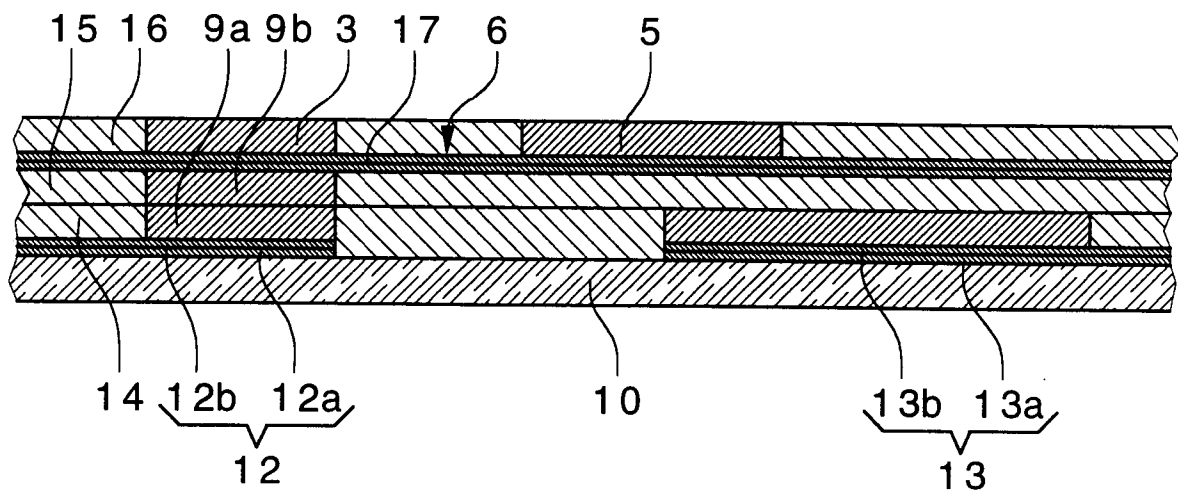


Fig. 8





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 97 10 6710

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	WO 89 09477 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 5 octobre 1989 * page 8, dernier alinéa - page 9, alinéa 1; figure 3 *	1	H01H1/00
A	US 4 570 139 A (KROLL JOHN W) 11 février 1986 * figures 3-5 *	1	
A	US 4 357 585 A (WIRTH GARY J) 2 novembre 1982 * colonne 2, ligne 15 - colonne 3, ligne 17; figure 2 *	1	
A	US 5 463 233 A (NORLING BRIAN L) 31 octobre 1995 * figure 1 *	1	
A	EP 0 688 033 A (ASULAB SA) 20 décembre 1995 * abrégé; figure 1 *	1	
A	EP 0 602 538 A (ASULAB SA) 22 juin 1994 * abrégé; figures *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) H01H
D	& US 5 430 421 A		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 24 septembre 1997	Examineur Janssens De Vroom, P
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)