

MICRO-CAPTEUR CAPACITIF À PROTECTION LATÉRALE
ET PROCÉDÉ DE FABRICATION

La présente invention concerne le domaine des micro-capteurs capacitifs en silicium. De tels micro-capteurs peuvent par exemple constituer des capteurs de pression, des capteurs d'accélération...

5 Ces dernières années, se sont développés de nouveaux types de micro-capteurs en silicium, tirant partie des techniques de gravure du silicium développées dans le cadre de la fabrication des composants électroniques à semiconducteurs. Au début, de tels micro-capteurs étaient constitués de l'assemblage
10 de plaquettes de silicium convenablement gravées et de lames minces de verre servant de boîtier étanche ou de plaques de séparation isolantes entre des plaquettes de silicium, ces lames de verre portant éventuellement divers motifs d'électrodes métalliques.

15 On tend actuellement à développer des micro-capteurs entièrement en silicium, sans plaque de verre jouant un rôle actif. Des exemples très schématiques de tels capteurs sont illustrés en figures 1 et 2.

Le capteur de la figure 1 est un capteur d'accélération et le capteur de la figure 2 un capteur de pression. Chacun de ces capteurs comprend une plaquette de silicium centrale 1 prise en sandwich entre des plaquettes de silicium externes 2 et 3. L'isolement entre les plaquettes est assuré par une première bande isolante, généralement une couche d'oxyde de silicium, 5 entre les plaquettes 1 et 2 et une deuxième bande isolante 6 entre les plaquettes 1 et 3. Ces bandes isolantes prennent la forme d'un cadre disposé entre des plaquettes adjacentes, le long des bords de celles-ci. Des couches d'oxyde peuvent être obtenues par croissance ou dépôt à partir de l'une des plaquettes adjacentes. Une fois les trois plaquettes appliquées les unes contre les autres, une soudure est réalisée par un recuit à une température de 900 à 1100°C. Pour cela, la pratique montre qu'il convient que les surfaces de silicium et d'oxyde de silicium en regard aient de très faibles rugosités, par exemple inférieures à 0,5 nm. Les plaquettes de silicium extrêmes 2 et 3 définissent entre elles et avec la partie de cadre de la plaquette de silicium 1 une région dans laquelle est contenue une atmosphère contrôlée, par exemple une atmosphère à très faible pression, appelée vide.

La description précédente s'applique communément aux micro-capteurs des figures 1 et 2.

Dans le cas de la figure 1, qui représente schématiquement une vue en coupe d'un accéléromètre, la plaquette de silicium centrale 1 est gravée avant assemblage pour comprendre un cadre et une plaque centrale ou masselotte 8 fixée au cadre par des barres minces de suspension 9. Une seule barre apparaît dans la vue en coupe schématique de la figure 1. De façon classique, on utilisera des systèmes de suspension à deux ou quatre barres. Les plaquettes externes 1 et 3 délimitent avec le cadre formé à la périphérie de la plaquette centrale un espace vide. On détecte les variations de capacité entre la face supérieure de la masselotte et la plaquette de silicium 3 et éventuellement également entre la face inférieure de la masselotte et la pla-

quette inférieure 2. Quand le dispositif est soumis à une accélération, la masselotte 8 se déplace par rapport à l'ensemble du dispositif et les capacités susmentionnées varient. Il est également généralement prévu un asservissement électrostatique pour maintenir en place la masselotte par application d'un champ électrique continu et c'est alors le signal d'erreur qui donne une indication de la variation de capacité.

La figure 2 représente très schématiquement une structure constituant un capteur de pression. La plaquette inférieure 2 est gravée pour y former une membrane mince 11. La plaquette 1 est gravée pour former un plot 12 appuyé sur cette membrane. Une lamelle de silicium 13 s'étend entre ce plot et le cadre de la plaquette 1. A nouveau, l'espace délimité par la plaquette supérieure, la plaquette inférieure et le cadre de la plaquette centrale définit un espace vide. Des variations de pression externe déforment la membrane 11 et entraînent une déformation de la tension de la lamelle 13. Cette variation de tension entraîne une variation de la fréquence de résonance du résonateur capacitif constitué par la lamelle 13 et la surface en regard de la plaquette 3. De préférence, la face interne de la plaquette 3 est gravée pour former une bande en saillie en face de la lamelle 13.

Dans le cas de la figure 1, des électrodes 21, 22 et 23 doivent être respectivement solidaires des plaquettes 1, 2 et 3. Dans le cas de la figure 2, seules les électrodes 21 et 23 seront nécessaires.

Ces structures de l'art antérieur, qu'elles utilisent directement une mesure de capacité ou une mesure de fréquence de résonance présentent l'inconvénient que ces mesures sont fortement affectées par la présence de capacités parasites élevées. Ces capacités parasites correspondent essentiellement aux capacités entre le cadre formé dans la plaquette 1 et les parties en regard de la plaquette supérieure et/ou inférieure, capacités dont le diélectrique est constitué par les couches d'isolant (oxyde de silicium) 5 et 6.

Non seulement ces capacités parasites ont une valeur élevée mais en plus cette valeur est variable. Cette variation pouvant notamment résulter d'un dépôt de matière polluante ou d'humidité sur les faces latérales du dispositif dans les zones d'affleurement des couches isolantes 5 et 6. En outre, en pratique, la fabrication d'un micro-capteur tel que celui de la figure 1 ou 2 résulte d'un procédé collectif, chaque plaquette faisant initialement partie d'une tranche de silicium de plus grande dimension, la séparation en capteurs individuels se faisant après les opérations finales d'assemblage et éventuellement de formation de contact. Généralement, cette séparation est effectuée par sciage et, lors du sciage, des particules de silicium peuvent être entraînées vers les zones d'affleurement susmentionnées ce qui augmente la valeur des capacités parasites et peut même au pire court-circuiter deux plaquettes de silicium.

Un objet de la présente invention est de prévoir une structure de micro-capteur permettant d'éviter l'apparition de tels court-circuits totaux ou partiels susceptibles d'affecter les capacités associées aux faces latérales des micro-capteurs.

Un autre objet de la présente invention est de prévoir une structure de micro-capteur permettant d'éviter l'apparition de variation de capacités parasites en fonction de l'environnement dans lequel est placé le micro-capteur.

Pour atteindre ces objets, la présente invention prévoit un micro-capteur capacitif comprenant un sandwich de trois plaquettes de silicium, une bande périphérique de chaque face de la plaquette centrale étant accolée à une bande correspondante de la face en regard d'une plaquette externe par l'intermédiaire d'une bande isolante, dans lequel les faces latérales du sandwich sont encochées au niveau de l'affleurement de chacune des bandes isolantes.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, les encoches sont remplies d'un produit de protection.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, les faces latérales du dispositif sont entièrement revêtues d'un produit de protection.

La présente invention prévoit aussi un procédé de fabrication d'un micro-capteur capacitif qui consiste à assembler trois plaquettes de silicium séparées entre elles, au moins au niveau de leur pourtour, par une bande isolante, chacune de ces plaquettes faisant initialement partie d'une tranche de silicium, des dispositifs individuels étant formés par découpe de l'assemblage de tranches, dans lequel, avant assemblage, une rainure est formée sur l'une au moins des faces de chacune de deux plaquettes en regard dans la région de découpe, cette rainure étant plus large que la zone de découpe.

Selon un mode de réalisation de ce procédé, on prévoit les étapes consistant à former d'abord une découpe partielle de l'ensemble des trois tranches, jusqu'à découper les deux premières tranches en laissant en place au moins une partie de l'épaisseur de la troisième tranche, à remplir le sillon ainsi formé d'un produit de protection, puis à effectuer une nouvelle découpe pour séparer complètement l'assemblage en dispositifs individuels. La deuxième découpe est effectuée avec une scie moins large que celle ayant servi à la première découpe.

Ces objets, caractéristiques et avantages ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

les figures 1 et 2 décrites précédemment sont des vues en coupe schématique d'un micro-capteur d'accélération et d'un micro-capteur de pression selon l'art antérieur ;

la figure 3 est une vue en coupe d'une partie de la zone de séparation entre deux micro-capteurs avant découpe ; et

la figure 4A est une vue en coupe d'une partie de la zone de séparation entre deux micro-capteurs lors d'une phase intermédiaire de découpe ; et

la figure 4B est une vue en coupe d'un bord d'un micro-capteur après une découpe selon la présente invention.

Dans les diverses figures, les épaisseurs relatives des diverses couches et les dimensions latérales des divers éléments ne sont pas à l'échelle mais ont été tracées arbitrairement pour faciliter la lisibilité des figures et en simplifier le dessin.

La figure 3 est une vue en coupe représentant une partie d'un assemblage de trois plaques ou tranches de silicium 1, 2 et 3 dans une zone où devra être effectuée une découpe de séparation entre deux dispositifs élémentaires. La région de découpe est marquée par deux traits en pointillés 30 dont l'écart symbolise la largeur d'un trait de scie (par exemple 0,2 à 0,3 mm). Pour fixer des ordres de grandeur, on rappellera que chacune des tranches de silicium 1, 2, 3 a classiquement une épaisseur de l'ordre de 0,3 à 0,4 mm et les couches d'oxyde isolantes 5 et 6 entre les plaquettes une épaisseur de l'ordre du micromètre.

La présente invention prévoit de former dans les plaques, avant assemblage de celles-ci, des rainures 31 et 32 dans les zones où doivent passer les traits de scie. Chacune de ces rainures est plus large que la largeur de découpe, par exemple de l'ordre de 0,4 à 0,5 mm et a une profondeur supérieure à l'épaisseur de la couche d'oxyde, par exemple de l'ordre de 10 à 50 micromètres. Ainsi, la scie, dans son passage, ne vient plus toucher le bord apparent des couches d'oxyde 5 et 6 et il n'y a donc plus de risque d'y "coller" des particules de silicium.

Dans l'exemple représenté, la rainure 31 est formée dans la tranche de silicium 3 et la rainure 32 dans la tranche de silicium 2. On notera que l'une et/ou l'autre de ces rainures pourraient aussi bien être formées dans la tranche centrale 1.

La structure illustrée en figure 3 permet d'éviter les dépôts de particules de silicium sur les bords des couches d'oxyde mais n'évite pas les phénomènes de variation de capacité

liés par exemple à des dépôts d'humidité sur les parois latérales des dispositifs.

Pour résoudre également ce problème, la présente invention prévoit d'effectuer un sciage partiel, tel qu'illustré en figure 4A, en traversant par exemple les tranches de silicium 3 et 1 jusqu'à arriver à hauteur de la rainure 32. Une fois cette première découpe effectuée, le sillon formé est rempli d'un produit de protection minéral ou organique 33 qui vient protéger les bords apparents des couches d'oxyde 5 et 6. Un deuxième sciage complet est ensuite effectué à travers l'ensemble du dispositif, en redécoupant le produit de protection 33.

De préférence, la première découpe est effectuée avec une scie relativement large, par exemple d'une largeur de lame de 0,3 mm et la deuxième découpe avec une scie de largeur plus faible, par exemple 0,2 mm, de sorte qu'il reste en place sur les faces latérales de chacun des dispositifs une certaine épaisseur de produit de protection en plus du produit de protection ayant pénétré dans les encoches ménagées au niveau des interfaces latérales entre les plaquettes. On obtient alors une structure telle que celle représentée en figure 4B qui permet de résoudre les problèmes exposés en objet.

Bien que la présente invention ait été décrite en relation avec une structure particulière de micro-capteur comprenant un sandwich de trois tranches de silicium séparées latéralement par une couche d'oxyde, la présente invention s'applique à d'autres types de micro-capteur dans lesquels la couche isolante serait autre qu'une couche d'oxyde, par exemple un sandwich d'une couche isolante, d'une couche conductrice et d'une couche isolante.

REVENDICATIONS

1. Micro-capteur capacitif comprenant un sandwich de trois plaquettes de silicium (1, 2, 3), une bande périphérique de chaque face de la plaquette centrale étant accolée à une bande correspondante de la face en regard d'une plaquette externe
5 par l'intermédiaire d'une bande isolante (5, 6), caractérisé en ce que les faces latérales dudit sandwich sont encochées au niveau de l'affleurement de chacune desdites bandes isolantes.

2. Micro-capteur capacitif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites encoches sont remplies d'un
10 produit de protection (33).

3. Micro-capteur capacitif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les faces latérales du dispositif sont entièrement revêtues d'un produit de protection (33).

4. Procédé de fabrication d'un micro-capteur capacitif
15 selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à assembler trois plaquettes de silicium séparées entre elles, au moins au niveau de leur pourtour, par une bande isolante, chacune de ces plaquettes faisant initialement partie d'une tranche de silicium, des dispositifs individuels étant formés par découpe de l'assemblage de tranches, caractérisé en ce que, avant
20 ledit assemblage, une rainure (31, 32) est formée sur l'une au moins des faces de chacune de deux plaquettes en regard dans la région de découpe, ladite rainure étant plus large que la zone de découpe.

25 5. Procédé de fabrication selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il consiste à former d'abord une découpe partielle de l'ensemble des trois tranches, jusqu'à découper les deux premières tranches en laissant en place au moins une partie de l'épaisseur de la troisième tranche, à remplir le sillon
30 ainsi formé d'un produit de protection (33), puis à effectuer une nouvelle découpe pour séparer complètement l'assemblage en dispositifs individuels.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la deuxième découpe est effectuée avec une scie moins large
35 que celle ayant servi à la première découpe.

1/2

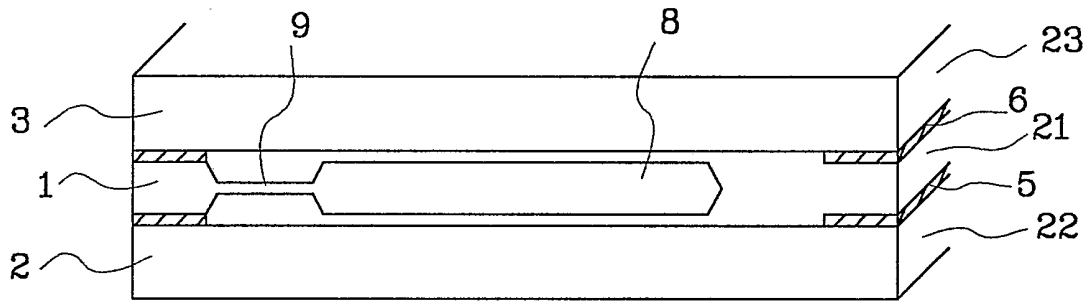


Fig 1

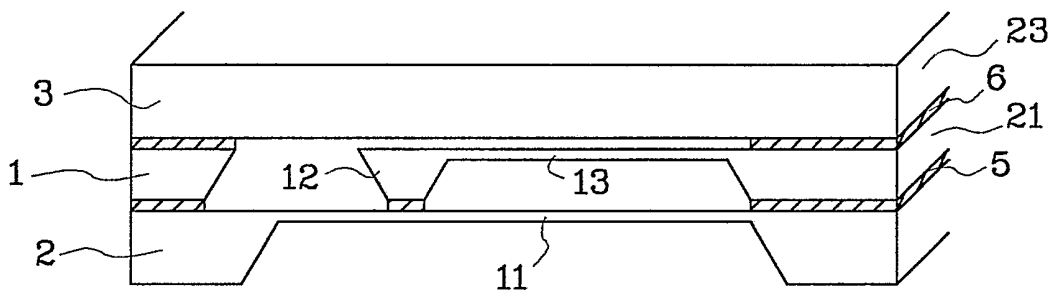


Fig 2

2/2

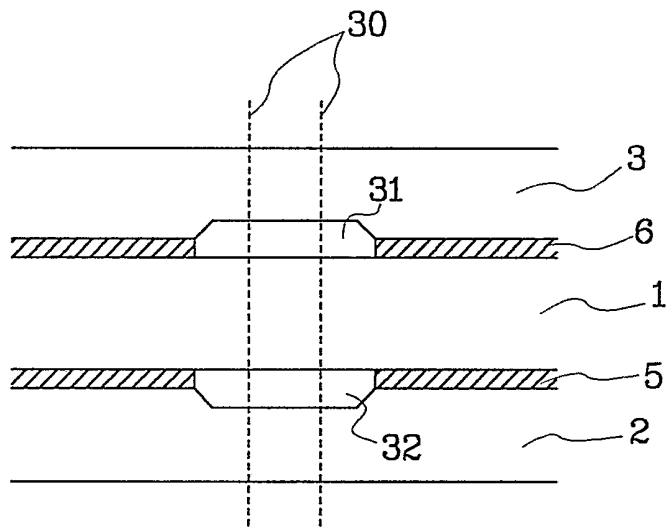


Fig 3

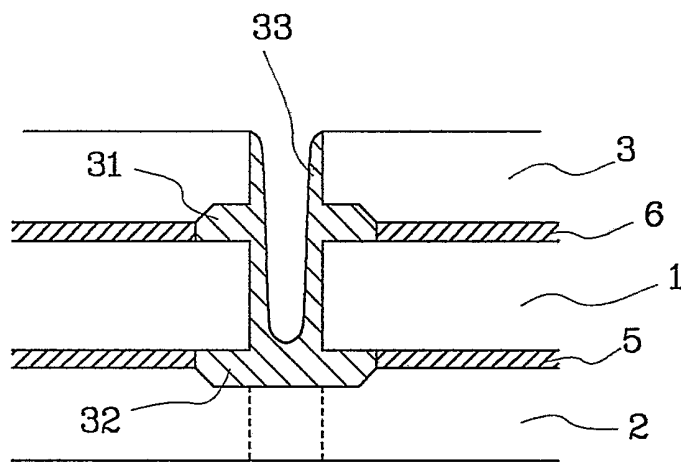


Fig 4A

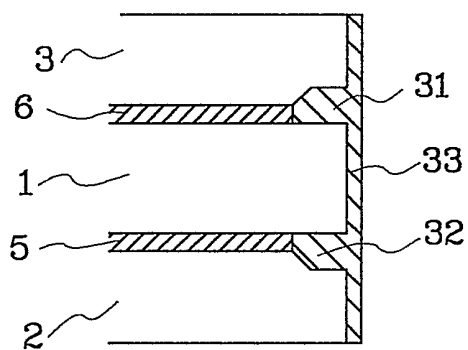


Fig 4B

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

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

FR 9202192
FA 469875

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	EP-A-0 369 352 (HITACHI LTD) * colonne 6, ligne 7 - ligne 34; figure 1 *	1-3
Y	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 47 (E-299)(1770) 27 Février 1985 & JP-A-59 186 345 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 23 Octobre 1984 * abrégé *	1-3
A	--- FR-A-2 626 073 (SOCIÉTÉ DITE: VAISALA OY.) * revendications 4,7 * -----	4,6
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		GO1D GO1P GO1L HO1L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
28 OCTOBRE 1992		LUT K.
<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 : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>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</p>		

2

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)