

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 10.12.02.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.06.04 Bulletin 04/24.

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) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE Etablissement de caractère scientifique techni-
que et industriel — FR.

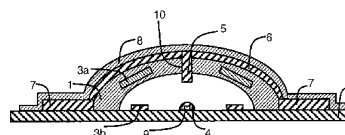
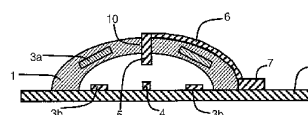
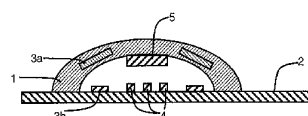
72 Inventeur(s) : CHARVET PIERRE LOUIS.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET HECKE.

54 COMMUTATEUR MICRO-MECANIQUE ET PROCEDE DE REALISATION.

57 Le commutateur micro-mécanique comporte un pont
(1) déformable, rattaché par ses extrémités à un substrat
(2), et des moyens d'actionnement (3) destinés à déformer
le pont (1) déformable de manière à établir un contact élec-
trique entre un premier élément conducteur (4) formé sur le
substrat (2), entre le pont (1) et le substrat (2), et un deuxi-
ème élément conducteur (5), solidaire d'une face inférieure
du pont. Le deuxième élément conducteur (5) est connecté
en permanence, par l'intermédiaire d'une ligne conductrice
(6) solidaire du pont (1), à un troisième élément conducteur
(7) disposé sur le substrat (2) à la périphérie du pont (1). Le
commutateur peut être réalisé par un procédé de couches
minces comportant le dépôt et l'enlèvement d'une couche
sacrificielle.



Commutateur micro-mécanique et procédé de réalisation

Domaine technique de l'invention

5

L'invention concerne un commutateur micro-mécanique, comportant un pont déformable, rattaché par ses extrémités à un substrat, et des moyens d'actionnement destinés à déformer le pont déformable de manière à établir un contact électrique entre un premier élément conducteur formé sur le substrat, entre le pont et le substrat, et un deuxième élément conducteur, solidaire d'une face inférieure du pont. Elle concerne également un procédé de réalisation d'un tel commutateur.

10

État de la technique

15

Les commutateurs micro-mécaniques présentent souvent des problèmes concernant les résistances de contact. Par exemple, la résistance de contact peut fluctuer dans le temps ou être trop élevée lorsque le contact n'est pas suffisamment intime.

20

Pour commuter un signal radiofréquence avec un interrupteur micro-mécanique, une réalisation connue comporte un pont déformable et des premiers éléments conducteurs, destinés à être connectés entre eux, disposés sur un substrat entre le substrat et le pont. Le pont comporte un deuxième élément conducteur à sa face inférieure. Le contact électrique entre les premiers éléments conducteurs est établi lorsque le pont est déformé par des moyens d'actionnement de manière à ce que le deuxième élément conducteur touche tous les premiers éléments conducteurs. Or, ceci constitue une structure hyperstatique (comparable à une table à quatre pieds où un pied est

25

surabondant), c'est-à-dire qu'un seul des contacts est intime et présente une faible résistance de contact tandis que les résistances de contact des autres contacts sont plus élevées. Pour assurer que les résistances de contacts des différents contacts électriques soient sensiblement égales, il faudrait une
5 précision très importante lors de la fabrication du commutateur, ce qui rendrait la fabrication difficile et coûteuse.

Objet de l'invention

10

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et, plus particulièrement, d'éviter des problèmes de structure hyperstatique.

15

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que le deuxième élément conducteur est connecté en permanence, par l'intermédiaire d'une ligne conductrice solidaire du pont, à un troisième élément conducteur disposé sur le substrat à la périphérie du pont. Un seul contact est ainsi établi par le commutateur entre un premier élément conducteur unique et le deuxième élément conducteur.

20

Selon un développement de l'invention, le premier élément conducteur est une ligne radiofréquence et le troisième élément conducteur est un plan de masse électrique disposé sur le substrat.

25

Selon un développement de l'invention, deux plans de masse sont disposés sur le substrat de part et d'autre du pont et connectés au deuxième élément conducteur, la ligne conductrice reliant le deuxième élément conducteur aux deux plans de masse.

Selon un développement de l'invention, le pont déformable comporte au moins une couche conductrice constituant la ligne conductrice.

5 Selon un autre développement de l'invention, le pont déformable comporte au moins une première couche isolante, sur laquelle est disposée la ligne conductrice, et qui est percée d'un orifice, dans lequel est disposé un matériau conducteur faisant saillie à la face inférieure du pont de manière à former le deuxième élément conducteur.

10 L'invention concerne également un procédé de réalisation d'un commutateur selon l'invention, dans lequel la fabrication du pont déformable est réalisée par :

- dépôt d'une couche sacrificielle au-dessus du premier élément conducteur,
- dépôt d'une première couche isolante sur la couche sacrificielle,
- gravure d'un orifice dans la première couche isolante et dans la couche
- 15 sacrificielle,
- dépôt d'une couche métallique de manière à remplir l'orifice et à former le deuxième élément conducteur et la ligne conductrice,
- enlèvement de la couche sacrificielle.

20

Description sommaire des dessins

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention

25 donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

La figure 1 représente un commutateur micro-mécanique selon l'art antérieur.

La figure 2 représente un commutateur micro-mécanique selon l'invention.

La figure 3 représente un mode de réalisation préférentiel d'un commutateur micro-mécanique selon l'invention.

La figure 4 représente une vue de dessus d'un mode de réalisation d'un commutateur selon l'invention.

5

Description de modes particuliers de réalisation.

10 Le commutateur micro-mécanique représenté à la figure 1 est composé d'un pont déformable 1, rattaché par ses extrémités à un substrat 2, et des moyens d'actionnement 3a et 3b destinés à déformer le pont déformable 1 de manière à établir un contact électrique entre des premiers éléments conducteurs 4 (trois sur la figure 1), formés sur le substrat 2 entre le pont 1 et le substrat 2, et un deuxième élément conducteur 5, solidaire d'une face inférieure du pont 1. Ce
15 commutateur selon l'art antérieur établit le contact électrique entre les premiers éléments conducteurs 4 lorsque les moyens d'actionnement 3 déforment le pont 1.

20 Dans le commutateur micro-mécanique représenté à la figure 2, le deuxième élément conducteur 5 est connecté en permanence, par l'intermédiaire d'une ligne conductrice 6 solidaire du pont 1, à un troisième élément conducteur 7 disposé sur le substrat 2 à la périphérie du pont 1. La déformation du pont 1 établit un contact électrique, par l'intermédiaire de la ligne conductrice 6 et du deuxième élément conducteur 5, entre le troisième élément conducteur 7 et un
25 premier élément conducteur 4 unique, disposé vis-à-vis du deuxième élément conducteur 5.

Dans le commutateur représenté à la figure 3, une ligne conductrice 6 relie le deuxième élément conducteur 5 à deux troisièmes éléments conducteurs 7,

disposés de part et d'autre du pont 1. Le pont 1 peut comporter une couche isolante 8 au-dessus de la ligne conductrice 6. Une couche isolante 9 est, de préférence, disposée entre le premier élément conducteur 4 et le substrat 2, la couche isolante 9 ayant des dimensions latérales inférieures aux dimensions latérales du premier élément conducteur 4, de manière à ce que le premier élément 4 conducteur soit convexe. Grâce à la forme convexe du premier élément conducteur 4, le contact entre le premier élément conducteur 4 et le deuxième élément conducteur 5 forme un contact localisé au centre de la bosse.

10

Un commutateur selon l'invention présente l'avantage d'avoir un seul contact, qui peut être rendu suffisamment intime par un actionnement approprié. Par conséquent, la résistance de contact est très faible.

15 A titre d'exemple, le commutateur micro-mécanique peut être un interrupteur radiofréquence normalement ouvert, les moyens d'actionnement 3 comportant un actionneur électrostatique. Dans ce cas, comme représenté à la figure 4, le premier élément conducteur 4 est une ligne radiofréquence. Lorsque le commutateur est ouvert, le signal radiofréquence peut passer par la ligne
20 radiofréquence constituant le premier élément conducteur 4, les pertes de contact étant ainsi évitées. Les moyens d'actionnement 3 sont, de préférence, constitués par des électrodes 3a et 3b d'un actionneur électrostatique. Les électrodes 3a, solidaires du pont 1, sont connectées à une source de tension. Les électrodes 3b, formées sur le substrat 2, entre le pont déformable 1 et le
25 substrat 2, de part et d'autre de la ligne radiofréquence constituant le premier élément conducteur 4, constituent deux plans de masse sensiblement parallèles à la ligne radiofréquence. Elles remplissent ainsi une double fonction. D'une part, les électrodes 3b permettent d'établir une force électrique attractive entre les électrodes 3a et les électrodes 3b permettant de déformer le pont 1

lorsqu'une tension est appliquée entre les électrodes 3a et 3b. D'autre part les électrodes 3b servent de guide d'onde pour le signal transmis par la ligne radiofréquence constituant le premier élément conducteur 4. Dans l'application considérée, les troisièmes éléments conducteurs 7 sont constitués par des plans de masse électrique disposés sur le substrat 2 de part et d'autre du pont déformable 1. Ainsi, l'actionnement du commutateur met en contact la ligne radiofréquence et les plans de masse électrique constituant les troisièmes éléments conducteurs 7. Le signal électrique est alors absorbé par la masse électrique. L'interrupteur radiofréquence décrit ci-dessus représente l'avantage de transmettre, dans l'état passant, le signal radiofréquence sans aucune perte de contact.

Le pont déformable 1 peut être formé par une superposition de couches minces. Ainsi, une couche conductrice, constituant la ligne conductrice 6 et reliant le deuxième élément 5 conducteur et le troisième élément 7 conducteur, peut être formée sur une première couche isolante. Dans une variante de réalisation, le deuxième élément conducteur 5 et la ligne conductrice 6 peuvent être constitués par une même couche conductrice. La première couche isolante est alors percée d'un orifice 10, dans lequel est disposé un matériau conducteur faisant saillie à la face inférieure du pont de manière à former le deuxième élément conducteur 5. Comme représenté à la figure 3, une deuxième couche isolante 8 peut être formée au-dessus de la ligne conductrice 6.

L'ensemble du composant radiofréquence peut être réalisé sur le substrat 2 par des techniques classiques de fabrication de circuits intégrés.

La surface du substrat 2, sur laquelle sont disposés les troisièmes et premier éléments conducteurs 4 et 7, doit être en matériau isolant pour éviter un court-circuit permanent des éléments conducteurs. Le matériau isolant est typiquement de l'oxyde de silicium. Dans un mode de réalisation préférentiel,

une couche isolante 9 est déposée sur le substrat 2 aux emplacements des électrodes 3b et à l'emplacement du premier élément conducteur 4, la couche isolante 9 ayant des dimensions latérales inférieures aux dimensions latérales des électrodes 3b et du premier élément conducteur 4 respectivement. Le matériau de la couche isolante 9 peut être par exemple du Si_3N_4 ou du SiO_2 . Le premier élément conducteur 4 et les électrodes 3b peuvent être déposés sur la couche isolante 9 par dépôt d'une couche métallique, préférentiellement en or. La couche sacrificielle peut ensuite être déposée au-dessus du premier élément conducteur 4 et des électrodes 3b. Le matériau de la couche sacrificielle est typiquement un matériau polymère, permettant d'être enlevé facilement après la fabrication du pont. Sur la couche sacrificielle, une couche de matériau isolant formant l'ossature du pont 1 est déposée. Le matériau isolant de cette couche peut par exemple être du Si_3N_4 ou du SiO_2 . Pour réaliser un actionneur électrostatique, les électrodes 3a peuvent être fabriquées par un dépôt métallique sur la couche isolante formant l'ossature du pont 1 et couverture des électrodes 3a par une couche isolante supplémentaire (non-représentée), destinée à isoler les électrodes 3a de la ligne conductrice 6. L'orifice 10 est percé par gravure dans la couche isolante formant l'ossature du pont 1, dans la couche isolante supplémentaire et dans la couche sacrificielle. Le deuxième élément conducteur 5 et la ligne conductrice 6 sont alors réalisés, de préférence simultanément, par dépôt d'une couche métallique de manière à remplir l'orifice 10 et à former une couche reliant le deuxième élément conducteur 5 et le troisième élément conducteur 7. De préférence, une deuxième couche isolante 8 (Si_3N_4 ou SiO_2) est déposée au-dessus des éléments conducteurs. La couche sacrificielle est ensuite enlevée.

Revendications

- 5 1. Commutateur micro-mécanique, comportant un pont (1) déformable, rattaché par ses extrémités à un substrat (2), et des moyens d'actionnement (3) destinés à déformer le pont (1) déformable de manière à établir un contact électrique entre un premier élément conducteur (4) formé sur le substrat (2), entre le pont (1) et le substrat (2), et un deuxième élément conducteur (5), solidaire d'une face inférieure du pont, commutateur caractérisé en ce que le deuxième
- 10 élément conducteur (5) est connecté en permanence, par l'intermédiaire d'une ligne conductrice (6) solidaire du pont (1), à un troisième élément conducteur (7) disposé sur le substrat (2) à la périphérie du pont (1).
- 15 2. Commutateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier élément conducteur (4) est une ligne radiofréquence et le troisième élément conducteur (7) est un plan de masse électrique disposé sur le substrat (2).
- 20 3. Commutateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que deux plans de masse sont disposés sur le substrat (2) de part et d'autre du pont (1) et connectés au deuxième élément conducteur (5), la ligne conductrice (6) reliant le deuxième élément conducteur (5) aux deux plans de masse.
- 25 4. Commutateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le pont (1) déformable comporte au moins une couche conductrice constituant la ligne conductrice (6).
- 5 5. Commutateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le pont (1) déformable comporte au moins une première couche isolante, sur laquelle est disposée la ligne conductrice (6), et qui est percée d'un

orifice (10), dans lequel est disposé un matériau conducteur faisant saillie à la face inférieure du pont (1) de manière à former le deuxième élément conducteur (5).

5 6. Commutateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que le deuxième élément conducteur (5) et la ligne conductrice (6) sont constitués par une même couche conductrice.

10 7. Commutateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le pont (1) déformable comporte au moins une deuxième couche isolante (8) au-dessus de la ligne conductrice (6).

15 8. Commutateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les moyens d'actionnement (3) comportent un actionneur électrostatique.

20 9. Commutateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'une troisième couche isolante (9) est disposée entre le premier élément conducteur (4) et le substrat (2), la troisième couche isolante ayant des dimensions latérales inférieures aux dimensions latérales du premier élément conducteur (4), de manière à ce que le premier élément conducteur (4) soit convexe.

25 10. Procédé de réalisation d'un commutateur micro-mécanique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comporte la fabrication du pont (1) déformable par :

- dépôt d'une couche sacrificielle au-dessus du premier élément conducteur (4),
- dépôt d'une première couche isolante sur la couche sacrificielle,

- gravure d'un orifice (10) dans la première couche isolante et dans la couche sacrificielle,
 - dépôt d'une couche métallique de manière à remplir l'orifice (10) et à former le deuxième élément conducteur (5) et la ligne conductrice (6),
- 5 - enlèvement de la couche sacrificielle.

1/2

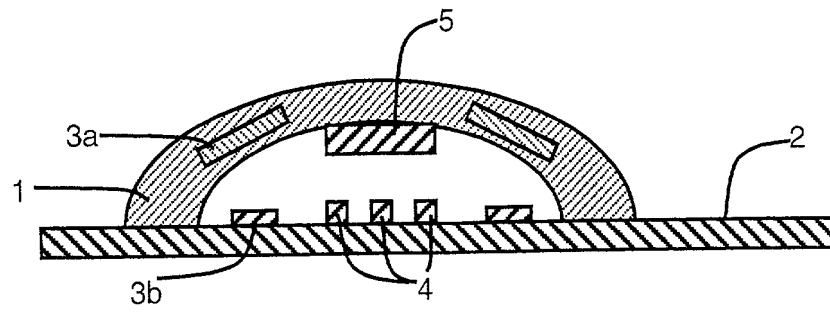


Figure 1

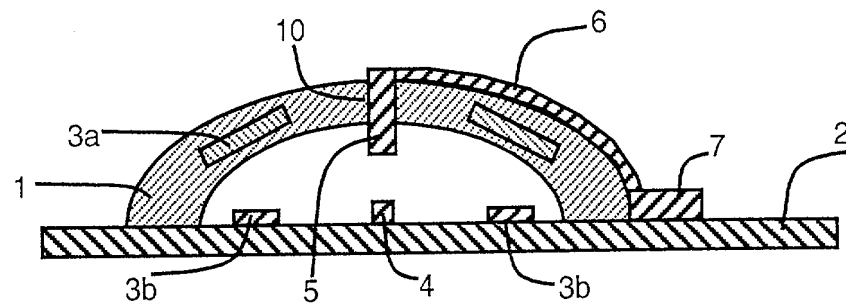


Figure 2

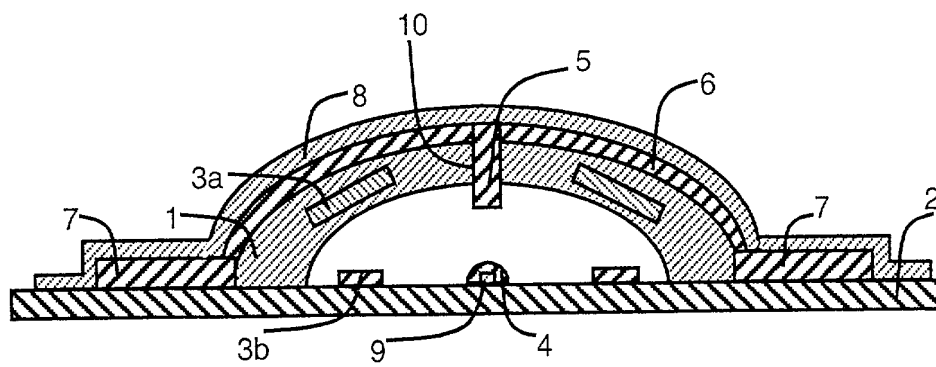


Figure 3

2/2

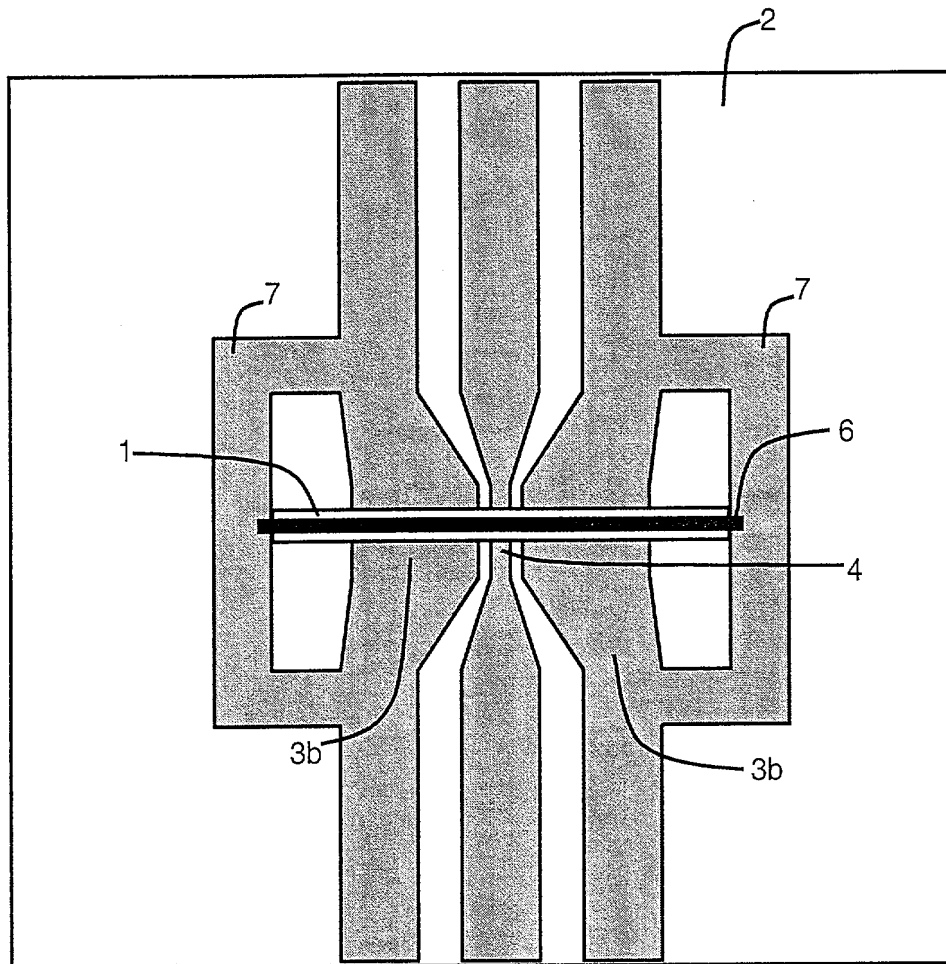


Figure 4



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 630931
FR 0215605

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	WO 02 01584 A (UNIV CALIFORNIA) 3 janvier 2002 (2002-01-03) * revendication 1 * -----	1-3	H01H1/20 H01H59/00
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			H01H
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 septembre 2003		Libberecht, L	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 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			

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82