(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 836 552**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **03 02504**

(51) Int Cl[7] : **G 01 P 15/09**

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 28.02.03.

(30) **Priorité :** 28.02.02 JP 02052680.

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 29.08.03 Bulletin 03/35.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *MURATA MANUFACTURING CO LTD* — JP.

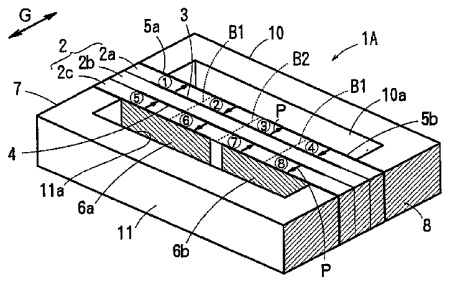
(72) **Inventeur(s) :** TABOTA JUN.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** CABINET BEAU DE LOMENIE.

(54) CAPTEUR D'ACCELERATION.

(57) L'invention concerne un capteur d'accélération comprenant un élément piézo-électrique (1A) et un élément de support (10, 11), où l'élément piézo-électrique comprend trois couches piézo-électriques stratifiées (2a, 2b, 2c), la couche Intermédiaire étant une couche fictive ne produisant jamais de charge, les deux couches piézo-électriques externes (2a, 2c) comprenant chacune quatre régions alignées longitudinalement qui sont séparées par deux frontières (B1) et une frontière centrale (B2) où la contrainte s'inverse lorsqu'on applique l'accélération, les deux couches piézo-électriques externes sont polarisées de façon que des cellules mutuellement adjacentes dans la direction longitudinale voient leur polarisation changer de sens et que les cellules se correspondant dans la direction de l'épaisseur sont polarisées dans le même sens, des électrodes (5a, 5b, 5c, 5d) sont disposées sur les surfaces majeures supérieure et inférieure de l'élément et entre les couches piézoélectriques, deux cellules situées d'un côté de la frontière centrale étant connectées en parallèle, de même que les deux autres cellules situées de l'autre côté, les deux ensembles de cellules connectées en parallèle étant connectés en série l'un à l'autre, au moins une des électrodes est conduite jusqu'à des faces terminales différentes dans la direction longitudinale de l'élément piézo-électrique.



FR 2 836 552 - A1

La présente invention concerne un capteur d'accélération qui utilise un élément piézo-électrique.

Sur la figure 11A, est représenté un capteur d'accélération de type connu qui emploie une céramique piézo-électrique. Le capteur d'accélération comporte un élément piézo-électrique 20 à structure bimorphe qui est soutenu à l'une de ses extrémités. On fabrique l'élément piézo-électrique 20 en collant ensemble deux couches 21 et 22 de céramique piézo-électrique et en connectant en série les deux couches de céramique piézo-électrique 21 et 22. Sont également incorporées des électrodes 23 et 24 de surfaces majeures, une électrode 25 d'intercouche, un élément de support 26 et des fils conducteurs 27 et 28 d'électrodes. La figure 11B est un schéma de circuit du capteur d'accélération. Les sens de polarisation P des couches 21 et 22 sont positionnées de manière à être opposées dans la direction de l'épaisseur, de sorte que les tensions produites en réponse à l'application d'une accélération G sont additionnées.

Lorsque le capteur d'accélération est soumis à un changement de température, des tensions sont produites dans chacune des couches 21 et 22 en raison de l'effet pyroélectrique. Les tensions produites dans les couches 21 et 22 en réponse à une chute de température sont indiquées sur la figure 11A. Puisque les sens des tensions des deux couches 21 et 22 sont opposés, les tensions se maintiennent sans être annulées. Les tensions restent inchangées, même si les électrodes des deux extrémités du capteur sont mises en court-circuit l'une avec l'autre. Les polarités des tensions s'inversent par rapport à celles existant pendant la polarisation. Les tensions dépolarisent les couches. En particulier, un capteur d'accélération du type à montage en surface, qui fait l'objet d'un montage par refusion, est soumis à une rapide chute de température. Il se crée une grande tension pyroélectrique, qui dépolarise les couches et conduit à une chute de sensibilité du capteur.

La figure 12A représente un élément piézo-électrique 30 à structure bimorphe qui comporte deux couches 31 et 32 de céramique piézo-électrique connectées en parallèle. La figure 12B est un schéma de circuit de l'élément piézo-électrique 30. Les deux couches sont polarisées dans le même sens de polarisation P, de sorte que les polarités des tensions deviennent identiques sous l'effet de l'application de l'accélération

G. Des électrodes 33 et 34 se trouvant sur les surfaces supérieure et inférieure sont connectées ensemble à une électrode détectrice 35, et une électrode d'intercouche 36 est connectée à une autre électrode détectrice 37.

Une tension est produite dans chacune des couches 31 et 32 en réponse à une variation de température du fait de l'effet pyroélectrique. Les distributions des tensions sont dirigées de façon que les tensions créées s'annulent l'une l'autre dans une connexion en parallèle. Les tensions pyroélectriques s'annulent donc l'une l'autre dans le capteur. De ce fait, aucune tension n'est produit dans chacune des couches 31 et 32. Le capteur comportant les deux couches 31 et 32 connectées en parallèle possède une sensibilité de tension qui est inférieure à celle du capteur du type connecté en série représenté sur la figure 11A. Si on réduit la résistance d'isolation en un point quelconque à l'intérieur de la couche, l'élément piézo-électrique tout entier souffre d'une chute de sensibilité. On sait qu'en augmentant l'épaisseur de la couche, au augmente la sensibilité. S'il existe une possibilité que la résistance d'isolation soit réduite, on ne peut pas amincir chaque couche. Il est donc difficile d'augmenter la sensibilité.

La connexion en série des couches offre l'avantage d'une sensibilité élevée vis-à-vis de la tension, en même temps que l'inconvénient d'une chute de polarisation due à la tension pyroélectrique. La connexion en parallèle des couches offre l'avantage d'empêcher la chute de polarisation de réponse à la tension pyroélectrique, mais souffre d'une sensibilité inférieure vis-à-vis de la tension. De plus, il devient difficile d'augmenter la sensibilité, parce que les couches ne peuvent pas être amincies en raison de la possibilité d'une résistance d'isolation abaissée.

Par conséquent, c'est un but de l'invention de produire un capteur d'accélération qui surmonte les inconvénients de la connexion en série et de la connexion en parallèle, qui présente une sensibilité de tension élevée et qui n'est pas affecté par la dépolarisation due à une tension pyroélectrique.

Selon un premier aspect de l'invention, le capteur d'accélération comporte un élément piézo-électrique et un élément de support servant à soutenir l'élément piézo-électrique au niveau de ses deux extrémités

longitudinales. L'élément piézo-électrique comporte un stratifié fait de trois couches piézo-électriques. La couche piézo-électrique intermédiaire des trois couches piézo-électriques est une couche fictive qui ne produit aucune charge lorsqu'une accélération est appliquée. Chacune des deux couches piézo-électriques externe comporte quatre régions longitudinalement alignées qui sont séparées au niveau de deux frontières et d'une frontière centrale où la contrainte s'inverse lorsqu'on applique l'accélération. Les deux couches piézo-électriques externes sont polarisées dans la direction de l'épaisseur de l'élément piézo-électrique de sorte que des cellules adjacentes entre elles suivant la direction longitudinale présentent une inversion du sens de polarisation et de sorte que des cellules se correspondant l'une à l'autre suivant la direction de l'épaisseur sont polarisées suivant un même sens de polarisation. Les électrodes sont disposées sur les surfaces majeures supérieure et inférieure de l'élément piézo-électrique et entre les couches piézo-électriques, de sorte que deux cellules se trouvant d'un côté de la frontière centrale sont connectées en parallèle et que les deux autres, se trouvant de l'autre côté de la frontière centrale, sont connectées en parallèle dans chacune des deux couches piézo-électriques externes, et de sorte que les deux cellules connectées en parallèle situées du premier côté sont connectées en série avec les deux autres cellules connectées en parallèle situées de l'autre côté. Au moins l'une des électrodes se trouvant sur les surfaces majeures supérieure et inférieure et entre les couches est conduite jusqu'à des faces terminales différentes dans la direction longitudinale de l'élément piézo-électrique.

Une tension est produite dans chaque couche piézo-électrique en réponse à une variation de température appliquée au capteur d'accélération. On va maintenant considérer les deux cellules placées d'un même côté de la frontière centrale au niveau du centre de la longueur longitudinale de l'élément. Puisque les sens de polarisation des deux cellules sont opposés, la polarité de la tension pyroélectrique est opposée par rapport au sens de polarisation. La tension pyroélectrique agit dans un sens propre à dépolariser la cellule. Puisque les deux cellules sont connectées en parallèle, les charges créées par pyroélectricité s'annulent immédiatement l'une l'autre dans la région des deux cellules. De ce fait, il ne se produit aucune dépolarisation et aucune chute de sensibilité n'est provoquée.

Puisque les deux cellules se trouvant du premier côté de la frontière centrale et les deux cellules se trouvant de l'autre côté de la frontière centrale sont connectées en série, la sensibilité vis-à-vis de la tension est plus élevée que celle du capteur du type à connexion en parallèle.

Même si la résistance d'isolation diminue entre les électrodes des deux cellules se trouvant du premier côté de la frontière centrale, les deux cellules de la même couche piézo-électrique se trouvant de l'autre côté de la frontière centrale ne sont pas affectées. Puisque la couche piézo-électrique est isolée de l'autre couche piézo-électrique par la couche fictive, l'autre couche piézo-électrique n'est pas non plus affectée par la résistance d'isolation réduite des deux cellules. On soulage donc l'effet relatif à la réduction de la résistance d'isolation sur les caractéristiques du capteur considéré dans son ensemble. Ceci signifie qu'on obtient un capteur résistant à l'humidité. Pour un même niveau d'humidité, on obtient une couche piézo-électrique plus mince qui fonctionne et il est produit un capteur plus sensible.

Puisqu'une cellule détectrice est formée au voisinage de la surface externe de l'élément où la variation de la contrainte est plus grande que dans le plan neutre, la sensibilité du capteur devient élevée. La cellule détectrice est amincie, tandis qu'est maintenue l'épaisseur du capteur assurant sa robustesse. Un capteur à sensibilité élevée est ainsi produit.

Selon un deuxième aspect de l'invention, le capteur d'accélération comporte un élément piézo-électrique et un élément de support servant à soutenir l'élément piézo-électrique au niveau de ses deux extrémités longitudinales. L'élément piézo-électrique comporte un stratifié formé de deux couches piézo-électriques. Chacune des couches piézo-électriques externes comporte quatre régions longitudinalement alignées qui sont séparées au niveau de deux frontières et d'une frontière centrale où la contrainte s'inverse suivant la direction longitudinale de l'élément piézo-électrique lorsqu'on applique l'accélération. Les deux couches piézo-électriques externes sont polarisées dans la direction de l'épaisseur de l'élément piézo-électrique de sorte que des cellules adjacentes entre elles suivant la direction longitudinale voient leur sens de polarisation s'inverser et de sorte que des cellules se correspondant l'une

à l'autre suivant la direction de l'épaisseur sont polarisées dans un même sens de polarisation. Les électrodes sont disposées sur les surfaces majeures supérieure et inférieure de l'élément piézo-électrique de sorte que deux cellules se trouvant d'un côté de la frontière centrale sont connectées en parallèle et que les deux autres cellules se trouvant de l'autre côté de la frontière centrale sont connectées en parallèle dans chacune des deux couches piézo-électriques externes, et de sorte que les deux cellules connectées en parallèle se trouvant du premier côté sont connectées en série avec les deux autres cellules connectées en parallèle se trouvant de l'autre côté. Au moins l'une des électrodes se trouvant sur les surfaces majeures supérieure et inférieure et entre les couches est conduite jusqu'à des faces terminales différentes dans la direction longitudinale de l'élément piézo-électrique.

Comme avec le capteur d'accélération selon le premier aspect de l'invention, même si une tension pyroélectrique est produite en réponse à une variation de température du capteur d'accélération selon le deuxième aspect de l'invention, les charges créées en réponse à l'effet pyroélectrique s'annulent immédiatement l'une l'autre à l'intérieur de la région des deux cellules parce que les deux cellules se trouvant du même côté de la frontière centrale sont connectées en parallèle. Le capteur n'est donc pas affecté par la perte de sensibilité due à la dépolarisation.

Puisque les deux cellules se trouvant d'un côté de la frontière centrale et les deux cellules se trouvant de l'autre côté de la frontière centrale sont connectées en série, la sensibilité vis-à-vis de la tension est plus élevée que celle du capteur du type à connexion en parallèle.

Même si la résistance d'isolation diminue entre les électrodes des deux cellules se trouvant d'un côté de la frontière centrale, les deux cellules de la même couche piézo-électrique se trouvant de l'autre côté de la frontière centrale ne sont pas affectées.

Puisque le nombre de couches piézo-électriques et le nombre d'électrodes sont diminués, les coûts de fabrication sont réduits.

La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages ; elle s'appuie sur les dessins annexés, parmi lesquels :

la figure 1 est une vue en perspective du capteur d'accélération selon un premier mode de réalisation ;

la figure 2 est une vue de face du capteur d'accélération de la figure 1 ;

la figure 3 est un schéma de circuit du capteur d'accélération de la figure 1 ;

La figure 4 illustre le fonctionnement du capteur d'accélération de la figure 1 lorsqu'une accélération G lui est appliquée ;

la figure 5 illustre des tensions pyroélectriques produites dans le capteur d'accélération de la figure 1 à l'occasion d'une chute de température ;

la figure 6 est une vue de face du capteur d'accélération selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 7 est une vue en perspective du capteur d'accélération selon un troisième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 8 est un schéma de circuit du capteur d'accélération de la figure 7 ;

la figure 9 illustre le fonctionnement du capteur d'accélération de la figure 7 lorsque l'accélération G lui est appliquée ;

la figure 10 est une vue de face du capteur d'accélération selon un quatrième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 11A est une vue latérale d'un capteur d'accélération classique, et la figure 11B est un schéma de circuit de ce capteur d'accélération classique ; et

la figure 12A est une vue latérale d'un autre capteur d'accélération classique, et la figure 12B est un schéma de circuit de ce capteur d'accélération classique.

Sur les figures 1 à 5, est représenté le capteur d'accélération 1A selon le premier mode de réalisation de l'invention.

Le capteur d'accélération 1A comporte un élément piézo-électrique (élément détecteur) 2 qui est soutenu au niveau de ses deux extrémités par deux bâtis de support en forme de U 10 et 11. Les bâtis de support 10 et 11 sont fabriqués en une céramique électriquement isolante dont le coefficient de dilatation thermique est presque égal à celui de l'élément piézo-électrique 2. Les bâtis de support 10 et 11 présentent des

espaces 10a et 11a à l'intérieur desquels l'élément piézo-électrique 2 se déforme lorsqu'une accélération G lui est appliquée.

L'élément piézo-électrique 2 du premier mode de réalisation est fabriqué par stratification de trois couches piézo-électriques rectangulaires minces 2a, 2b et 2c et par cuisson du stratifié. Les trois couches peuvent ou non avoir une épaisseur égale. Les couches externes 2a et 2c peuvent être plus minces que la couche intermédiaire 2b. Des électrodes 3 et 4 sont disposées entre les couches de l'élément piézo-électrique 2, et des électrodes 5a et 5b, ainsi que des électrodes 6a et 6b sont disposées respectivement sur les surfaces majeures supérieure et inférieure de l'élément piézo-électrique 2. La couche intermédiaire 2b est une couche fictive qui ne produit aucune charge lorsqu'une accélération G lui est appliquée. Chacune des deux couches piézo-électriques externes 2a et 2c comportent quatre régions longitudinalement alignées qui sont séparées au niveau de deux frontières B1 et d'une frontière centrale B2 où la contrainte s'inverse en réponse à l'application de l'accélération G. Huit cellules (1) à (8) sont respectivement formées dans les huit régions. Les huit cellules (1) à (8) sont polarisées de façon que les cellules adjacentes suivant la direction longitudinale aient des sens de polarisation inversés, tandis que les cellules se correspondant suivant la direction de l'épaisseur sont polarisées dans le même sens. En d'autres termes, les sens de polarisation des cellules (1), (3), (5) et (7) sont mutuellement opposés au sens de polarisation des cellules (2), (4), (6) et (8). Sur les figures 1 et 2, les sens de polarisation P sont représentés par des flèches en gras.

De préférence, la couche intermédiaire 2b n'est pas polarisée. La couche intermédiaire 2b possède un plan neutre de déviation au centre de l'épaisseur. Les contraintes situées au-dessus et au-dessous du plan neutre sont inversées, si bien qu'il y a annulation des tensions produites.

Chacune des électrodes 3 et 4 de l'intercouche se prolonge de façon continue au-dessus de quatre cellules à l'exception des parties terminales longitudinales de l'élément piézo-électrique 2. Les électrodes 5a et 5b se trouvant sur la surface majeure supérieure sont séparées suivant la frontière centrale B2 et les électrodes 6a et 6b se trouvant sur la surface majeure inférieure sont séparées suivant la frontière centrale B2. Les électrodes des surfaces majeures, 5a et 5b, ainsi que 6a et 6b, sont

conduites jusqu'à des faces terminales longitudinales différentes de l'élément piézo-électrique 2 afin de délivrer les charges produites.

Des électrodes externes 7 et 8 sont formées sur les faces terminales longitudinales de l'élément piézo-électrique et les faces terminales longitudinales des bâtis de support 10 et 11. L'électrode externe 7 formée sur une surface terminale de l'élément piézo-électrique 2 est électriquement connectée à l'électrode 5a de la surface majeure supérieure et à l'électrode 6a de la surface majeure inférieure, tandis que l'électrode externe 8 formée sur l'autre surface terminale de l'élément piézo-électrique est électriquement connectée à l'électrode 5b de la surface majeure supérieure et à l'électrode 6b de la surface majeure inférieure.

On a formé le circuit de la figure 3 en disposant les électrodes d'intercouche 3 et 4, les électrodes des surfaces majeures supérieure et inférieure 5a, 5b, 6a et 6b, et les électrodes externes 7 et 8. Les deux cellules (1) et (2) se trouvant d'un premier côté de la frontière centrale B2 sont connectées en parallèle, les deux cellules (3) et (4) se trouvant de l'autre côté de la frontière centrale B2 sont connectées en parallèle dans la couche piézo-électrique 2a, et les deux cellules (1) et (2) connectées en parallèle sont ensuite connectées en série avec les deux cellules (3) et (4) connectées en parallèle. De la même façon, dans l'autre couche piézo-électrique 2c, les deux cellules (5) et (6) se trouvant du premier côté de la frontière centrale B2 sont connectées en parallèle, les deux cellules (7) et (8) se trouvant de l'autre côté de la frontière centrale (B2) sont connectées en parallèle, et les deux cellules (5) et (6) connectées en parallèle sont connectées en série avec les deux cellules (7) et (8) connectées en parallèle. La connexion des cellules (1) à (4) de la couche (2a) et la connexion des cellules (5) à (8) de l'autre couche (2c) sont effectuées en parallèle.

On va maintenant discuter, en liaison avec la figure 4, la création de charges dans le capteur d'accélération 1A en réponse à l'application de l'accélération G.

Si l'accélération G agit dans le sens descendant, comme représenté par une flèche sur la figure 4, la partie centrale de l'élément piézo-électrique 2 s'incurve de manière convexe vers le haut du fait de l'inertie. Une contrainte de traction agit sur les cellules centrales (2) et (3)

de la couche piézo-électrique supérieure 2a, tandis qu'une contrainte de compression agit sur les cellules latérales (1) et (4). D'autre part, une contrainte de compression agit sur les cellules centrales (6) et (7) de la couche piézo-électrique inférieure 2c, tandis qu'une contrainte de traction agit sur les cellules latérales (5) et (8). En fonction de la relation qui existe entre les contraintes ci-dessus indiquées et le sens de polarisation P, une charge positive est produite dans l'électrode 5a de la surface majeure supérieure et une charge négative est produite dans l'électrode 5b de l'autre surface majeure supérieure. Une charge positive est créée dans l'électrode 6a de la première surface majeure inférieure, et une charge négative est créée dans l'électrode 6b de l'autre surface majeure inférieure. Une charge négative est créée dans une partie de l'électrode d'intercouche 3, et une charge positive est créée dans l'autre partie de l'électrode d'intercouche 3, la frontière B2 séparant la première partie de l'autre partie. De même, une charge négative est produite dans une première partie de l'électrode d'intercouche 4, et une charge positive est créée dans l'autre partie de l'électrode d'intercouche 4, la frontière B5 séparant la première partie de l'autre partie. Les charges produites dans les électrodes 3 et 4 s'annulent entre elles. De ce fait, une charge positive est recueillie par l'intermédiaire de l'électrode externe 7 connectée aux électrodes 5a et 6a, et une charge négative est recueillie par l'intermédiaire de l'électrode externe 8 connectée aux électrodes 5b et 6b.

Avec le capteur d'accélération 1A, la connexion en parallèle des cellules (1) et (2) et la connexion en parallèle des cellules (3) et (4) sont connectées en série dans la couche piézo-électrique (2a), tandis que la connexion en parallèle des cellules (5) et (6) et la connexion en parallèle des cellules (7) et (8) sont connectées en série dans la couche intermédiaire 2c. Les tensions des deux connexions en parallèle s'ajoutent. La tension créée dans chaque couche est donc renforcée. Le capteur d'accélération 1A présente une sensibilité de tension plus élevée que le capteur du type à connexion en parallèle. L'utilisation de la couche intermédiaire 2b permet que les couches piézo-électriques 2a et 2c servant à la détection soient disposées dans les plans supérieur et inférieur où la contrainte est plus grande que dans le plan neutre. La quantité de charges produite dans les couches piézo-électriques de

détection 2a et 2c est grande. On obtient donc un capteur ayant une sensibilité élevée.

L'élément piézo-électrique 2 doit être suffisamment épais pour être robuste mécaniquement. La structure en trois couches permet que chacune des couches piézo-électriques 2a et 2c soient amincies tandis qu'on maintient la robustesse mécanique. On augmente donc la sensibilité du capteur.

Si l'on utilise le capteur d'accélération 1a dans une ambiance fortement humide, la résistance d'isolation entre électrodes en regard peut diminuer. La résistance d'isolation de la connexion en parallèle des cellules (1) et (2) entre les électrodes 5a et 3 n'affecte pas, si on la réduit, l'autre connexion en parallèle des cellules (3) et (4) de la même couche. Puisque la couche intermédiaire 2b faisant fonction de couche fictive sépare la couche 2a de l'autre couche 2c, la couche 2c n'est pas affectée par l'endommagement de la couche 2a. L'effet de réduction de la résistance de la connexion en parallèle des cellules (1) et (2) sur les caractéristiques du capteur tout entier est donc minimisé. En d'autres termes, on produit un capteur résistant à l'humidité et ayant une sensibilité élevée, qui est dotée des couches 2a et 2c plus minces.

La figure 5 montre les tensions pyroélectriques créées dans les cellules (1) et (2) à l'occasion d'une chute de température. Dans la cellule (1), une charge positive est créée dans l'électrode 5a de la surface supérieure, et une charge négative est créée dans l'électrode d'intercouche 3. Dans la cellule (2), une charge négative est créée dans l'électrode 5a de la surface supérieure, et une charge positive est créée dans l'électrode d'intercouche 3. Le sens des champs électriques résultants est opposé par rapport à la polarité de la tension pendant la polarisation, si bien qu'il y a accord avec la direction de dépolarisation. Toutefois, les cellules (1) et (2) sont connectées en parallèle, et les directions des tensions créées dans les électrodes connectées 5a et 3 sont opposées. Les charges produites par l'intermédiaire de l'effet pyroélectrique s'annulent immédiatement dans la région des cellules (1) et (2). Aucune tension n'est donc produite.

De la même façon, aucune tension pyroélectrique n'est produite dans les cellules restantes (3) à (8).

La carte d'un capteur d'accélération du type à montage en surface fait l'objet à un processus de refusion. Lorsqu'on retire la carte de l'intérieur du bain de refusion, cette carte subit une chute de température rapide. Une tension pyroélectrique est donc créée dans la carte. Toutefois, puisque les charges s'annulent entre elles dans les cellules, ainsi qu'on l'a indiqué ci-dessus, la cellule n'est pas affectée par la réduction de sensibilité qui est due à la dépolarisation. Même lorsque le capteur subit des variations de température répétées pendant l'utilisation, il n'est produit aucune tension pyroélectrique et aucune dépolarisation n'a lieu. Il est donc produit un capteur qui présente une fiabilité à long terme.

La figure 6 représente le capteur d'accélération 1B selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

Le capteur d'accélération 1B possède une structure semblable à celle du capteur d'accélération 1A, sauf que les formes des électrodes d'intercouche et des électrodes des surfaces majeures supérieure et inférieure sont modifiées dans l'élément piézo-électrique 2. Des composants identiques à ceux décrits en liaison avec le premier mode de réalisation seront désignés par les mêmes numéros de référence, et on omettra d'en discuter.

Les électrodes d'intercouche 3a et 3b sont séparées l'une de l'autre au niveau de la frontière centrale B2 placée au centre de la longueur de l'élément piézo-électrique 2, et les électrodes d'intercouche 4a et 4b sont séparées l'une de l'autre au niveau de la frontière centrale B2. Les électrodes d'intercouche 3a et 4a ainsi que les électrodes d'intercouche 3b et 4b sont respectivement amenées jusqu'à des faces terminales longitudinales différentes de l'élément piézo-électrique 2. Les électrodes d'intercouche 3a et 4a sont connectées à une électrode externe 7, et les électrodes d'intercouche 3b et 4b sont connectées à une électrode externe 8. Les électrodes 5 et 6 des surfaces majeures supérieure et inférieure se prolongent de manière continue, en couvrant les quatre cellules (1) à (4) et les quatre cellules (5) à (8) sauf les deux parties terminales longitudinales de l'élément piézo-électrique 2.

Le circuit formé des huit cellules (1) à (8) reste identique à celui illustré sur la figure 3, et les sens de polarisation P des cellules (1) à (8) sont les mêmes que ceux du premier mode de réalisation.

Comme le capteur d'accélération 1A, le capteur d'accélération 1B offre lui aussi les mêmes avantages en ce qui concerne l'augmentation de la sensibilité, le fait que la dépolarisation due à la tension pyroélectrique est empêchée, la réduction de l'effet lié à la diminution de la résistance d'isolation sur les caractéristiques du capteur.

Les figures 7 et 9 représentent le capteur d'accélération 1C d'un troisième mode de réalisation de l'invention.

Le capteur d'accélération 1C ne possède pas de couche fictive et emploie un élément piézo-électrique à deux couches 2, ainsi qu'une unique électrode intercouche 9. Les composants identiques à ceux discutés en liaison avec le premier mode de réalisation sont désignés par les mêmes numéros de référence et on n'en discutera pas ici.

Dans le troisième mode de réalisation, les sens des polarisations P des cellules (1) à (8) de chacune des couches piézo-électriques 2a et 2c restent inchangés par rapport à ceux du premier mode de réalisation (voir la figure 2). Comme les électrodes d'intercouche 3 et 4 du premier mode de réalisation, l'électrode d'intercouche centrale 9 se prolonge de façon continue suivant la direction longitudinale, en couvrant les quatre cellules alignées longitudinalement.

Dans le capteur d'accélération 1C, on forme le circuit représenté sur la figure 8 en disposant l'électrode d'intercouche 9, les électrodes supérieures et inférieures 5a, 5b, 6a et 6b, et les électrodes externes 7 et 8. Quatre cellules (1), (2), (5) et (6) se trouvant d'un premier côté de la frontière centrale (B2) sont connectées en parallèle, et quatre cellules (3), (4), (7) et (8) se trouvant de l'autre côté de la frontière centrale B2 sont connectées en parallèle. La connexion en parallèle des cellules (1), (2), (5) et (6) est connectée en série avec la connexion en parallèle des cellules (3), (4), (7) et (8).

Si l'accélération G agit dans un sens descendant, comme représenté par la flèche sur la figure 9, une contrainte de traction agit sur les cellules centrales (2) et (3) de la couche piézo-électrique supérieure 2a, tandis qu'une contrainte de compression agit sur les cellules latérales (1) et (4). Par ailleurs, une contrainte de compression agit sur les cellules centrales (6) et (7) de la couche piézo-électrique inférieure 2c, tandis qu'une contrainte de traction agit sur les cellules latérales (5) et (8). En fonction de la relation qui existe entre les contraintes ci-dessus

mentionnées et le sens de polarisation, une charge positive est créée dans l'électrode 5a de la première surface majeure supérieure et une charge négative est créée dans l'électrode 5b de l'autre surface majeure supérieure. Une charge positive est créée dans l'électrode 6a de la première surface majeure inférieure, et une charge négative est créée dans l'électrode 6b de l'autre surface majeure inférieure. Une charge négative est créée dans une première partie de l'électrode d'intercouche 9, et une charge positive est créée dans l'autre partie de l'électrode d'intercouche 9, la frontière B2 séparant la première partie de l'autre partie. Les charges créées dans l'électrode 9 s'annulent entre elles. De ce fait, la charge positive est captée via l'électrode externe 7 connectée aux électrodes 5a et 6a, tandis que la charge négative est captée par l'intermédiaire de l'électrode externe 8 connectée aux électrodes 5b et 6b.

Dans le capteur d'accélération 1C, la connexion en parallèle des cellules (1), (2), (5) et (6) et la connexion en parallèle des cellules (3), (4), (7) et (8) sont connectées en série. Le capteur présente une sensibilité de tension élevée. Même s'il est produit une tension pyroélectrique, les charges opposées créées dans les cellules s'annulent immédiatement entre elles, ce qui fait que les cellules (1), (2), (5) et (6) sont connectées en parallèle et que les cellules (3), (4), (7) et (8) sont connectées en parallèle.

Par exemple, lorsque la résistance d'isolation est diminuée dans la cellule (1), les cellules restantes (2), (5) et (6) sont affectées, mais les autres cellules (3), (4), (7) et (8) ne sont pas affectées par cette réduction de la résistance d'isolation. La moitié des cellules reste efficace. On allège l'effet produit par la réduction de la résistance d'isolation sur le capteur tout entier. On produit donc un capteur qui résiste à l'humidité.

Puisque l'élément piézo-électrique 2 comporte les deux couches 2a et 2c, il y a diminution du nombre des couches et du nombre des électrodes. Les coûts de fabrication sont diminués.

La figure 10 représente le capteur d'accélération 1D selon un quatrième mode de réalisation de l'invention.

Le capteur d'accélération 1D est identique au capteur d'isolation 1b du deuxième mode de réalisation, sauf que le capteur d'accélération 1D possède une structure à deux couches, sans couche fictive, et emploie deux électrodes d'intercouche longitudinalement alignées 9A et 9B. Les

composants identiques à ceux discutés en liaison avec le premier mode de réalisation sont ici désignés par des numéros de référence identiques, et on omettra d'en discuter.

Les électrodes d'intercouche 9a et 9b sont séparées au niveau de la frontière centrale B2 et sont amenées jusqu'à des faces terminales longitudinales différentes de l'élément piézo-électrique 2 pour être respectivement connectées aux électrodes externes 7 et 8 servant à délivrer les charges produites. Les électrodes 5 et 6 des surfaces majeures supérieure et inférieure se prolongent respectivement de façon continue, en couvrant quatre cellules (1) à (4) et quatre cellules (5) à (8), à l'exception des deux parties terminales longitudinales de l'élément piézo-électrique 2.

Le circuit formé par les huit cellules (1) à (8) reste identique à celui présenté sur la figure 3, et les sens de polarisation P des cellules (1) à (8) sont également identiques à ceux du premier mode de réalisation.

Comme le capteur d'accélération 1A, le capteur d'accélération 1D offre lui aussi les mêmes avantages en ce qui concerne l'augmentation de la sensibilité du fait de la connexion en série et en ce qui concerne le fait que la dépolarisation due à la tension pyroélectrique est empêchée. L'utilisation d'un plus petit nombre de couches piézo-électriques et d'un plus petit nombre d'électrodes conduit à un abaissement des coûts de fabrication.

Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir du capteur dont la description vient d'être donnée à titre simplement illustratif et nullement limitatif, diverses variantes et modifications ne sortant pas du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Capteur d'accélération, caractérisé en ce qu'il comprend :

un élément piézo-électrique (1A ; 1B) et un élément de support (10, 11) servant à soutenir l'élément piézo-électrique au niveau de ses deux extrémités longitudinales,

où l'élément piézo-électrique comprend un stratifié fait de trois couches piézo-électriques (2a, 2b, 2c),

la couche piézo-électrique intermédiaire (2b) parmi les trois couches piézo-électriques est une couche fictive qui ne produit aucune charge lorsqu'une accélération lui est appliquée,

chacune des deux couches piézo-électriques externes (2a, 2c) comprend quatre régions longitudinalement alignées qui sont séparées au niveau de deux frontières (B1) et d'une frontière centrale (B2) où la contrainte s'inverse lorsqu'on applique l'accélération,

les deux couches piézo-électriques externes sont polarisées dans la direction de l'épaisseur de l'élément piézo-électrique de façon que des cellules adjacentes entre elles suivant la direction longitudinale soient inversées quant au sens de polarisation et de façon que des cellules se correspondant entre elles dans la direction de l'épaisseur soient polarisées dans le même sens de polarisation,

des électrodes (5a, 5b, 5c, 5d) sont disposées sur les surfaces majeures supérieure et inférieure de l'élément piézo-électrique et entre les couches piézo-électriques de façon que deux cellules se trouvant d'un premier côté de la frontière centrale soient connectées en parallèle et que les deux autres cellules se trouvant de l'autre côté de la frontière centrale soient connectées en parallèle dans chacune des deux couches piézo-électriques externes, et de façon que les deux cellules connectées en parallèle se trouvant du premier côté soient connectées en série avec les deux autres cellules connectées en parallèle se trouvant de l'autre côté, et

au moins une électrode se trouvant sur les surfaces majeures supérieure et inférieure et entre les couches est conduite jusqu'à des faces terminales différentes dans la direction longitudinale de l'élément piézo-électrique.

2. Capteur d'accélération, caractérisé en ce qu'il comprend :

un élément piézo-électrique (1C ; 1D) et un élément de support (10, 11) servant à soutenir l'élément piézo-électrique au niveau de ses deux extrémités longitudinales,

où l'élément piézo-électrique comprend un stratifié fait de deux couches piézo-électriques (2a, 2b, 2c),

chacune des deux couches piézo-électriques externes (2a, 2c) comprend quatre régions longitudinalement alignées qui sont séparées au niveau de deux frontières (B1) et d'une frontière centrale (B2) où la contrainte s'inverse lorsqu'on applique l'accélération,

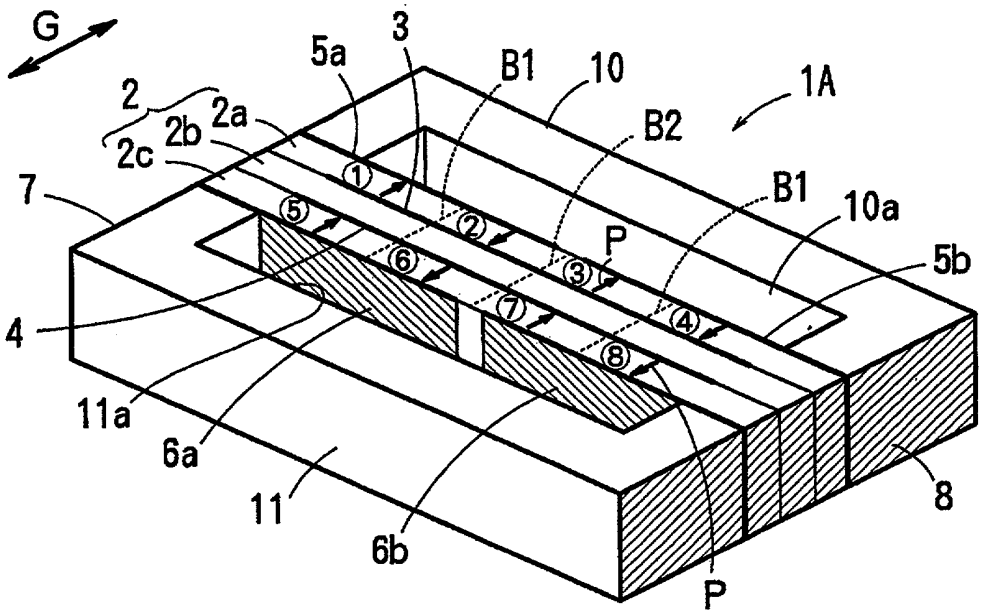
les deux couches piézo-électriques externes sont polarisées dans la direction de l'épaisseur de l'élément piézo-électrique de façon que des cellules adjacentes entre elles suivant la direction longitudinale soient inversées quant au sens de polarisation et de façon que des cellules se correspondant entre elles dans la direction de l'épaisseur soient polarisées dans le même sens de polarisation,

des électrodes (5a, 5b, 5c, 5d) sont disposées sur les surfaces majeures supérieure et inférieure de l'élément piézo-électrique et entre les couches piézo-électriques de façon que deux cellules se trouvant d'un premier côté de la frontière centrale soient connectées en parallèle et que les deux autres cellules se trouvant de l'autre côté de la frontière centrale soient connectées en parallèle dans chacune des deux couches piézo-électriques externes, et de façon que les deux cellules connectées en parallèle se trouvant du premier côté soient connectées en série avec les deux autres cellules connectées en parallèle se trouvant de l'autre côté, et

au moins une électrode se trouvant sur les surfaces majeures supérieure et inférieure et entre les couches est conduite jusqu'à des faces terminales différentes dans la direction longitudinale de l'élément piézo-électrique.

2836552

FIG. 1



2836552

FIG. 2

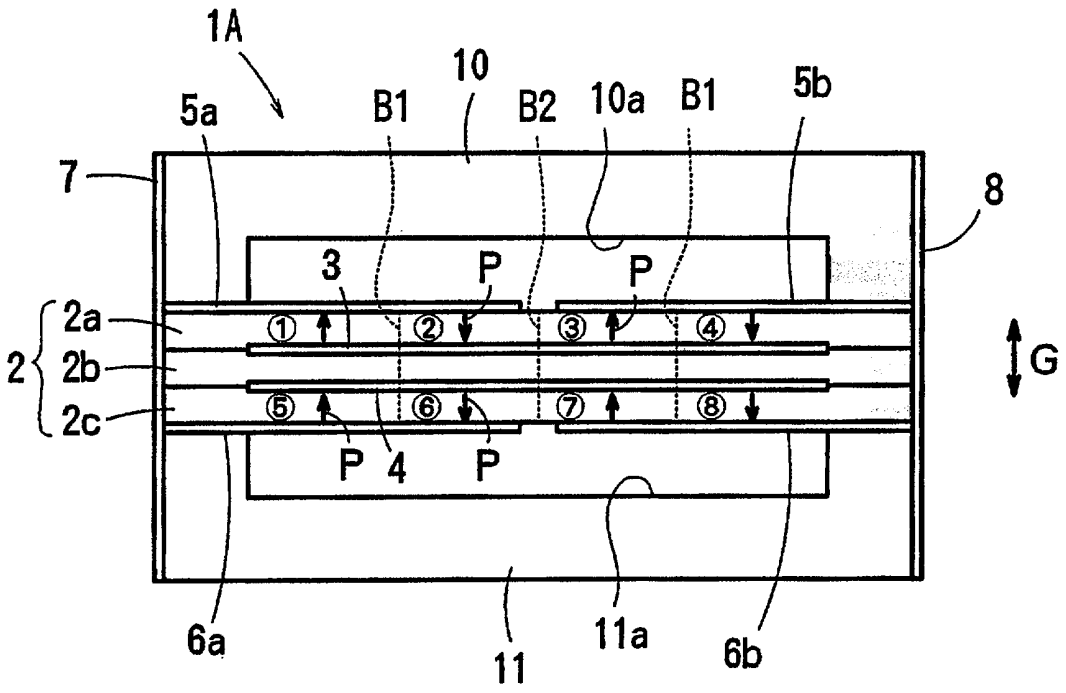


FIG. 3

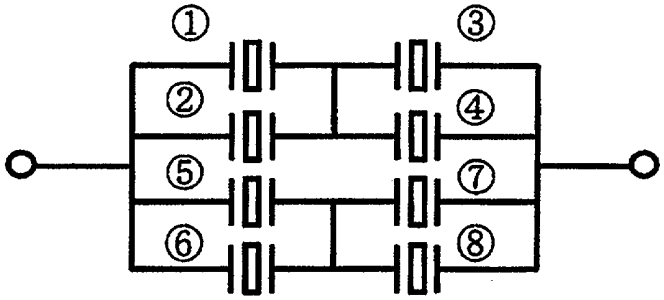


FIG. 4

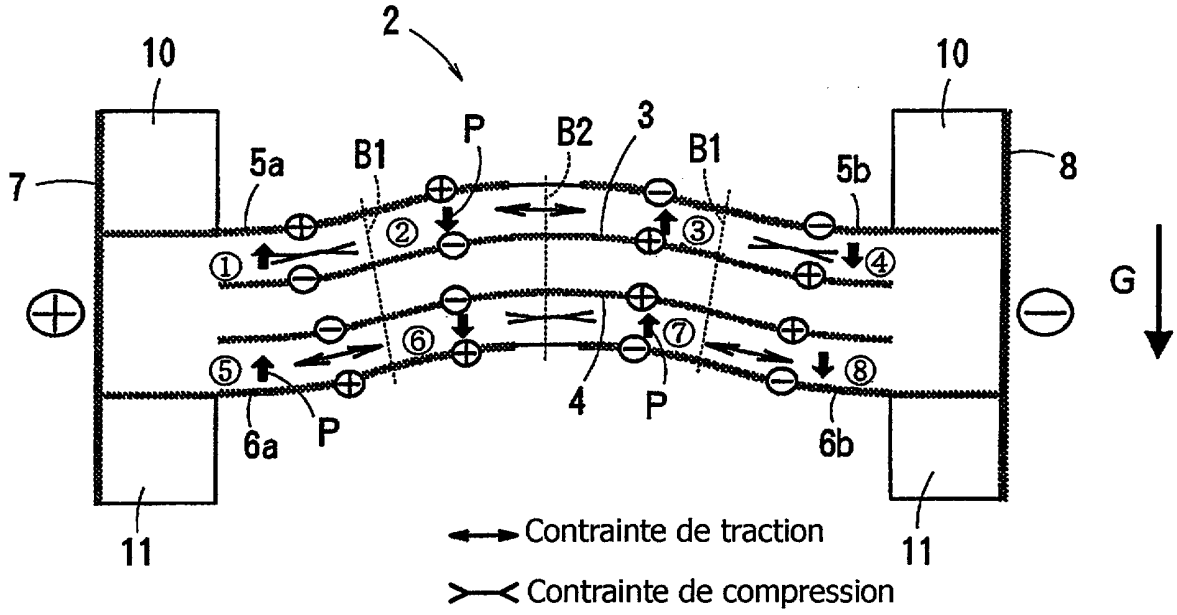

2
10
10
7
8
5a
B1
P
B2
3
B1
5b
①
②
③
④
⑤
⑥
⑦
⑧
G
4
P
P
6a
6b
11
11
Contrainte de traction
Contrainte de compression

FIG. 5

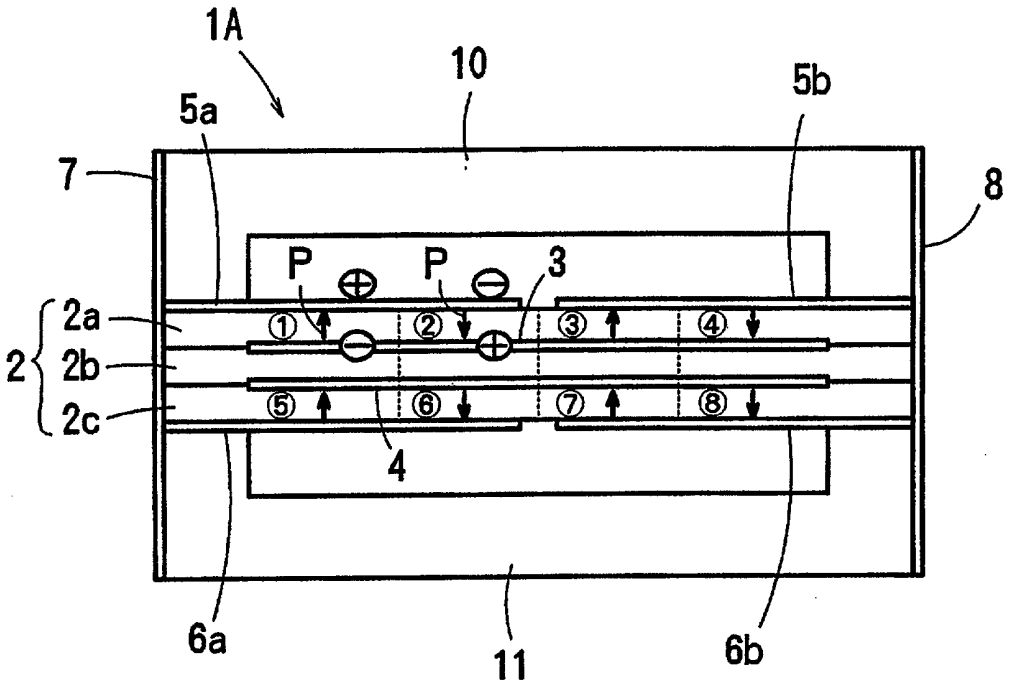


FIG. 6

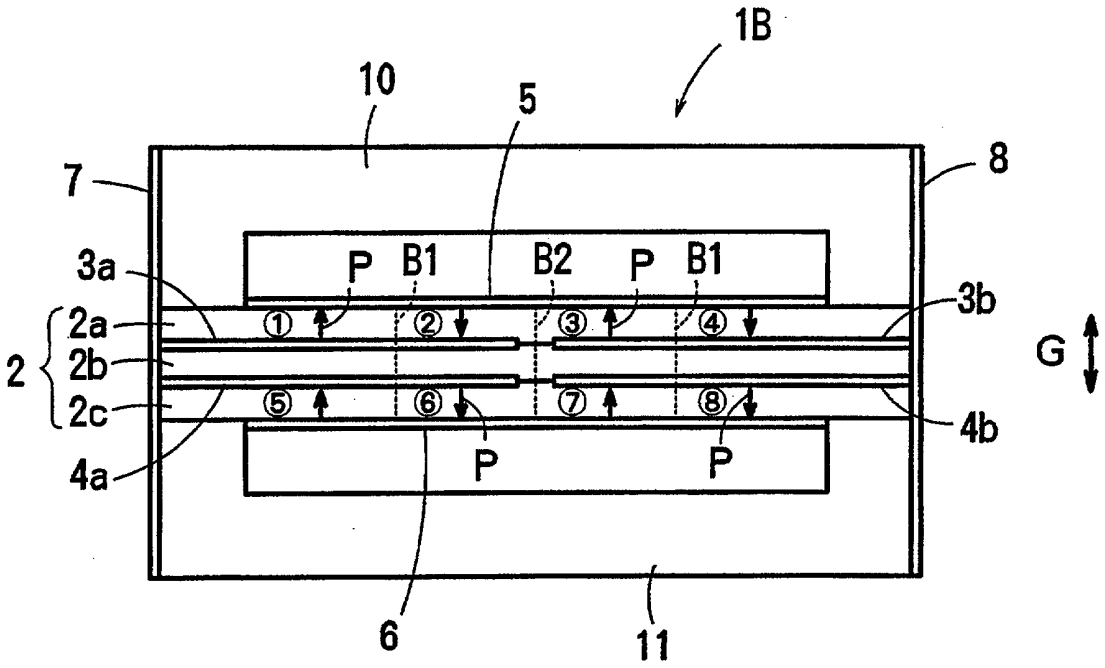


FIG. 7

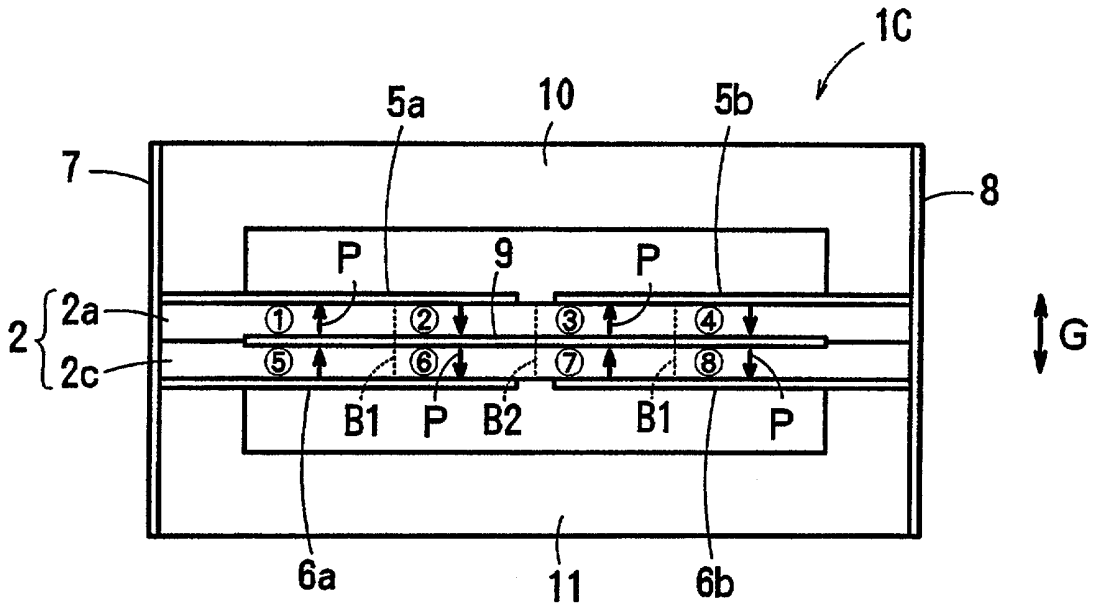


FIG. 8

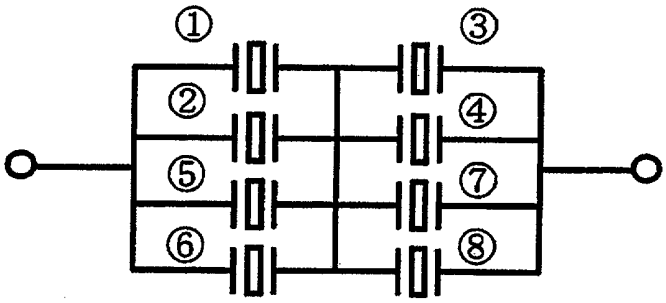


FIG. 9

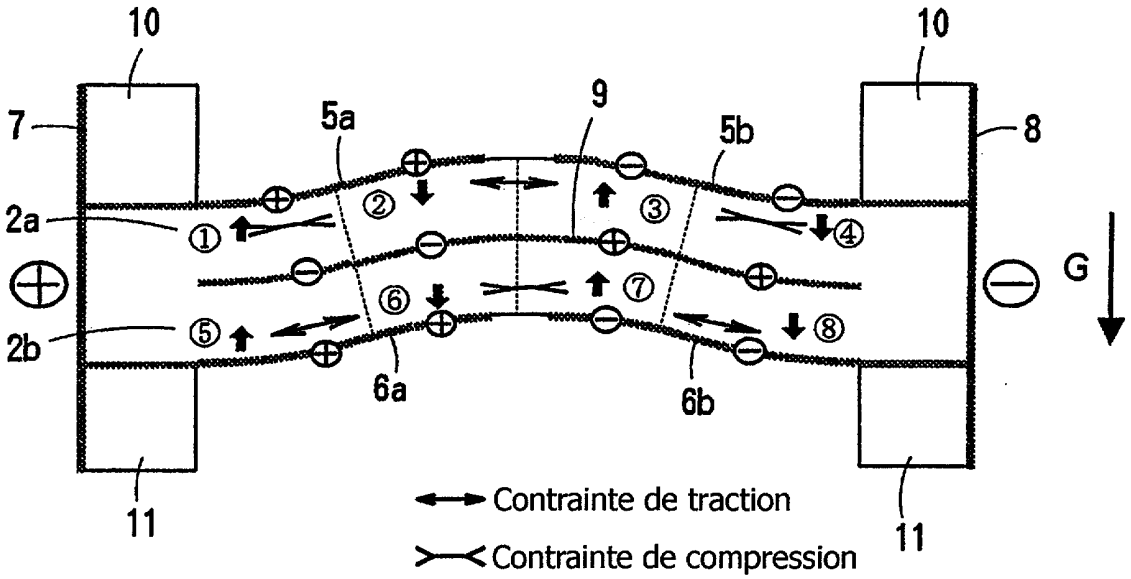

10
10
7
8
5a
9
5b
2a
2b
①
②
③
④
⑤
⑥
⑦
⑧
G
6a
6b
11
11
Contrainte de traction
Contrainte de compression

FIG. 10

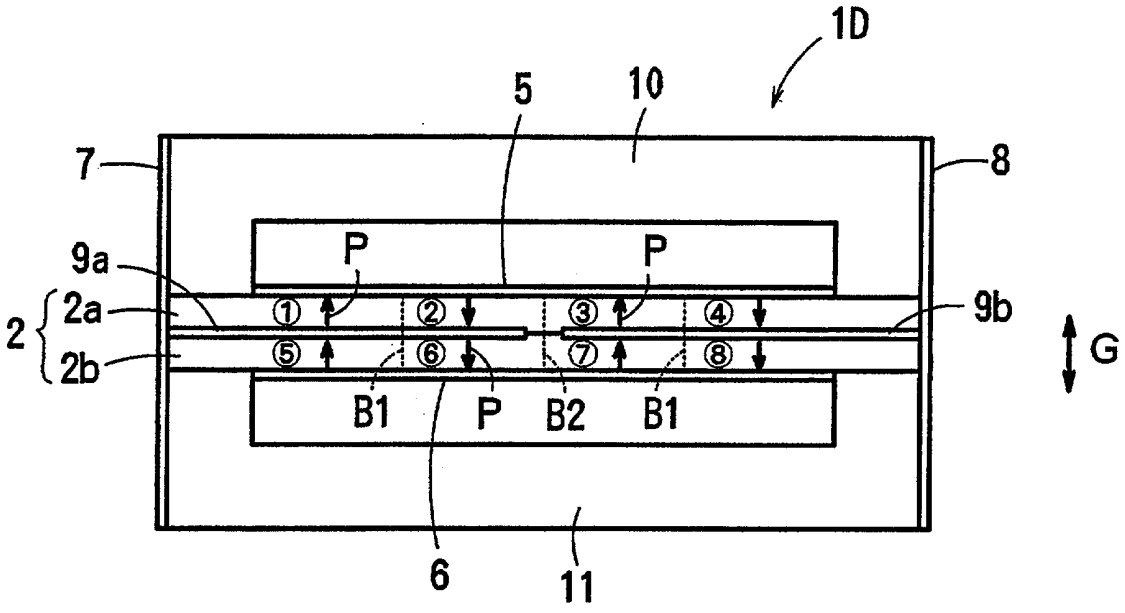


FIG.11A

(a)

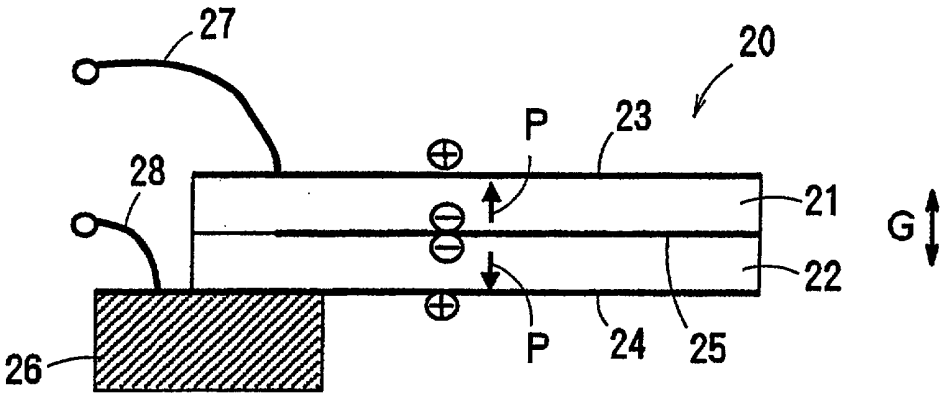


FIG.11B

(b)

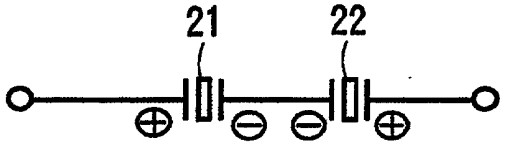


FIG. 12A

(a)

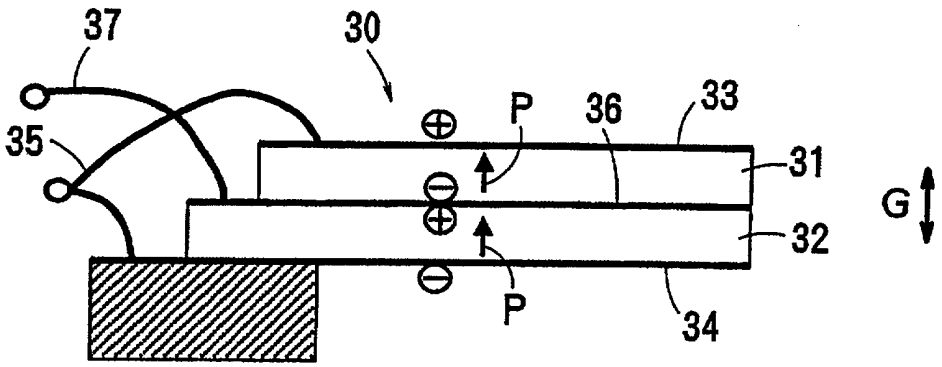


FIG. 12B

(b)

