

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication : **2 878 956**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **04 12832**

51) Int Cl<sup>8</sup> : G 01 L 1/14 (2006.01)

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 03.12.04.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 09.06.06 Bulletin 06/23.

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) : *TECHNO CONCEPT Société à responsabilité limitée — FR.*

72) Inventeur(s) : OUAKNINE ANDRE MAURICE,  
ROMEL RICHARD et BOSCHAT DANIEL.

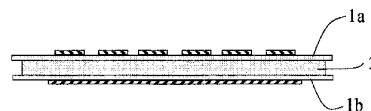
73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) :

54) PROCÉDE ET DISPOSITIF DE MESURE DE DISTRIBUTION DE FORCES A L'AIDE D'UNE SURFACE PIEZO-SENSIBLE.

57) Dispositif de mesure du centre des forces et de la distribution des pressions constitué d'un ensemble de cellules capacitives dont les armatures sont situés sur les plans 1a et 1b, de part et d'autre d'un diélectrique 2 élastique. Ledit diélectrique est d'abord conditionné sous la forme d'un élastomère liquide ou préférentiellement du latex de polymère dispersé dans lequel on ajoute de fines particules, polaires à forte constante diélectrique, ou magnétique selon les utilisations. Avant séchage, le mélange qui se prête bien à son étalement sur les plans contenant armatures permet de réaliser de fines épaisseurs de diélectrique. Cette technique permet aussi de réaliser à la demande des surfaces piézo capacitives faites d'empilements de plans diélectrique et d'armatures pour ajuster l'élasticité et la sensibilité électrique des dites surfaces.

Le dispositif selon l'invention est particulièrement destiné à l'évaluation des empreintes podales et des caractéristiques de la marche.



FR 2 878 956 - A1



PROCEDE ET DISPOSITIF DE MESURE DE DISTRIBUTION DE FORCES A  
L'AIDE D'UNE SURFACE PIEZO-SENSIBLE.

La présente invention concerne un dispositif ayant pour but de mesurer la distributions de forces ou de pressions de la surface de contact entre deux objets.

5 Le secteur technique de l'invention est le domaine, mais pas uniquement, de la réalisation de matériel d'évaluation et de rééducation des sujets atteints de troubles de la posture et de la marche ainsi que de matériel de validation des semelles orthopédiques et de prothèses des jambes (hanches, genoux etc..).

Le procédé et dispositif de la présente invention est utilisable dans toute application,  
10 où une détermination du centre des pressions, d'une empreinte de pressions, ou les deux, sont recherchées.

Cependant, pour simplifier la présentation de l'art antérieur, on citera ci-après essentiellement les références aux applications de posturologie et de podologie.

Dans les années 80, le laboratoire d'automatisme du C.N.R.S (L.A.A.S) à  
15 Toulouse met au point la « peau artificielle ». Cette « peau » est constituée d'une mousse polymère conductrice de quelques millimètres d'épaisseur . La résistance électrique de cette mousse diminue dans le sens de la compression de sorte que si on place cette mousse sur deux électrodes planes voisines, la résistance électrique mesurée entre lesdites électrodes sera inversement proportionnelle à la force de  
20 compression exercée entre la mousse et le plan contenant les paires d'électrodes. Une des applications offerte par ce matériau a été la réalisation de podomètres électroniques destinés essentiellement au relevé d'empreintes pour l'analyse statique et dynamique des appuis plantaires. Ce type de dispositif est simple à réaliser, bon marché et possède une résolution surfacique qui ne dépend que du nombre  
25 d'électrodes disposés sous la mousse.

Cependant, les podomètres utilisées dans ce domaine, ne peuvent pas convenir pour déterminer avec une grande précision le centre de pression car ils présentent les inconvénients suivants :

- la précision des forces de contact ainsi que leurs localisations restent  
30 médiocres au regard des exigences de la stabilométrie,
- l'inhomogénéité du matériau pose des problèmes de linéarisation et de calibrage. La détermination du centre des pressions avec ce type de dispositif ne peut se faire qu'approximativement,

- la mousse développe une certaine hystérésis mécanique ce qui limite la fréquence de scrutation des points de pression

Dans les années 90, un nouveau type de matériau est apparu et qui corrige un certain nombre de défauts du podomètre à mousse : Il s'agit de surfaces sensibles piézo-résistives intégrant un grand nombre de cellules semi-conductrices ; Elles sont  
5 notamment proposées par les sociétés IEE (surfaces F.S.RTM ) au Luxembourg et par TESCAN aux U.S.A. Ces surfaces piézo-résistives sont constitués d'un semi-conducteur souple se présentant sous forme d'une feuille plastique d'épaisseur inférieure à 0,3 millimètres et de dimension variable à la demande, intégrant une ou  
10 plusieurs cellules semi conductrices. Une cellule dite FSR, se compose de deux feuilles de polymères laminées ensemble. L'une des feuilles est recouverte d'un réseau d'électrodes à plages intercalées, l'autre feuille est imprégnée d'une encre semi-conductrice. Lorsqu'une force est appliquée au FSR, le matériau semi-conducteur shunte plus ou moins les électrodes à plages décalées. La surface sensible qui relève de  
15 cette technologie est souple, mais ne s'écrase pas, elle peut fournir l'intensité d'une force selon une loi de variation Résistance-Force si elle est prise en sandwich entre deux plans soumis à une force de pincement. Il est cependant à noter que d'une part, la loi de variation de la résistance de la surface sensible en fonction de la force est fortement non-linéaire de sorte qu'il n'est pas raisonnable d'espérer obtenir une force  
20 avec une précision meilleure que 20% et que d'autre part, la résolution spatiale ne peut dépasser 8 mm. Il faut ajouter à cela, la forte sensibilité du matériau à la chaleur et une appréciable hystérésis. Ce type de surface, ne peut donner qu'une indication grossière de la distribution des forces loin de répondre aux exigences de la podologie moderne. Dans le même temps est aussi apparu des polymères piézo-électriques proposées en  
25 film mince et qui développent une charge électrique lorsqu'ils sont soumis à une force de pincement. Ces films piézo-électriques sont notamment commercialisés par la société PIEZO-TECH à Saint Louis en France. Cependant, ces surfaces présentent plusieurs inconvénients outre leur coût élevé, elles se prêtent mal d'une part aux mesures statiques car les faibles charges développées sur les deux faces du polymère piézo-électrique disparaissent rapidement par diffusion, elles présentent d'autre part  
30 l'inconvénient majeur d'être extrêmement sensibles à la chaleur. Ces surfaces ne peuvent convenir dans des applications où elles sont en contact avec le corps humain. Une autre technologie utilisée pour mesurer et cartographier une distribution des pressions est basée sur l'utilisation de condensateurs dont le diélectrique est capable de

s'écraser en fonction de la force appliquée entre les armatures desdits condensateurs. Selon une loi bien connue, la capacité est une fonction inverse de l'épaisseur séparant les armatures d'un condensateur. Les principaux problèmes rencontrés dans la réalisation de surfaces sensibles à base de cellules capacitives sont liés à la faible valeur desdites capacités et ce d'autant plus que l'on cherche à réduire la surface des armatures pour obtenir une bonne résolution spatiale. C'est ainsi que pour une surface d'armature de 1 cm<sup>2</sup> avec un diélectrique de 100μ on a une capacité de 13 picofarads. Cette faible valeur est du même ordre de grandeur que les capacités parasites (fils de raccordement de la matrice, capacité du câble de liaison vers l'électronique etc.). Un autre problème lorsque la surface sensible est constituée en matrice, tient à la disposition en ligne et colonne dont le croisement dans des plans différents définit une capacité élémentaire. En effet, comme toutes les capacités sont interconnectées dans un système matriciel, des erreurs entachent la mesure de la cellule sélectionnée qui interagit avec ses voisines. Cette erreur est d'ailleurs soulevée dans les brevets U.S. Pat. : 4134063, 4437138, et notamment dans le brevet US de Bourland et al., 5010772, April 30, 1991., Pressure Mapping System With Capacitive Measuring Pad, qui utilise une matrice capacitive pour mesurer les différentes pressions exercées par le corps d'un patient sur un matelas. La surface est constituée de bandes conductrices transversales séparées par un isolant compressible. L'ensemble forme une matrice. Toutes ces réalisations utilisent un diélectrique compressible homogène dont la constante diélectrique est voisine de l'unité. Si des solutions existent pour diminuer l'influence des cellules adjacentes, rien à notre connaissance n'est proposé pour minimiser les capacités parasites qui limitent la résolution spatiale d'une surface sensible capacitive. En outre, dans les inventions déjà citées, le diélectrique se présente sous la forme d'une feuille compressible prise en sandwich entre deux supports plan qui contiennent les armatures. Ces armatures sont réalisées sous forme de bandes métalliques qui peuvent être collées, sérigraphiées ou obtenues par gravure chimique selon la technique des circuits imprimés. La couche diélectrique est simplement posée entre les plans contenant les armatures ou collée. Un des inconvénients de tels procédés tient à l'inhomogénéité de l'interface formant diélectrique par défauts d'adhérence et par l'existence de poches d'air (micro-bulles)

Une solution aux problèmes posés ci-dessus est un procédé de fabrication qui permet d'obtenir de grandes capacités pour de faibles surfaces d'armatures en minimisant d'une part l'épaisseur du diélectrique et en augmentant d'autre part la

constante diélectrique. Le procédé selon l'invention consiste à déposer entre les armatures d'un ou plusieurs condensateurs une très fine couche d'un diélectrique (2) à la fois compressible, élastique et de forte constante diélectrique. Selon un mode de réalisation préférentiel, le diélectrique est un élastomère liquide ou préférentiellement du latex de polymère dispersé dans lequel on ajoute de fines particules polaires à forte constante diélectrique. La concentration desdites particules dans le mélange est telle que l'on obtienne une percolation, c'est à dire une distance relativement faible entre les particules dans le mélange. En fonction de la taille des particules et de la compatibilité chimique avec le latex, de la température de concentration le mélange se fait plus ou moins bien. Le mélange est ensuite séché pour obtenir un polymère pur. A titre d'exemple, les particules polaires sont des Titanates (Br, Sr, Ca, Mg, Pb) sous forme pulvérulente, du Rutile (Bioxyde Ti) etc. La constante diélectrique de ces matériaux peut varier de 15 à 12000, notamment selon la fréquence et la température d'utilisation. Un des avantages du procédé selon l'invention d'obtention d'une fine couche de diélectrique élastique à forte constante diélectrique réside dans le fait qu'il est possible, lorsque le mélange est dans sa phase liquide, de l'étaler sur les feuilles isolantes de plastique contenant les armatures de condensateurs. L'épaisseur de la couche diélectrique peut être alors contrôlée à la demande. L'application de la couche diélectrique peut être effectuée au pinceau pour des petites séries, par mouillage à la vague pour de grandes séries, ou tout autre procédé d'application concernant les enduits ou les peintures. les surfaces contenant les armatures sont des feuilles plastiques isolantes et souples recouvertes par endroit de plans métallisées pour réaliser des armatures de condensateur. La pré imprégnation des feuilles contenant les armatures en fine couche de diélectrique facilite grandement la fabrication des surfaces piézo- sensibles

Dans un mode de réalisation préférentiel selon l'invention (Fig.1), la surface piézo-capacitive 1 est constituée de deux feuilles de plastique souple et isolantes (1a et 1b) recouvertes de bandes métallisées parallèles, dans une première direction pour l'une des feuilles et dans une deuxième direction orthogonale à la première pour l'autre feuille, de sorte que lorsqu'on superpose les deux feuilles (Fig.2), les bandes transverses, réalisent des nœuds de forme carrée (fig. 3). Chaque nœud de la matrice, à l'intersection de 2 bandes, caractérise une cellule élémentaire de capacité. L'avantage d'une telle disposition réside dans la simplicité du mode d'adressage des cellules. En effet pour n bandes, le nombre de cellules élémentaires est de  $n^2$  alors qu'il n y a que

2n lignes de sélection. Ainsi, pour 64 bandes constituées sur chacune des feuilles, on dispose de 128 lignes d'adressage pour une matrice de 4096 cellules. Si l'on dispose l'une des feuilles de sorte que les bandes soient horizontales, celles-ci constituent les lignes (1b) d'adressage de la matrice, l'autre feuille est disposée de sorte que les bandes soient verticales pour constituer les colonnes (1a) d'adressage de la matrice. Si on alimente par un signal électrique une ligne de la matrice, le signal observé sur une colonne sélectionnée rend compte de la capacité de la cellule à l'intersection de ladite ligne et de ladite colonne. Un autre avantage du procédé selon l'invention réside dans le fait que chaque feuille de plastique isolante (1a ou 1b) peut être imprégnée du diélectrique 2 séparément, sur l'une et/ou sur l'autre face ce qui facilite grandement des empilements soit pour réaliser de fortes capacités, soit pour modifier à la demande l'élasticité de la matrice piézo-capacitive 1. Dans l'exemple de réalisation multicouche figure 4, on dispose d'un empilement de 4 feuilles isolantes, 1a et 1b alternée. Deux feuilles 1a, 1b superposées prenant en sandwich un diélectrique 2. La capacité d'une cellule élémentaire est multipliée par 3. Dans ce mode de réalisation, toutes les colonnes homologues des feuilles 1a et toutes les lignes homologues des feuilles 1b sont électriquement réunies. Les dites lignes et lesdites colonnes sont donc activées par paire. La figure 5, qui détaille une sélection d'une paire de colonne 1a et une sélection d'une paire de ligne 1b montre bien que l'on réalise une mise en parallèle des trois condensateurs C1, C2, C3, ainsi qu'il est illustré figure 6.

Dans les exemples de réalisation ci-dessus, la sélection d'une cellule capacitive, implique l'activation d'au moins une ligne de la feuille 1b et l'activation d'au moins une colonne de la feuille 1a. Les deux feuilles pré-citées sont empilées de part et d'autre du diélectrique 2. Il peut être avantageux d'effectuer une sélection de cellule sur une seule feuille. La figure 7 illustre un mode de réalisation selon l'invention d'un procédé dont l'activation électrique ne s'opère que sur une seule feuille pour accéder aux diverses cellules de la matrice piézo-capacitive. Pour ce faire, chaque cellule élémentaire est composée de 3 plans d'armature : 2 plans juxtaposés Pa et Pb de la feuille 1d et un plan Pc superposé aux 2 plans Pa et Pb et leur faisant face. La dimension du plan Pc de la feuille 1c englobe les dimensions extérieures des deux plans Pa et Pb. Le plan Pc est une armature flottante puisqu'elle n'est pas raccordée électriquement. Cependant, cette armature flottante peut jouer un rôle important contre les divers rayonnements parasites en ce qu'elle constitue un écran ou un blindage de garde. Si on organise la sélection des lignes (L) de la matrice sur tous les plans Pa

d'une même rangée et la sélection des colonnes (C) sur tous les plans Pb transverses de ladite rangée, il est possible d'adresser l'un quelconque des bi-plans Pa, Pb de la matrice. La figure 8 montre en coupe la disposition des 3 couches pour former une matrice piézo-capacitive avec activation sur une seule feuille 1d. Pour bien montrer le fonctionnement de ce type d'arrangement selon l'invention, prenons un exemple simple de circuit composé d'une résistance et d'une capacité : si l'on soumet une ligne L à une tension électrique E et si on raccorde dans le même temps une colonne C à une résistance R (fig. 9), on réalise la mise en série des deux condensateurs C1 et C2 eux mêmes en série avec la résistance R. Les condensateurs C1 et C2 ont une armature commune Pc. Il est à noter toutefois que la capacité élémentaire équivalente est égale à C1/2 ou C2/2. On peut cependant remédier à cet inconvénient tout en n'activant qu'une seule surface d'adressage grâce à un empilement judicieux. La réalisation selon l'invention figure 10 illustre un moyen d'activation mono-feuille 1d des cellules élémentaires capacitives avec armature flottante tout en préservant une valeur correcte de la capacité élémentaire. Entre deux feuilles 1c imprégnées de leur diélectrique 2, on intercale une feuille d'activation 1d. Les figures 11 et 12 détaillent le moyen de sélection et de lecture d'une cellule élémentaire. Si on connecte une source de courant E à la ligne L et une résistance R à la colonne C, on active un groupement série-parallèle de 4 condensateurs C1, C2, C3, C4 tel que le groupement série C1 et C2 est en parallèle avec le groupement série C3 et C4 (fig. 12). La capacité équivalente prend la valeur de l'une quelconque des capacités C1, C2, C3, C4, dans le cas où les deux diélectriques 2 sont de même épaisseur.

Le procédé de fabrication selon l'invention d'un diélectrique élastique de grande constante diélectrique par mélange de particules dotées de propriétés physiques spécifiques, peut aussi s'appliquer à tout circuit plongé dans un milieu d'un autre type de champ que le champ électrostatique. Le champ magnétique par exemple. Dans ce type d'application, le principe de transduction d'une pression en signal électrique consiste à modifier la mutuelle inductance, donc le couplage entre deux bobines placées à une distance qui est fonction d'une force exercée entre les deux bobines. Si on alimente l'une des deux bobines -que nous appelons primaire- par un signal alternatif (fig.13), on recueille sur l'autre bobine- que nous appelons secondaire- une partie du signal. Le transformateur ainsi constitué restitue au secondaire une partie plus ou moins grande de l'énergie au primaire. Ladite énergie dépend de la perméabilité du milieu 2 qui baigne le transformateur et de la distance entre le

primaire et le secondaire. Dans un mode de réalisation préférentiel d'un capteur de pression basé sur le principe de la variation de mutuelle inductance, on imprime, grave ou sérigraphie (fig.14) selon la technique bien connue des circuits imprimés, deux bobines identiques, mais pas nécessairement, sur deux films isolants (fig.15). Lesdits  
5 films prennent en sandwich un matériau ferromagnétique élastique 2, non représenté ici. Ledit matériau est aussi un élastomère liquide ou préférentiellement du latex de polymère dispersé dans lequel on ajoute de fines particules à forte perméabilité magnétique (fer, oxyde de fer, permalloy etc.) . La concentration desdites particules dans le mélange est telle que l'on obtienne une percolation, c'est à dire une distance  
10 relativement faible entre les particules dans le mélange. En fonction de la taille des particules et de la compatibilité chimique avec le latex, de la température de concentration le mélange se fait plus ou moins bien. Le mélange est ensuite séché pour obtenir un polymère pur.

Dans un mode de réalisation d'une interface électronique pour traiter les  
15 signaux issues d'une surface piézo-capacitive 1 selon l'invention, la figure 16 illustre ici un exemple non limitatif. Une des colonnes 1a et une des lignes 1b de la matrice sont séquentiellement sélectionnées respectivement par les commutateurs électroniques 4 et 5. A l'intersection, le courant qui traverse la cellule piézo-capacitive  
10 alimentée par la source de tension 11, est recueilli par la résistance 12 qui peut être très faible ou virtuellement nulle si elle représente l'entrée en courant d'un amplificateur opérationnel. Ledit courant est une fonction croissante de la capacité de  
20 la cellule 10, donc de la pression exercée sur ladite cellule. Le circuit 13 est un amplificateur permettant d'adapter le courant traversant la cellule sélectionnée. Le signal analogique en sortie de 13, est numérisé par le dispositif 17 qui est un convertisseur analogue-digital. Le dispositif 18 est un micro-contrôleur bien connu des  
25 électroniciens dont le rôle est de communiquer avec l'ordinateur ( PC par exemple) d'une part et d'assurer la gestion des dispositif 4, 5 17. Ainsi, selon une des procédures d'acquisition, pour une colonne validée toutes les lignes sont commutées tour à tour et l'information de pression contenue dans les cellules définies par l'intersection desdites  
30 lignes avec ladite colonne est séquentiellement numérisée et transmise au PC. On opère ainsi pour toutes les colonnes de la matrice 1. Dans un autre mode de réalisation, mais pas le seul, de l'interface électronique de mise en œuvre et de gestion du dispositif selon l'invention, d'un podomètre électronique, la surface matricielle 1 piézo-sensible du dit podomètre, a une dimension de 50x50 centimètres et est

composée de 4096 cellules organisées en matrice de 64 lignes et de 64 colonnes. Une cellule élémentaire que l'on peut assimiler à un pixel occupe une surface inférieure à un centimètre carré. La scrutation en séquence des 4096 pixels constitue une image graphique de la distribution des forces podales. Mais il peut s'avérer utile d'analyser plusieurs images à une cadence suffisante afin de reconstituer fidèlement les excursions des appuis plantaires. Une bonne représentation nécessite jusqu'à 100 images par seconde. Dans ces conditions la fréquence de l'acquisition devra être de 4096x100, i. e de plus de 400 kilohertz. Pour honorer une telle cadence on pourra soit disposer d'une carte d'acquisition embarquée dans un ordinateur de type PC avec un accès directe mémoire (DMA) bien connu des informaticiens, soit si l'on veut intégrer toute l'électronique dans la plate-forme, disposer d'une interface spéciale que l'on peut schématiser figure 17. Le circuit oscillateur 20, attaque un compteur binaire 21 de 4096 pas. Les 6 lignes de poids « faibles » en sortie de 21 attaquent un circuit 22, dit « décodeur 1 parmi 64 ». Ledit décodeur permet de sélectionner une ligne parmi les 64 lignes de la matrice sensible en fonction du code binaire présenté par les 6 lignes d'entrée de 22. La ligne de la matrice sensible ainsi sélectionnée est alimentée par une source de tension ou de courant stable. A titre d'exemple, le circuit 22 est composé de 4 circuit intégrés CMOS de type « CD 4514 », bien connu des électroniciens. Les 6 lignes de poids « forts » en sortie de 21 attaquent un circuit 23 dit « multiplexeur/démultiplexeur analogique, 1 parmi 64 ». Ledit circuit 23 permet de commuter une colonne parmi 64 colonnes de la matrice sensible. La colonne ainsi commutée permet de définir une capacité de la cellule élémentaire 24 qui se trouve à l'intersection de la ligne et de la colonne sélectionnées par 22 et 23. A titre d'exemple, le circuit 23 est composé de 4 circuit intégrés CMOS de type « CD 4067 », bien connu des électroniciens. Le courant circulant à travers la cellule 24 est mis en forme et amplifié par le circuit analogique 25 dont la sortie attaque un convertisseur Analogique Digital 26 de 8 bits de résolution par exemple. Le dispositif électronique 27 est une mémoire tampon de type « FIFO pour First In, First Out », il permet d'emmagasiner un grand nombre d'informations provenant du convertisseur à une cadence régulière et de les restituer à une cadence et une régularité compatibles avec les possibilités d'enregistrement de l'ordinateur branché en aval. Dans le pire des cas, la capacité en mémoire du FIFO devra être suffisante pour mémoriser le nombre d'images de 4096 pixels de 8 bits nécessaire au cours d'une séquence d'enregistrement. Ainsi pour une durée d'enregistrement de trente secondes à la

cadence de dix images par secondes, il faudrait disposer au pire de 30x10x4096 i. e  
prés de 1,3 Megaoctets. Le dispositif 28 est un circuit logique de contrôle, il fournit  
les signaux de commande nécessaires pour contrôler le convertisseur 26, et le FIFO  
27. Les informations digitalisées en provenance du FIFO 27 sont centralisées par le  
5 dispositif 32 appelé « microcontrôleur programmable » bien connu des électroniciens.  
Ledit dispositif assure par ailleurs d'une part par ses lignes de contrôle la gestion des  
circuits 27,28 et d'autre part par ses lignes de communication le transfert des données  
vers l'ordinateur 33 via un des ports d'échange qui peut être le port série, le port  
parallèle, le port USB ou tout autre port externe d'un ordinateur. Avec le système tel  
10 qu'il vient d'être schématiquement décrit il est possible d'utiliser un ordinateur  
portable pour exécuter une séquence d'enregistrement sur le dispositif selon  
l'invention, de la traiter, et d'en afficher les résultats selon le déroulement du  
programme d'analyse de la posture fourni par le constructeur.

## REVENDEICATIONS

5           1 – Procédé de fabrication d'un matériau 2 ayant des propriétés mécaniques et électromagnétiques capable d'une part d'opposer une force élastique lorsqu'il est contraint et d'offrir d'autre part un bon milieu diélectrique ou un milieu de haute perméabilité magnétique caractérisé en ce que ledit matériau est un élastomère liquide ou préférentiellement du latex de polymère dispersé dans lequel on ajoute de fines  
10 particules, polaires à forte constante diélectrique, ou magnétique selon les utilisations . La concentration desdites particules dans le mélange est telle que l'on obtienne une percolation, c'est à dire une distance relativement faible entre les particules dans le mélange. Le mélange est ensuite séché pour obtenir un polymère pur.

          2 – Dispositif selon la revendication 1 de mesure d'une force ou d'une  
15 pression caractérisé en ce qu'il soit composé de deux armatures de condensateur prenant en sandwich un matériau élastique à haute teneur en particules diélectriques, tel que lorsqu'une force de pincement est exercée sur lesdites armatures, elles se rapprochent l'une de l'autre proportionnellement à ladite force, modifiant ainsi la capacité dudit condensateur.

20           3 – Surface piézo-capacitive pour la mesure de distribution des forces selon la revendication 1 ou 2 caractérisée en ce que le matériau élastique à haute teneur en particules diélectriques dispose sur chacune de ses faces un réseau d'électrodes ou de bandes conductrices parallèles à l'un des cotés de la surface piézo- capacitive. Les dites bandes sur une des faces sont orthogonales à celles de la face opposée de sorte  
25 qu'à l'intersection de deux bandes des faces opposées, le nœud ainsi défini caractérise une capacité qui varie avec la force exercée de part et d'autre dudit nœud. La surface piézo capacitive se présente alors comme une matrice lignes-colonnes : lignes sur une des faces du matériau diélectrique et colonnes sur la face opposée.

          4 – Surface piézo capacitive pour la mesure de distribution des forces selon  
30 l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que les électrodes qui forment les lignes ou les colonnes de la matrice pré-citée soient collées ,sérigraphiées ou gravées selon la technique des circuits imprimés sur des feuilles plastiques isolantes souples 1a et 1b. Au moins une desdites feuilles est imprégnée du

mélange diélectrique avant séchage par mouillage ou l'un des procédés d'application qui se réfère aux enduits et aux peintures.

5 – Surface piézo capacitive pour la mesure de distribution des forces selon la revendication 4 caractérisé en ce que ladite surface soit constituée d'un empilement d'au moins 3 feuilles pré-imprégnées de diélectrique selon une séquence d'empilement ou les feuilles 1a et 1b sont alternées. Ce type d'empilement permet d'une part d'augmenter la capacité des cellules sélectionnées et d'autre part de modifier l'élasticité de l'ensemble. Toutes les lignes de même rang des feuilles 1b ainsi que toutes les colonnes de même rang des feuilles 1a sont électriquement raccordées.

10 6 – Surface piézo capacitive pour la mesure de distribution des forces selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la sélection d'une cellule élémentaire s'effectue entièrement sur une seule feuille 1d. Ladite cellule, est composée de 3 plans d'armature : 2 plans juxtaposés Pa et Pb de la feuille 1d et un plan Pc de la feuille 1c superposé aux 2 plans Pa et Pb et leur faisant face. La dimension du plan Pc de la feuille 1c englobe les dimensions extérieures des deux plans Pa et Pb. Le plan Pc est une armature flottante puisqu'elle n'est pas raccordée électriquement mais collabore avec les plans Pa et Pb pour réaliser 2 condensateurs. Ladite armature flottante peut jouer un rôle important contre les divers rayonnements parasites en ce qu'elle constitue un écran ou un blindage de garde. Si on organise la sélection des lignes (L) de la matrice sur tous les plans Pa d'une même rangée et la sélection des colonnes (C) sur tous les plans Pb transverses de ladite rangée, il est possible d'adresser l'un quelconque des bi-plans Pa, Pb de la matrice.

7 – Surface piézo capacitive pour la mesure de distribution des forces selon la revendication précédente caractérisé en ce que pour augmenter la capacité d'une cellule élémentaire et conserver les avantages du blindage et de la sélection mono-feuille, on réalise un empilement tel qu'entre deux feuilles 1c imprégnées de leur diélectrique 2, on intercale une feuille d'activation 1d. Les figures 11 et 12 détaillent le moyen de sélection et de lecture d'une cellule élémentaire. Si on connecte une source de courant E à la ligne L et une résistance R à la colonne C, on active un groupement série-parallèle de 4 condensateurs C1, C2, C3, C4 tel que le groupement série C1 et C2 est en parallèle avec le groupement série C3 et C4 (fig. 12). La capacité équivalente prend la valeur de l'une quelconque des capacités C1, C2, C3, C4, dans le cas où les deux diélectriques 2 sont de même épaisseur

8 – Dispositif selon la revendication 1 de mesure d'une force ou d'une pression à l'aide de cellules inductives caractérisé en ce que lesdites cellules soient composées de deux bobines ou selfs imprimées chacune sur un support isolant. Lesdites bobines se font face par l'intermédiaire d'un matériau élastique et perméable au champ magnétique de sorte que si on applique une force de part et d'autre des 2 supports contenant les bobines, elle se rapprochent et augmente leur couplage mutuel. Si l'une des bobines est alimenté par un signal alternatif (bobine primaire), l'autre (bobine secondaire) exhibe un signal qui dépend de l'intensité de la source primaire, de la perméabilité du milieu qui baigne les deux bobines et de la distance qui les sépare.

5

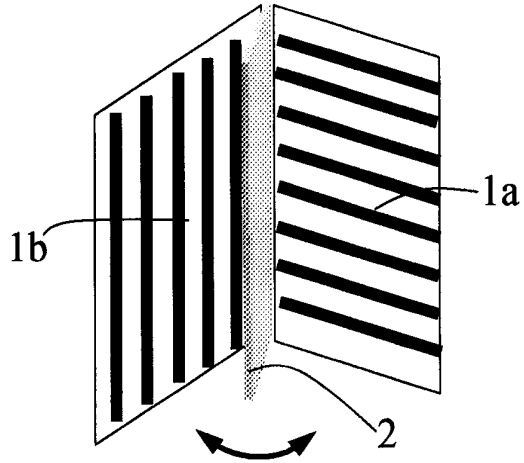


FIG. 1

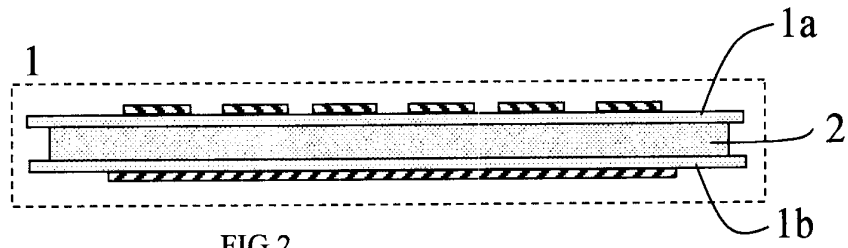


FIG. 2

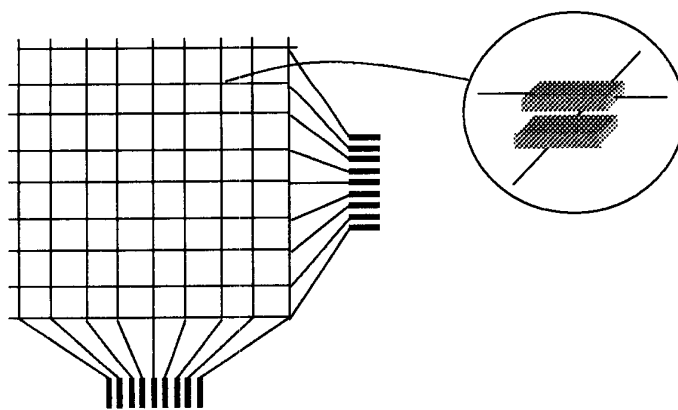


FIG. 3

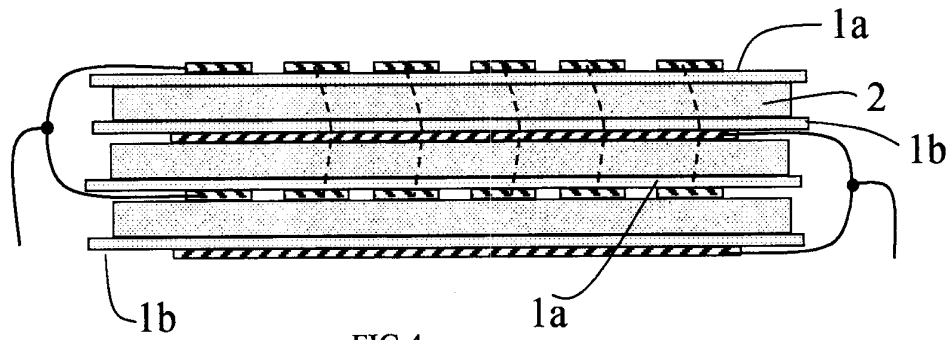


FIG. 4

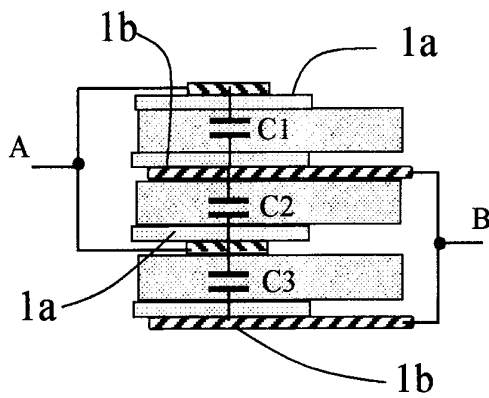


FIG. 5

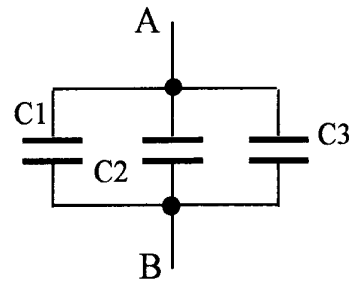
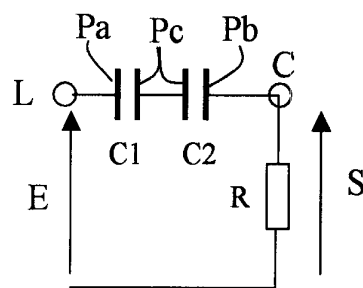
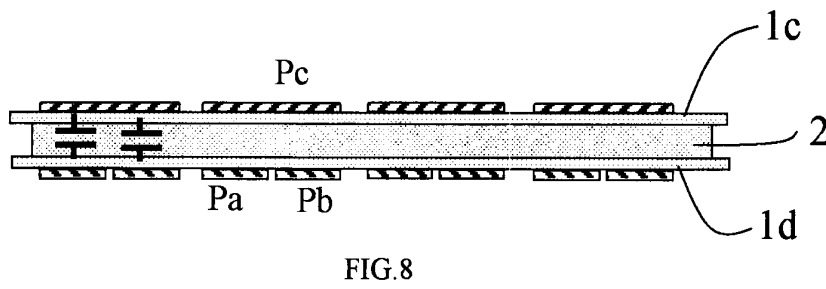
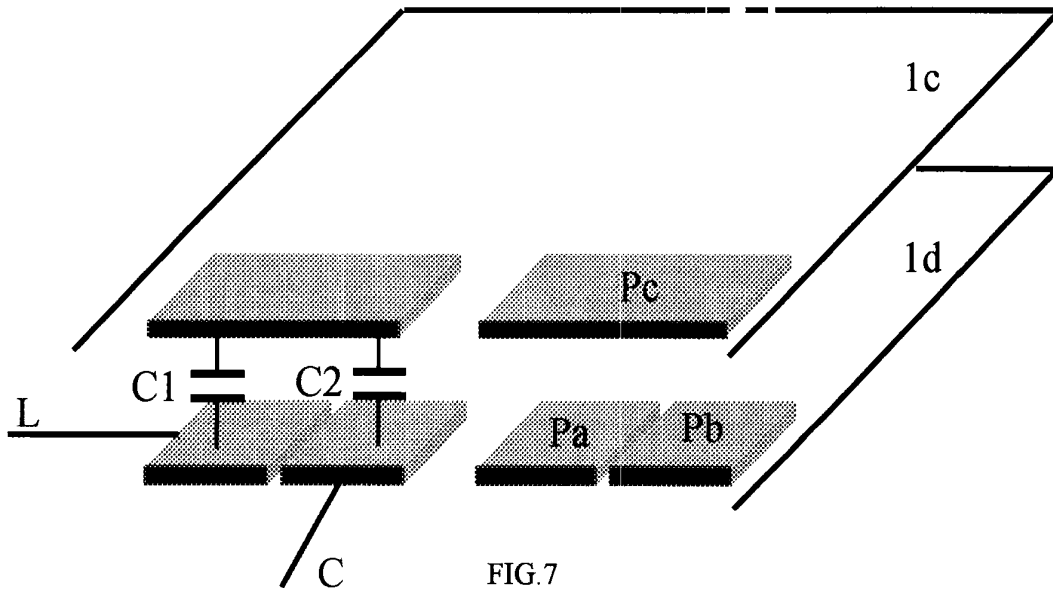


FIG. 6



4/6

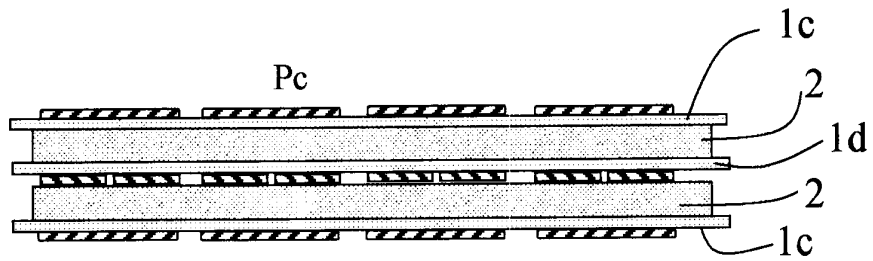


FIG. 10

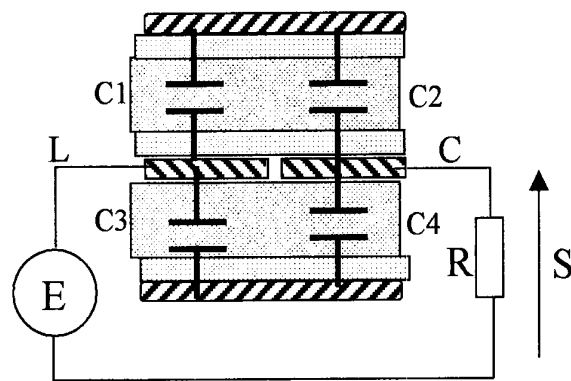


FIG. 11

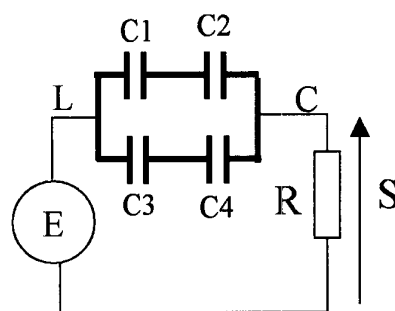


FIG. 12

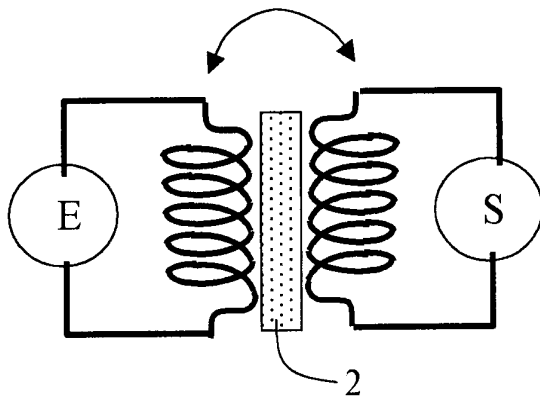


Fig. 13

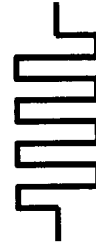


Fig. 14

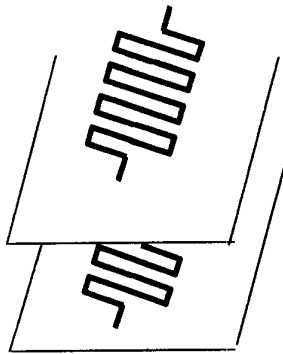


Fig. 15

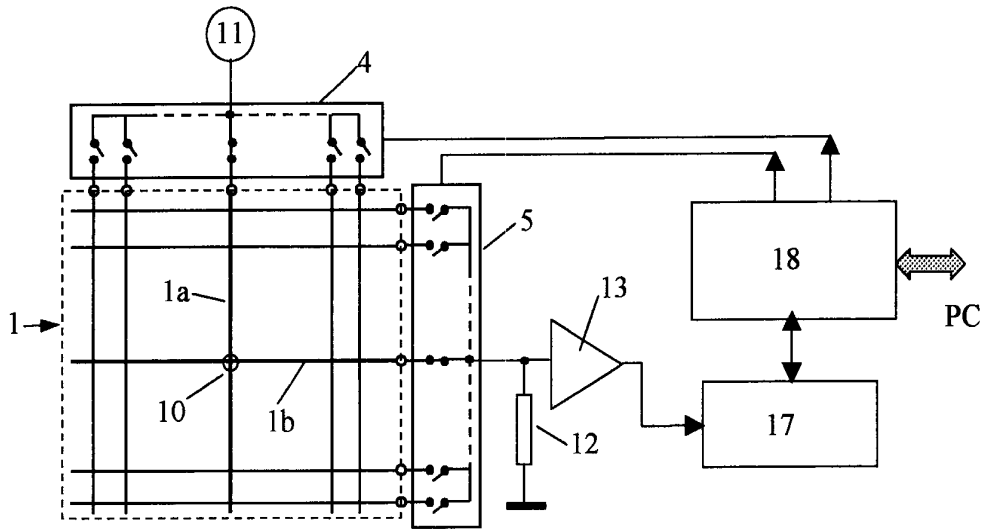


FIG. 16

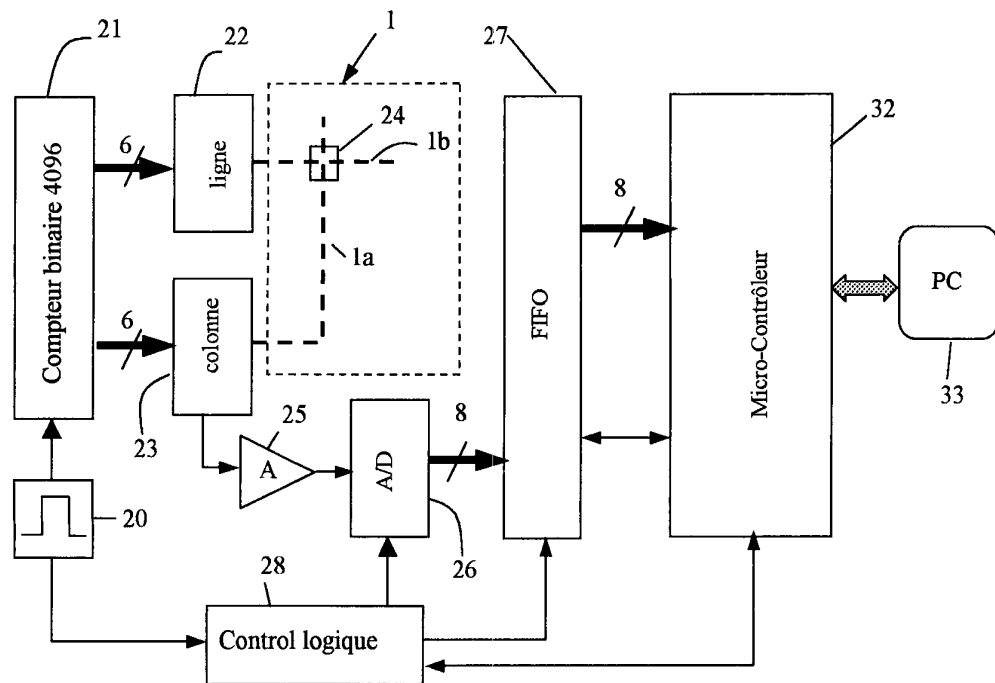


FIG. 17