

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 27.04.09.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 29.10.10 Bulletin 10/43.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE Etablissement public à caractère industriel et
commercial — FR.

⑦2 Inventeur(s) : GRANGE HUBERT.

⑦3 Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMI-
QUE Etablissement public à caractère industriel et com-
mercial.

⑦4 Mandataire(s) : BREVALEX.

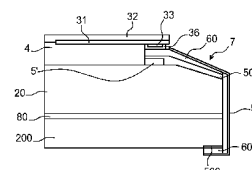
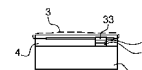
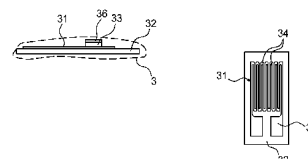
⑤4 CAPTEUR DE CONTRAINTE ET SON PROCEDE DE REALISATION.

⑤7 L'invention concerne un dispositif de mesures de dé-
formation comprenant:

a) au moins une jauge de contrainte (3), produisant un
signal lors de sa déformation,

b) au moins un premier substrat (2), comportant au
moins des moyens de traitement du signal et/ou des
moyens de transmission du signal par radiofréquence,

c) des moyens (4, 5, 6) pour assembler mécaniquement
la jauge et le substrat et des moyens pour connecter électri-
quement la jauge et le substrat.



CAPTEUR DE CONTRAINTE ET SON PROCEDE DE REALISATION

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE ET ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

L'invention concerne le domaine de la
5 mesure de déformations de structures et plus
précisément la fabrication de dispositifs de mesure
réalisés par des technologies de fabrication collective
utilisées pour la microélectronique et permettant de
réaliser un grand nombre de composants sur un même
10 substrat, par exemple en silicium.

Les applications de ces capteurs sont
multiples: mesures des déformations en plusieurs points
d'une surface, du type d'une aile d'avion ou d'une
voile de bateau, qui nécessitent un grand nombre de
15 points de mesures (jusqu'à 2000 points pour une aile
d'avion) ou mesures de poids avec des jauges rapportées
sur des corps d'épreuves spécifiques, par exemple des
balances.

Les mesures de contraintes dans les
20 structures mécaniques sont en général effectuées en
fixant des jauges métalliques sur les zones où on
désire faire les mesures. Les balances utilisent aussi
des jauges de contraintes collées sur des corps
d'épreuve en 4 points. Cela permet d'améliorer la
25 précision de mesure en autorisant un montage en pont de
Wheatstone avec 2 jauges opposées qui travaillent en
traction et 2 jauges qui travaillent en compression. Un
exemple de jauge de contrainte sur support souple et un

capteur muni de cette jauge sont décrits dans la demande WO94/02815.

Une telle jauge métallique peut être constituée de fils métalliques laminés ou tréfilés collés sur un film plastique (par exemple en Polyimide de 25 à 50 μm d'épaisseur) ou déposés en couche mince par pulvérisation cathodique sur film plastique de 25 μm d'épaisseur, formant une piste métallique et des plots de soudure qui permettront la reprise des contacts électriques. La jauge métallique est ensuite gravée chimiquement après une opération de dépôt de résine, et d'une insolation suivant la géométrie désirée et suivie par une révélation qui définit les parties gravées et non gravées.

Les jauges collées sur des corps d'épreuve sont reliées électriquement à des moyens de transmission des signaux détectés par chaque jauge, pour être traités. Ceci se fait au moyen de fils électriques soudés aux plots de contact des jauges. La soudure de fils reliant les composants ne pose pas de problèmes dans les cas de mesures où un nombre limité de capteurs sont utilisés du fait du faible nombre de fils. Il n'y a pas de restriction non plus au nombre de fils quand il n'y a pas de problèmes de place disponible pour le passage des fils ou pour les souder.

Une jauge métallique, fixée à un corps d'épreuve, traversée par un courant électrique circulant dans la piste métallique, se déforme en suivant la déformation du corps d'épreuve, lorsqu'une contrainte est appliquée au corps d'épreuve. Alors, la

piste métallique, suivant la déformation imposée, subit proportionnellement une variation de sa résistance.

Connaissant le matériau et la forme du corps d'épreuve ainsi que la variation de résistance il est possible de remonter par calcul à la déformation initiale du corps d'épreuve et à la contrainte dans le corps d'épreuve.

Ces jauges peuvent être utilisées pour mesurer des déformations en un certain nombre de points prédéterminés qui permettront de remonter aux contraintes exercées sur la structure entière: on rencontre ce type de mesures pour analyser les contraintes sur une aile d'avion, ou sur un ouvrage en béton tel qu'un pont ou sur un barrage ou encore sur d'autres structures. Ces mesures nécessitent l'utilisation d'un très grand nombre de jauges montées à l'unité ou en ponts de Wheatstone, et demandent donc un grand nombre de fils qui devront être soudés aux jauges et reliés aux appareils de mesure. En particulier, le nombre de 2000 jauges est couramment cité pour les mesures de contraintes sur une aile d'avion.

De plus, le câblage des fils est difficile ou impossible dans un certain nombre de cas :

- pour des jauges à sorties longues ou lorsqu'il est impossible de disposer au-dessus du point de positionnement de la jauge d'un espace suffisant pour effectuer les soudures et les câblages : par exemple dans le cas d'un empilement de tôles d'un moteur électrique ou dans le cas d'un transformateur ou

de la disposition de jauges à travers des fentes étroites,

- pour l'utilisation d'un grand nombre de jauges, par exemple pour mesurer un gradient de contraintes,

- pour les mesures sur des bords, des arêtes et des congés où les jauges classiques ne peuvent être câblées,

- pour l'utilisation de jauges très étroites qui trouvent leur emploi sur la tranche d'une plaque relativement mince, sur des nervures, sur des très petites lames,

- pour des mesures dans des cavités fermées telles que dans des pneus de voitures ou d'avions ou des cavités dans des ouvrages en béton.

De plus, dans les cas où l'installation est possible, l'installation de ces jauges métalliques coûte cher en fils conducteurs métalliques pour les jonctions électriques et de transmission du signal de déformation et est difficile à cause de l'encombrement important et des multiples connexions nécessaire pour collecter, différencier, identifier et traiter chacune des jauges utilisées sans intervertir deux jauges.

Il se pose donc le problème de trouver un nouveau type de jauge et un nouveau procédé de réalisation d'une jauge permettant notamment de résoudre les problèmes ci dessus.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

Pour pallier ces problèmes, l'invention concerne un dispositif de mesures de déformation comportant :

5 a) au moins une jauge de contrainte, produisant un signal lors de sa déformation,

b) au moins un premier substrat, comportant au moins des moyens de traitement du signal et/ou des moyens de transmission du signal par radiofréquence,

10 c) des moyens pour relier mécaniquement la jauge et le substrat et des moyens pour relier électriquement la jauge et le substrat.

Selon l'invention, les moyens pour assembler mécaniquement la jauge et le premier substrat
15 sont des moyens de solidarisation comportant une couche de matériau ayant des propriétés élastiques disposée entre la jauge et le premier substrat. Par des propriétés élastiques, on entend des propriétés mécaniques, en particulier de déformation élastique,
20 suffisantes pour permettre aux moyens de solidarisation d'absorber des déformations élastiques de la jauge de contrainte sans transmettre, ou en transmettant le moins possible, ces déformations au premier substrat et sans limiter l'étendue de ces déformations dans la
25 jauge de contrainte.

Ainsi, le premier substrat est fixé mécaniquement à la jauge sans en limiter les déformations. On réduit ainsi le risque de limiter ou de bloquer la déformation de la jauge et ainsi de
30 limiter la sensibilité de la jauge.

Par exemple cette couche à propriétés élastiques est en élastomère ou en résine. Elle peut être en polyuréthane ou en un élastomère à base de silicone. Cette couche peut être un film adhésif
5 souple.

D'une manière générale, cette couche :

- a une dureté qui peut être comprise entre 33 et 95 Shore A ou entre 33 et 55 Shore D ;
- et/ou a une épaisseur par exemple
10 comprise entre 10 μm et 200 μm ;
- et/ou a une composition choisie en fonction de la déformation pendant la sollicitation de la jauge et la gamme de température en utilisation pour ne pas limiter la déformation de la jauge ni se
15 dégrader.

Cette couche peut être adhésive ou non dans un dispositif selon l'invention prêt à l'emploi ; en particulier elle peut être en un matériau qui est initialement adhésif et qui, après réticulation ou séchage ou polymérisation, ne comporte plus de
20 propriété adhésive ou de collage hormis avec ce qui était préalablement collé. C'est par exemple un polyuréthane ou un élastomère à base de silicone ou une résine élastomère. Dans la suite de la description on
25 utilisera de façon indifférenciée les termes « film souple » ou « film adhésif » pour décrire les moyens de solidarisation.

Selon l'invention, les données mesurées ne nécessitent pas de câblages externes au dispositif pour
30 être fournies à des moyens de traitement et/ou de transmission RF de données.

Selon une réalisation, les moyens de connexion électrique traversent les moyens pour relier mécaniquement la jauge et le substrat. Par exemple un film ou une couche, qui assemble les deux éléments, est
5 traversée par des connexions électriques.

Ainsi, il n'y a plus de fils à disposer entre une jauge appliquée à un objet ou à une structure et des moyens de traitement des signaux et/ou des moyens de transmission RF de données.

10 La jauge de contrainte comporte par exemple une piste métallique sur un support généralement souple, qui permet d'être collé à une surface non plane. Dans la suite, par souci de simplification, ce support sera nommé « support souple » sans pour autant
15 limiter l'invention au cas d'un support souple. Lors d'une déformation du corps d'épreuve sur lequel la jauge est fixée, celle-ci subit une déformation qui est transmise par le support souple à la piste métallique et qui en modifie la résistance. Le support souple est
20 tourné vers la structure dont les déformations sont à mesurer et la jauge vers le premier substrat.

Avantageusement, un tel dispositif comporte des moyens de transmission du signal par radiofréquence, de préférence de type RFID. Ainsi, un
25 dispositif selon l'invention est autonome et ne nécessite aucun câblage pour traiter les données et/ou pour transmettre les mesures de déformation. Cela permet éventuellement de disposer un dispositif selon l'invention dans un milieu fermé. En variante, des
30 liaisons filaires permettent de réaliser la transmission.

Un tel dispositif peut comporter en outre des moyens formant antenne pour les moyens de transmission du signal.

Dans un cas particulier, c'est la jauge, 5 comportant une piste métallique, qui forme antenne pour les moyens de transmission du signal. En variante, des moyens formant antenne peuvent être déposés sur le premier ou sur le deuxième substrat.

Dans un dispositif selon l'invention, un 10 deuxième substrat peut être assemblé mécaniquement avec le premier. Par exemple ils sont collés l'un à l'autre, chacun par une de ses faces. Au moins un des substrats peut comporter des moyens de reprise de connexions électriques, par exemple sous la forme d'un chanfrein. 15 Les deux substrats peuvent être reliés électriquement, aux moyens de connexions. Dans un mode de réalisation particulier, ces connexions sont fixées d'un côté sur des extensions de contact formées sur un chanfrein présent sur la face avant du premier circuit ou 20 substrat ou circuit intégré et de l'autre côté sur des plots de contacts présents sur le deuxième substrat ou circuit intégré. L'un des substrats peut comporter au moins une partie des moyens de transmission et l'autre substrat une partie de moyens de traitement du signal.

25 Chacun des moyens de traitement des données et des moyens de transmission par radiofréquence peut être réalisé sous la forme d'un circuit électronique, intégré au premier substrat ou au deuxième substrat.

Un dispositif selon l'invention peut être 30 associé à des moyens d'alimentation électrique, pour alimenter la jauge et/ou des moyens de traitement et/ou

de transmission du signal. Par exemple les moyens de transmission par radiofréquence comportent un dispositif de télé-alimentation par radiofréquence de type RFID. Ils peuvent être confondus avec les moyens
5 de transmission, en particulier de type RF. Ou bien, une pile ou micropile est solidarisée avec la jauge ou avec les moyens de traitement et/ou transmission du signal. Une alimentation par une source externe peut aussi être réalisée. Les moyens d'alimentation
10 électrique peuvent être formés sur le premier ou le deuxième substrat.

L'invention concerne aussi un procédé de fabrication de dispositifs tels que ceux décrit plus haut.

15 L'invention concerne donc également un procédé de réalisation d'un dispositif de mesures de déformation comportant :

a) l'assemblage d'une jauge de contraintes et d'un premier substrat comportant au moins des moyens
20 de traitement du signal et/ou des moyens de transmission du signal par radiofréquence ;

b) la formation de moyens pour connecter électriquement la jauge et le substrat.

L'étape a) d'assemblage mécanique peut être
25 réalisée au moyen d'une couche de matériau ayant des propriétés élastiques, déposée par exemple sur le premier substrat. On peut se reporter à ce qui a déjà été décrit ci dessus concernant cette couche.

L'étape b) peut comporter la formation de
30 connexions électriques à travers cette couche.

L'étape a) permet d'assembler mécaniquement et de solidariser la jauge et le premier substrat, même si ceci est réalisé par le biais d'une couche présentant une certaine élasticité.

5 Un deuxième substrat peut en outre être assemblé au premier substrat. Ce deuxième substrat peut lui aussi comporter un ou plusieurs circuits, par exemple un circuit de transmission RF de données. Des connexions électriques peuvent être établies entre ce
10 circuit et un circuit du premier substrat. Des moyens de reprise de connexions électriques peuvent être réalisés sur le premier substrat et/ou sur le deuxième substrat. Des moyens d'alimentation électrique, pour alimenter la jauge et/ou des moyens de traitement et/ou
15 de transmission du signal, peuvent être en outre prévus. Pour ces moyens, on se reportera aux explications déjà données ci-dessus.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

20 - Les figures 1A et 1B illustrent une jauge de contrainte pouvant être utilisée dans l'invention,
- les figures 2A et 2B illustrent un dispositif selon deux modes de réalisation de l'invention, comportant un ou au moins deux circuits
25 intégrés,
- les figures 3A à 3E illustrent un premier mode de réalisation d'un procédé selon l'invention,
- la figure 3F représente un dispositif selon l'invention, en position de mesure sur une
30 structure,

- les figures 4A à 4G illustrent un procédé selon un second mode de réalisation de l'invention, les moyens de traitement et/ou transmission du signal comprenant au moins deux circuits intégrés,
- 5 - la figure 4H représente un dispositif selon l'invention, en position de mesure sur une structure.
- les figures 5A à 5C représentent différents dispositifs selon l'invention comportant des
- 10 moyens formant antenne.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

L'invention concerne un dispositif de mesure de déformation ou de contraintes d'un corps d'épreuve. Un signal est prélevé, lors d'une déformation d'une jauge métallique et peut être traité par le dispositif lui-même et éventuellement émis.

15

Plus particulièrement l'invention concerne notamment une jauge métallique associée à des moyens de traitement du signal émis lors d'une déformation de la jauge.

20

Une jauge métallique qui peut être utilisée dans un dispositif selon l'invention comporte avantageusement une portion métallique 31, composée par exemple de fils métalliques laminés ou tréfilés-collés, présente sur un support souple 32 (figure 1A).

25

On appelle support souple un support que l'on peut coller à une surface non plane pour en épouser les variations.

30 La jauge mesure les déformations suivant une direction parallèle à ses fils. Si on veut mesurer

des déformations suivant une direction perpendiculaire aux fils, il faut coller une autre jauge, dont les fils seront disposés suivant cette direction perpendiculaire, ou utiliser une jauge en forme de rosette. On peut se reporter, à ce sujet, à l'ouvrage de J.Avril, Encyclopédie d'analyse des contraintes, Micromesures, 1984, par exemple à la page 242 de cet ouvrage.

Le support souple peut être un film plastique ou polymère, par exemple un polyimide de type Upilex S ; il a avantageusement une épaisseur comprise entre 20 μm et 70 μm . Préférentiellement la portion métallique comporte une piste métallique formant des boucles 34 et au moins deux zones de contact. Sur ces zones de contact sont avantageusement présents des plots de contacts 33 pouvant avoir un niveau, dans une direction perpendiculaire à un plan comprenant la piste métallique, différent de celui de la piste métallique (figure 1A-1B).

Le matériau de la piste métallique est choisi en fonction de la sensibilité aux déformations et des performances voulues pour la jauge en termes d'hystérésis, de fluage, de coefficient de température de la résistance (TCR), de coefficients de température de la sensibilité (TCS). Le matériau choisi est avantageusement un alliage tel que par exemple NiCuMn, ou NiCr ou NiCrSi ou NiCrFe ou PtW.

Des jauges utilisables pour l'invention peuvent être trouvées chez des fabricants tels que SEEA, Vishay ou Scaime.

Les matériaux des jauges permettent des élongations maximales, lors de la sollicitation de la jauge, variables suivant le domaine de mesures visé. Les jauges de hautes performances sont généralement
5 limitées à 1 ou 2% d'élongation (10 ou 20 mm/m). Les jauges d'usage courant, ayant un support souple en polyimide, peuvent avoir une élongation comprise entre 5% et 15%. Les jauges sans support, collées à l'aide d'un ciment céramique, sont limitées à 0,5%
10 d'élongation. Il existe aussi des jauges spécialement conçues pour les grandes élongations, jusqu'à 20 ou 25%.

Dans un mode avantageux de l'invention, il peut y avoir une couche 36 de matériau de soudure en
15 contact avec les plots de contact 33 de la jauge de contrainte 3.

Deux modes de réalisations d'un dispositif selon l'invention sont décrits en figures 2A et 2B.

Un premier mode de réalisation d'un
20 dispositif selon l'invention, illustré en figure 2A, comprend une jauge métallique 3 solidarisée avec un substrat 2 comportant des moyens de traitement du signal. Ce substrat 2 peut être du type utilisé dans l'industrie de la microélectronique, il peut en
25 particulier être en matériau semiconducteur.

Les moyens de traitement du signal comportent par exemple un circuit électronique qui réalise les fonctionnalités nécessitées pour la mise en œuvre de ce traitement. Dans un exemple de réalisation,
30 le substrat ou le circuit intégré comportant le circuit électronique de traitement du signal comporte de plus,

relié électriquement et électroniquement au dit circuit de traitement du signal, des moyens ou un circuit électronique de transmission du signal, formant un circuit électronique d'émission. De tels moyens de transmission permettent de transmettre des données depuis la jauge vers des moyens extérieurs. Préférentiellement, la transmission du signal est de type par radiofréquences (RF).

Avantageusement, ces moyens de transmission du signal comportent des moyens ou un circuit de type RFID. Les circuits de type RFID permettent de procéder à une téléalimentation, c'est-à-dire une alimentation en énergie au moyen d'ondes électromagnétiques. Il n'est alors pas nécessaire de fournir des moyens d'alimentation électrique supplémentaires, bien qu'il puisse en être prévu pour palier des circonstances ne permettant pas la téléalimentation. Par exemple, une pile peut être associée au dispositif.

La jauge 3 elle même peut servir d'antenne d'émission et/ou de réception pour approvisionner le dispositif en électricité.

Préférentiellement, chacun des circuits électroniques de traitement du signal et de transmission RF du signal est un circuit intégré qui peut être présent à la surface du substrat 2. Il peut y avoir plusieurs circuits à la surface du substrat.

Les moyens de traitement et éventuellement de transmission peuvent être enrobés d'un capot de protection (non représenté), par exemple en silicium ou en résine époxy. Par exemple, un tel capot protège les interconnexions et les transistors composant un circuit

électronique, contenu dans ces moyens, contre des dégradations telles que des dégradations chimiques ou dues à des rayonnements électromagnétiques.

Le substrat ou circuit 2 est mécaniquement
5 relié à la jauge 3 grâce à des moyens de solidarisation 4. Des moyens 5, 6 de connexion électrique permettent de transmettre, aux moyens de traitement des données, le signal de la jauge.

De préférence, les moyens de solidarisation
10 4 ont des propriétés élastiques suffisantes pour ne pas modifier, ou modifier le moins possible, la déformation de la jauge lors d'une sollicitation de cette dernière et pour ne pas transmettre, ou en transmettant le moins possible, la déformation de la jauge au premier
15 substrat. Ces moyens 4 ont en outre des propriétés de duretés et d'adhérence suffisantes pour relier ou assembler mécaniquement la jauge au substrat du circuit. La distance entre la jauge et le substrat 2 est donc sensiblement constante. Elle est en tout cas
20 inférieure à quelques centaines de μm , par exemple inférieure à 100 μm ou à 200 μm . Cette distance est la somme des épaisseurs des couches disposées entre la jauge et le substrat. De préférence cette distance est égale à l'épaisseur des moyens de solidarisation après
25 séchage ou polymérisation et est proche de l'épaisseur déposée du film souple.

Ces moyens comportent préférentiellement un film souple de 5 μm à 150 μm d'épaisseur, avantageusement 10 μm à 130 μm .

30 De préférence, on utilise, pour les moyens de solidarisation 4, un ou plusieurs matériaux, la

dureté de chacun de ces matériaux étant inférieure à 100 Shore A. Le film souple est par exemple en polyuréthane (PU). American Polyfilm fabrique par exemple des films de TPU (PU thermoplastique) ayant une
5 dureté entre 70 et 95 Shores A. Ces films souples ont une excellente souplesse à basse température, ils conservent leur souplesse jusqu'à -50°C. Ces matériaux ont de plus une très grande résistance à la rupture : 4000 à 9500 psi.

10 Alternativement, le film souple peut être un élastomère de type silicone. En effet la plage d'utilisation en température des élastomères de type silicone est importante (-60 à + 250 °C), et leur élasticité est élevée (Dureté Shore A : 33 à 80).

15 Un autre exemple possible de matériau pouvant convenir pour certaines applications de l'invention est une résine, si elle présente des propriétés élastiques telles que décrites précédemment.

Ce peut par exemple être une résine à base
20 de polyuréthane du type NOA65 produite par la société Epotecnny.

Le choix du matériau utilisé et de sa composition se fait préférentiellement en fonction de l'élongation maximale en sollicitation de la jauge
25 choisie et des températures auxquelles la jauge sera soumise de façon à ne pas influencer la déformation de la jauge et à conserver une adhésion entre la jauge et les moyens de traitement et/ou transmission du signal.

Du point de vue électrique, des moyens de
30 connexion peuvent être prévus entre la jauge 3 et le substrat ou le circuit 2. Ainsi peuvent être prévus au

moins deux plots de soudure 6, situés en contact avec au moins deux plots de contacts 5 présents sur le premier substrat 2. Dans le cas où il y a un capot à la surface du substrat, les plots de contacts 5 traversent le capot et permettent un contact électrique avec le ou les circuit(s) électronique(s). Un exemple d'un tel capot et de la formation de tels plots de contacts 5 peut se trouver dans l'article de H. Grange, et al. : « A Bi-axis Accelerometer with a Chip Size Packaging Technology for a Pacemaker Application » ESSDERC'98 pp.200-203.

Les plots de soudure 6 peuvent être en Indium, ou en InSn ou en SnPb ou en alliage sans plomb.

Les moyens de connexion 5, 6 traversent les moyens de solidarisation 4 et relient électriquement le substrat du circuit 2 et la jauge 31. Il peut y avoir plus de deux ensembles « plots de soudure - plots de contact ».

Le dispositif selon l'invention peut être collé sur un corps d'épreuve 10 dont on veut mesurer la déformation ou calculer la contrainte (figure 3F). Ce collage se fait généralement par des moyens de fixation rigides 8, de préférence une colle rigide ayant une grande résistance au cisaillement et une faible élasticité. Alternativement ce peut être une couche de ciment céramique ou tout autre moyen de fixation rigide. Cette couche de colle rigide 8 peut être une couche de type époxyde, par exemple de type M600 ou M610 produites par Vishay, ayant les propriétés de rigidité désirées. Cette couche 8 maintient la jauge de

contrainte 3 en contact avec le corps d'épreuve 10 par l'intermédiaire du support souple +de la jauge. Cette couche de colle 8, par sa propriété de résistance au cisaillement permet de transmettre les déformations du corps d'épreuve 10 à la jauge 3 avec le minimum de pertes. Cela permet ainsi une déformation maximale, ou une variation de longueur maximale, de la jauge de contrainte 3, qui se déforme proportionnellement à la contrainte appliquée, en compression ou en traction.

10 Un deuxième mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention est illustré en figure 2B.

Comme dans le premier mode de réalisation de dispositif selon l'invention comprend une jauge, par exemple du type décrit ci-dessus, qui est fixée à un premier substrat 20 comprenant au moins des moyens de traitement du signal de la jauge. La jauge 3 et le premier substrat sont reliés par des moyens de solidarisation 4 comme déjà expliqué ci-dessus.

20 Dans ce mode de réalisation, certaines caractéristiques de la jauge 3 et des moyens de solidarisation 4 sont identiques à celles du premier mode de réalisation de l'invention. Elles sont donc présentées en figure 2B par les mêmes références. On peut se reporter à la description ci-dessus en ce qui les concerne.

25 Dans ce mode de réalisation, est prévu au moins un deuxième substrat ou circuit intégré, 200 différent du premier substrat 20. Avantageusement, l'un des substrats ou circuits intégrés contient au moins une partie des moyens de transmission par

radiofréquence et l'autre contient les moyens de traitement du signal.

Dans un cas où le premier substrat contient des moyens de traitement du signal émis lors d'une sollicitation de la jauge, le deuxième substrat 200 comporte des moyens de transmission du signal.

Le premier substrat 20 comporte deux faces principales, la première contenant par exemple un circuit électronique et la deuxième étant vierge de circuit électronique, pouvant par exemple être en silicium. La première face est tournée vers la jauge, la deuxième face est sensiblement parallèle à la première et lui est opposée. En outre, le substrat 20 peut comporter des moyens permettant une reprise des connexions électriques sur un des cotés de la première face. Par exemple, sur un des cotés de la première face, le premier substrat 20 comporte un chanfrein 7, formant un angle tel que l'épaisseur du substrat soit plus faible près du bord extérieur comportant le chanfrein qu'à l'intérieur ou au centre du substrat 20.

Sur le chanfrein 7 peuvent être présents des moyens de connexion, par exemple des pistes ou extensions métalliques 50 reliées au circuit électronique contenu dans le substrat 20 au moyen de plots de contacts 5' traversant l'éventuel capot. Sur ces pistes 50 peut être disposée une ou des couche(s) de matériau de soudure 60.

Avantageusement les circuits électroniques présents dans chacun des circuits intégrés 20,200 peuvent être enrobés dans un capot, par exemple en silicium ou en résine époxy, qui protège les

interconnexions composant les circuits électroniques contre des dégradations chimiques ou dues à des rayonnements électromagnétiques. Alors le chanfrein 7 est formé dans le matériau du capot, ne dégradant pas le circuit électronique présent sous le capot.

Le deuxième substrat ou circuit intégré 200 présente deux faces, l'une, dite première face, contenant un circuit électronique, cette première face peut être recouverte d'un capot et peut présenter des plots de contact 500. L'autre face, dite deuxième face, est vierge de circuits intégrés. Les deux faces vierges, ou secondes faces, des deux circuits intégrés 20, 200 sont fixées ensemble par des moyens de fixation 80. Ces moyens de fixation 80 comportent avantagement une couche ou une colle souple ou rigide (car elle ne joue pas de rôle particulier dans la mesure d'une contrainte), par exemple de type Vishay M610 ou un ciment céramique ou tout autre moyen de fixation.

De plus, des plots de contacts 500 du deuxième substrat 200 sont avantagement recouverts individuellement par une épaisseur de matériau de soudure 600, qui forme couche conductrice. Par l'intermédiaire de cette épaisseur de matériau de soudure, les plots de contact 500 du second substrat ou circuit intégré sont reliés électriquement par des moyens de connexion ou raccords 9 à des moyens de connexion électrique du premier substrat, par exemple au matériau de soudure 60 présent sur chaque extension de contact 50 présente sur le chanfrein 7 du premier substrat 20.

Ce second mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention peut lui aussi être fixé sur un corps d'épreuve, dont on veut mesurer la déformation, avec des moyens de fixation rigides 8 tels
5 que décrits précédemment, par exemple une colle rigide ayant une grande résistance au cisaillement, du type M610 produite par Vishay.

Un dispositif selon l'invention, quel qu'en soit le mode de réalisation, peut comporter ou être
10 connecté à des moyens d'alimentation ; par exemple il est relié, via une connexion au moyen de fils électriques, à un réseau électrique ou une batterie située à l'extérieur du dispositif. En variante, une pile ou une micropile peut être fixée ou intégrée au
15 dispositif.

Cependant, de façon avantageuse, les moyens d'alimentation comportent des moyens de télé-alimentation par radiofréquence. Dans ce cas là, des moyens de transmission du signal par radiofréquence
20 sont prévus, préférentiellement du type RFID et ces moyens combinent les fonctions de moyens de télé-alimentation et de moyens de transmission du signal.

De même, dans chacun des deux modes de réalisation précités une antenne peut être reliée aux
25 moyens de transmission du signal. L'antenne est préférentiellement une grille conductrice électriquement qui peut être comprise sur ou dans un des circuits électroniques ou sur la jauge 3. Avantageusement, la piste métallique 31 de la jauge de
30 contrainte 3 sert d'antenne, et elle est reliée de façon appropriée aux moyens de transmission du signal

par des plots de contacts. Ces plots de contacts peuvent être ceux formant le contact électrique entre la jauge et le premier substrat ou peuvent être d'autres plots de contact.

5 Dans le cas où l'antenne est comprise sur le deuxième substrat 200, la grille conductrice formant antenne est avantageusement en contact avec l'air.

 En variante, l'antenne peut être constituée du corps d'épreuve 10 si celui-ci est métallique et
10 n'est relié à aucune autre source de courant.

 Des dispositifs selon l'invention et comportant des moyens formant antenne sont illustrés en figures 5A à 5C. Dans ces figures, chaque dispositif est relié à un corps d'épreuve 10.

15 Dans le cas illustré par la figure 5A, une couche métallique 11 forme antenne, elle est collée sur la face vierge du premier substrat 2, du côté opposé à la jauge. Des plots de contacts 500 sont disposés sur la couche métallique 11. Le premier substrat 2 comporte
20 deux faces principales, la première contenant par exemple un circuit électronique et la deuxième étant vierge de circuit électronique, pouvant par exemple être en silicium. La première face est tournée vers la jauge, la deuxième face est sensiblement parallèle à la
25 première et lui est opposée. En outre, ce substrat 2 peut comporter des moyens permettant une reprise des connexions électriques sur un des cotés de la première face. Par exemple, sur un des cotés de la première face, le premier substrat 2 comporte un chanfrein 7,
30 formant un angle tel que l'épaisseur du substrat soit

plus faible près du bord extérieur comportant le chanfrein qu'à l'intérieur ou au centre du substrat 2.

Sur le chanfrein 7 peuvent être présents des moyens de connexion, par exemple des pistes ou extensions métalliques 50 reliées au circuit électronique contenu dans le substrat 20 au moyen de plots de contacts 5' traversant l'éventuel capot. Sur ces pistes 50 peut être disposée une ou des couche(s) de matériau de soudure 60. Une épaisseur de matériau de soudure 600 forme couche conductrice.

Par l'intermédiaire de cette épaisseur de matériau de soudure, les plots de contact 500 de l'antenne sont reliés électriquement par des moyens de connexion ou raccords 9 à des moyens de connexion électrique du premier substrat, par exemple au matériau de soudure 60 présent sur chaque extension de contact 50 présente sur le chanfrein 7 du substrat 2.

Un même matériau de soudure peut avantageusement former chacune des couches en matériau de soudure du dispositif selon l'invention : 6, 36, 60, 600.

Le cas illustré par la figure 5B est celui d'un dispositif comportant deux substrats 2, 200, du type déjà décrit ci-dessus avec la figure 2B. Une couche métallique 11 formant antenne est de plus disposée sur la face du second substrat 200 qui n'est pas collée au premier substrat 2. Cette couche métallique est reliée aux plots de contact 500 présents sur le deuxième substrat au moyen d'extensions conductrices 110 pouvant faire partie de la couche

métallique 11. Le second substrat 200 peut comporter ou non un circuit électronique.

Le dispositif illustré en figure 5C est un dispositif comparable à celui illustré en figure 5B, comprenant de plus une micropile 130 positionnée sur la face du second substrat 200 qui n'est pas collée avec le premier substrat 20. Cette micropile 130 est solidarisée avec le second substrat 200. Elle peut être de plus reliée électriquement au second substrat 200, par exemple au moyen d'extensions conductrices 137 reliées à la micropile 130. Ces extensions 137 peuvent être solidarisées électriquement avec des plots de contact 135, présents sur le substrat 200, par exemple par une couche de matériau à faible température de fusion 136.

Il est également possible de positionner une micropile au dos d'un dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention, par exemple dans le mode de réalisation décrit ci-dessus avec la figure 5A.

20

L'invention concerne aussi des procédés de réalisation d'un dispositif selon l'invention. Ces procédés sont illustrés en figures 3A-3E et 4A-4G.

Le premier procédé selon l'invention, illustré en figures 3A à 3E, concerne un procédé de réalisation d'un dispositif selon le premier mode de réalisation, illustré en figure 2A.

En premier lieu est choisi un circuit intégré 2, comportant au moins des moyens de traitement du signal et, par exemple, des moyens de transmission du signal par radiofréquence. Ces moyens sont, par

30

exemple, sous la forme d'au moins un circuit électronique compris dans un circuit intégré ou sur un substrat et sont munis d'au moins deux plots de contacts 5 (figure 3A).

5 Sur la face du circuit intégré 2 comportant les plots de contacts 5 est déposée une couche de film souple adhésif 4 ayant des propriétés élastiques, dont les caractéristiques techniques après collage sont telles que décrites précédemment (figure 3B).

10 Ce film 4 peut être déposé en spray ou de préférence par dépôt à la tournette (spin-coating). Il peut être composé de réticulants fonctionnels et d'un catalyseur, réticulant à température ambiante, par exemple dans le cas d'un film silicone ou ce peut être
15 un film réticulant ou s'organisant par séchage à température ambiante ou par cuisson, par exemple à 150°C. Ce peut être un film silicone, ou un polyuréthane ou une résine photosensible ayant des propriétés élastomères.

20 Ce film est ensuite soumis à une étape de photolithographie (figure 3C), comprenant un dépôt de résine, une insolation et une gravure du film adhésif 4 présent sous la partie de la résine qui a été éliminée. Cette étape permet de mettre à jour les plots de
25 contact 5 présents sous le film adhésif 4.

Ensuite un matériau de soudure 6 est déposé dans les ouvertures formées dans le film adhésif 4, en contact avec les plots de contact 5 (figure 3D).

30 Ce matériau de soudure est un matériau conducteur à basse température de fusion, avec une température de fusion inférieure à 350°C ou 200°C. Ce

peut être une couche en Indium, ou en InSn ou en SnPb ou en alliage sans plomb, en particulier en Indium50%-Etain50% ($T^{\circ}f = 115^{\circ}C$) ou Etain63%-Plomb37% ($T^{\circ}f = 183^{\circ}C$). Ce matériau de soudure 6 peut être mis en place
5 au moyen d'un trempage dans un bain de soudure fondue (« Dip soldering ») ou par « Flip Chip » en rajoutant un niveau de métallisation et de photolithographie pour définir des zones de croissance électrolytique, ou encore en utilisant une machine de dépôt (« Solder
10 ball »). La soudure In-Sn est avantageusement utilisée du fait de son point de fusion plus bas que les autres matériaux de soudure.

Par ailleurs est préparée une jauge de contrainte 3 comportant une piste métallique 31
15 présente sur un support souple 32 et des plots de contact 33, telle que décrite plus haut, en liaison par exemple avec la figure 1A.

Avantageusement, une couche de matériau de soudure 36 peut être déposée sur les plots de contact
20 de la jauge de contrainte 3. Ce peut être par exemple le même matériau de soudure que celui déposé dans les ouvertures formées dans le film adhésif, en contact avec les plots de contact, sur le circuit intégré.

La jauge de contrainte 3 est ensuite mise
25 en contact avec le film adhésif 4, la face contenant la piste métallique étant en contact avec le film adhésif, les plots de contact 33 de la jauge étant en contact avec le matériau de soudure 6 (figure 3E).

Par exemple, une pression comprise entre
30 0,5 bar et 3 bars peut être appliquée sur le support

souple 32 de la jauge métallique 3 de façon à parfaire le collage.

Avantageusement, une étape de chauffage peut être réalisée, par exemple simultanément à l'étape de mise sous pression. Cette étape de chauffage est adaptée aux matériaux utilisés. De préférence, la température de l'étape de chauffage est inférieure à la température de dégradation du film adhésif 4 et proche ou supérieure à la température de fusion du matériau de soudure 6. Avantageusement, la température de l'étape de chauffage est supérieure à, et proche de, la température de réticulation ou de polymérisation ou de séchage du film adhésif. Avantageusement cette étape de chauffage permet de réticuler ou sécher le film adhésif, de façon à avoir une bonne qualité de collage.

Cette étape permet de plus de ramollir et/ou faire fondre les couches en matériau de soudure, 6, 36, de façon à avoir de bons contacts électriques entre les plots de contact 5 du circuit intégré 2 et les plots de contact 33 de la jauge de contrainte 3. Elle peut être faite sous pression, par exemple un bar ou quelques bars, de façon à parfaire les prises de contact. Avantageusement, si l'étape de chauffage est réalisée sous pression, comme indiqué ci-dessus, il suffit d'atteindre la température de ramollissement du matériau de soudure, 6, 36 et 60 pour obtenir une bonne soudure entre les plots de contact 5, 33. Ceci évite ou limite les risques d'étalement de la soudure des plots de contact, et de court-circuits.

Ensuite, le dispositif ainsi formé peut être fixé sur un corps d'épreuve 10 dont on veut

mesurer la déformation (figure 3F). Pour cette étape sont utilisés des moyens de fixation rigides 8 tel que décrits plus haut. Si les moyens de fixation 8 sont composés d'une colle ou un film adhésif, il est alors
5 préférentiellement appliqué une pression comprise entre 1 bar et 3 bars et une température correspondante à la température indiquée par le fabricant des moyens de fixation : par exemple 112 °C pendant 3 h ou 140 °C pendant 2 heures.

10 Un deuxième procédé selon l'invention est illustré en figures 4A à 4G. Un tel procédé permet notamment de réaliser un dispositif selon le deuxième mode de réalisation de l'invention, comportant des moyens de transmission par radiofréquence et de moyens
15 de traitement du signal.

Selon ce deuxième procédé on peut réaliser des moyens de reprise de connexions électriques sur le substrat associé à la jauge, en particulier sous la forme d'un chanfrein.

20 Dans le cas de moyens de transmission par radiofréquence et de moyens de traitement du signal compris sur des substrats différents, il y a en général au moins deux circuits intégrés, un premier circuit intégré et un second circuit intégré, pouvant être
25 protégés par des capots de protection tels que décrit précédemment. L'un de ces circuits intégrés contient au moins un circuit électronique apte à former des moyens de transmission du signal et au moins un second circuit intégré contient au moins un circuit électronique apte
30 à former des moyens de traitement du signal.

Dans un mode préférentiel de ce mode de réalisation, les moyens de traitement du signal sont compris dans le premier circuit intégré. Cependant, selon une variante, les moyens de traitement du signal
5 peuvent être compris dans le second circuit et les moyens de transmission peuvent alors être compris dans le premier circuit intégré. La suite de la description concerne le mode préférentiel, mais le même procédé s'applique à la variante précitée.

10 De plus, le premier circuit intégré choisi peut être seul ou présent sur une plaquette de matériau semi-conducteur, entouré par d'autres circuits intégrés identiques. La description qui suit présente cette variante du procédé.

15 Une plaquette en matériau semi-conducteur, contenant des premiers circuits intégrés 20, 20', contenant des moyens de traitement du signal aptes à traiter le signal émis par une jauge de contrainte 3 lors de sa sollicitation, est réalisée. En fait, les
20 circuits sont réalisés de manière symétrique par rapport à un plan perpendiculaire au plan du substrat ou de la plaquette, et perpendiculaire au plan de la figure 4A. Ces circuits intégrés sont avantageusement recouverts d'un capot et comportent des plots de
25 contacts 5' apparents traversant le capot, reliés au circuit électronique. Là encore, les plots d'un circuit sont symétriques des plots de l'autre circuit par rapport au plan déjà mentionné ci-dessus.

Précédant le dépôt du film adhésif 4 sur le
30 premier circuit intégré 20, un des côtés du circuit intégré peut être soumis à une abrasion 70 selon un

angle θ par rapport à un plan constitué de la surface des circuits intégrés, de façon à former un chanfrein 7 ou un plan incliné par rapport à cette surface des circuits intégrés (figure 4A). Ce côté formera
5 avantageusement une des arêtes de la première face du substrat, contenant le circuit électronique et des plots de contact 5' reliés à ce circuit électronique.

Cette abrasion est effectuée entre deux premiers circuits intégrés de façon à ne détériorer ni
10 les circuits électroniques, ici des moyens de traitement du signal, ni les plots de contact 5', cette abrasion est donc symétrique pour deux circuits intégrés voisins. Cette abrasion peut être réalisée par meulage mécanique avec une meule en forme de biseau,
15 dite aussi « meule en V ».

Ensuite, une couche de matériau métallique est déposée sur les premiers circuits, formant des extensions de contact 50 sur les côtés du chanfrein 7.

Ces extensions sont connectées au circuit
20 électronique en ses différents plots de contact 5' sans les connecter entre eux. Puis, a lieu le dépôt d'un film adhésif 4, suivi d'une photolithographie de ce film mettant le chanfrein 7 à jour. Les propriétés du film adhésif 4 sont identiques à celles décrites
25 précédemment (figure 4B).

Ensuite, sur les extensions de contact 50 est déposée une épaisseur de matériau de soudure 60 du même type que présenté ci-dessus (figure 4C). Cette couche de matériau de soudure 60 ne connecte pas les
30 extensions de contact 50 entre elles.

Puis, un système comprenant au moins une jauge de contrainte 3, telle que décrite dans les modes de réalisation précédents, est déposé sur les premiers circuits intégrés 20. En particulier, la plaquette de matériau semi-conducteur peut contenir un ou plusieurs premiers circuits intégrés tels que présentés précédemment. Dans le cas de plusieurs circuits, chacun étant destiné à une jauge, le système de jauges de contrainte 3 comporte avantageusement autant de jauges de contraintes que de premiers circuits intégrés 20 ; ces jauges sont alors par exemple reliées entre elles par leurs supports souples 32. Les jauges 3 sont déposées et collées, sur la plaquette contenant le ou les circuits intégrés, de façon à avoir leurs plots de contact 33 respectifs, et l'éventuelle couche de matériau de soudure 36 qui les recouvre, en contact avec le matériau de soudure 60 (figure 4D) présent au dessus des plots de contact 5'. Aucune partie des jauges n'est en contact avec le matériau de soudure présent sur le chanfrein. Les plots de contact 33 des jauges sont uniquement en contact avec le matériau de soudure 60 situé à l'aplomb des plots de contact 5' des circuits intégrés.

Par exemple, une pression comprise entre 0,5 bar et 3 bars peut être appliquée sur le support souple 32 de la jauge métallique 3 de façon à parfaire le collage. Avantageusement, une étape de chauffage peut être réalisée, par exemple simultanément à l'étape de mise sous pression.

Cette étape de chauffage est adaptée aux matériaux utilisés. De préférence, la température de

l'étape de chauffage est inférieure à la température de dégradation du film adhésif 4 et proche de la température de fusion du matériau de soudure 6. Avantageusement, la température de l'étape de chauffage est supérieure à, et proche de, la température de réticulation ou de polymérisation ou de séchage du film adhésif 4. L'étape de chauffage permet de réticuler ou sécher le film adhésif 4 de façon à avoir une bonne qualité de collage. Elle permet de plus de ramollir et/ou faire fondre les couches en matériau de soudure 60, 36, de façon à avoir de bons contacts électriques entre les plots de contact 5' du circuit intégré et les plots de contact 33 de la jauge de contrainte 3. Préférentiellement, l'étape de chauffage étant réalisée sous pression, sa température atteint la température de ramollissement du matériau de soudure, 6, 36, 60. Cela est suffisant pour obtenir une bonne soudure entre les plots de contact et cela évite ou limite les risques d'étalement de la soudure des plots de contact, et de court-circuit.

Ensuite, a lieu une étape pour dégager l'accès aux chanfreins 7. Cela se fait en éliminant la portion du système de jauges 3, en particulier la portion de support souple 32, qui est située au dessus de la partie abrasée 70 formant les chanfreins 7 (figure 4E). Cela peut être obtenu par des étapes de photolithographie et de gravure localisées ou par une étape de découpe mécanique, par exemple au scalpel, qui est plus simple qu'une photolithographie.

Puis, il peut être procédé à une étape de séparation des différents premiers circuits

(figure 4F), par la partie qui relie les chanfreins 7, entre deux systèmes constitués chacun d'un circuit et d'une jauge. Cette étape peut être faite par exemple par découpe laser ou mécanique. Préférentiellement
5 cette étape de séparation est faite au moyen d'une découpe mécanique avec une scie diamantée et guidage laser.

Puis chaque premier circuit intégré ainsi obtenu (figure 4F) est pris séparément, ainsi qu'un
10 deuxième circuit intégré 200. Par exemple, ce dernier comporte parmi les moyens de traitement du signal et les moyens de transmission du signal par radio fréquence, ceux qui ne sont pas présents dans les premiers circuits intégrés.

15 Ce deuxième circuit intégré 200 comprend une face avant et une face arrière, la face avant étant définie comme celle comprenant des plots de contact 500. Sur ces plots est déposée une couche de matériau de soudure 600. Le deuxième circuit intégré
20 peut comprendre un capot qui recouvre le ou les circuits électroniques donnant la fonctionnalité de traitement du signal ou de transmission du signal.

Le deuxième circuit 200 est fixé au premier circuit 20 par sa face arrière. La face avant du
25 premier circuit intégré 20 étant recouverte par la jauge de contrainte 3, les deux circuits intégrés 20, 200 sont fixés par leurs faces arrières.

Avantageusement les circuits 20, 200 sont fixés par des moyens 80 de fixation rigides ou souples.
30 Ils peuvent comporter une colle rigide ou un ciment céramique tel que ceux utilisés pour fixer les jauges

de contraintes sur les corps d'épreuve, ou encore une colle souple.

Cette étape de fixation peut être complétée par une mise sous pression. La température utilisée pour durcir, ou réticuler la colle utilisée pour cette fixation ne dépasse avantageusement pas la température de fusion des matériaux de soudure utilisés.

Ensuite des raccords 9, conducteurs, sont positionnés, en contact d'un côté avec le matériau de soudure 60 recouvrant les extensions de contact 50 présentes sur le chanfrein 7 et de l'autre côté en contact avec la couche de matériau de soudure 600 présente sur les plots de contacts 500 du second circuit intégré (figure 4G). Cette étape est suivie par une étape de soudure des raccords 9 sur respectivement les plots de contacts 500 du second circuit intégré et les extensions de contact 50 présentes sur le chanfrein 7 du premier circuit intégré 20 au moyen des couches en matériau de soudure 60, 600 qui les recouvrent.

Un dispositif ainsi formé peut être fixé sur un corps d'épreuve 10 dont on veut mesurer la déformation (figure 4H). Pour cette étape sont utilisés des moyens de fixation rigides 8 tels que décrit plus haut. Si les moyens de fixation 8 sont composés d'une colle ou d'un film adhésif, sont alors appliquées une pression comprise entre 1 bar et 3 bars et une température correspondante à la température indiquée par le fabricant des moyens de fixation : par exemple 112 °C pendant 3 h ou 140 °C pendant 2 heures. Cette température est préférentiellement choisie pour être

inférieure à la température de fusion des matériaux de soudure utilisés.

L'invention s'applique avec avantage dans un certain nombre de cas :

- 5 - dans le cas d'une jauge à sorties longues ou lorsqu'il est impossible de disposer, au-dessus du point de positionnement de la jauge, d'un espace suffisant pour effectuer les soudures et les câblages : par exemple dans le cas d'un empilement de tôles d'un
10 moteur électrique ou dans le cas d'un transformateur ou de la disposition de jauges à travers des fentes étroites,
- dans le cas de l'utilisation d'un grand nombre de jauges, par exemple pour mesurer un gradient
15 de contraintes ; dans ce cas, on peut être amené à utiliser 1000 jauges selon l'invention, ou plus ;
- pour les mesures sur des bords, des arêtes et des congés où les jauges classiques ne peuvent être câblées,
- 20 - pour l'utilisation de jauges très étroites qui trouvent leur emploi sur la tranche d'une plaque relativement mince, sur des nervures, sur des très petites lames,
- pour des mesures dans des cavités fermées
25 telles que dans des pneus de voitures ou d'avions ou des cavités dans des ouvrages en béton.

Egalement une pluralité de jauges selon l'invention peut être appliquée à une aile d'avion, ou à un ouvrage en béton, par exemple un pont ou un
30 barrage ou encore sur d'autres structures (par exemple : ouvrage architectural). Les jauges peuvent

alors être au nombre de quelques jauges à plusieurs milliers, par exemple 2000 ou 5000 ou plus. L'invention concerne un système de mesure pouvant comporter au moins une jauge selon l'invention, ou plusieurs
5 centaines ou plusieurs milliers de jauges, par exemple au moins 100 ou 500 ou 1000 ou 50000 ou 10000.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesures de déformation
comprenant :

- 5 a) au moins une jauge de contrainte (3),
produisant un signal lors d'une déformation,
- b) au moins un premier substrat (2, 20),
comportant au moins des moyens de traitement du signal
et/ou des moyens de transmission du signal,
- 10 c) des moyens (4, 5, 6) pour assembler
mécaniquement la jauge et le premier substrat et des
moyens pour connecter électriquement la jauge et le
substrat, les moyens pour assembler mécaniquement la
jauge et le premier substrat étant des moyens de
15 solidarisation (4) comportant une couche de matériau
ayant des propriétés élastiques, dite couche élastique,
disposée entre la jauge et le premier substrat.

2. Dispositif selon la revendication 1,
20 comportant des moyens de transmission du signal par
radiofréquence ou par des liaisons filaires.

3. Dispositif selon la revendication 2,
les moyens de transmission du signal par radiofréquence
25 étant du type RFID.

4. Dispositif selon l'une des
revendications 1 à 3, comportant des moyens de
traitement du signal et des moyens de transmission du
30 signal, et comportant en outre un deuxième substrat
(200), assemblé mécaniquement avec le premier substrat

(20), l'un des substrat comportant au moins une partie des moyens de transmission et l'autre substrat comportant les moyens de traitement du signal.

5 5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, comportant en outre des moyens formant antenne pour les moyens de transmission du signal, formés par la jauge (3) ou déposés sur le premier ou sur le deuxième substrat (200).

10 6. Dispositif selon la revendication 5, les moyens formant antenne comportant une piste métallique.

15 7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, au moins un des substrats (20, 200) comportant des moyens de reprise de connexions électriques (7), par exemple pour relier électriquement
20 les moyens de transmission à des moyens de traitement du signal.

 8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, ladite couche élastique étant en élastomère.

 9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, comportant en outre des moyens
30 d'alimentation électrique de la jauge et/ou des moyens de traitement et/ou de transmission du signal, ces moyens d'alimentation étant choisis parmi une

microbatterie, une alimentation par radiofréquence ou une alimentation par une source externe.

10. Procédé de réalisation d'un dispositif
5 de mesures de déformation comportant :

a) l'assemblage d'une jauge de contraintes (3) et d'un premier substrat (2, 20) comportant au moins des moyens de traitement du signal et/ou des moyens de transmission du signal, une couche de
10 matériau (4) ayant des propriétés élastiques étant intercalée entre la jauge et le premier substrat;

b) la formation de moyens (5, 6) pour connecter électriquement la jauge et le premier substrat.

15

11. Procédé selon la revendication 10, la couche de matériau (4) ayant des propriétés élastiques étant déposée sur le premier substrat (2, 20) avant l'assemblage, la jauge (3) étant disposée sur cette
20 couche.

12. Procédé selon la revendication 10 ou 11, l'étape b) comportant la formation de connexions électriques (5) à travers ladite couche en matériau (4)
25 comportant des propriétés élastiques, postérieurement au dépôt de cette couche sur le premier substrat (2, 20) et antérieurement à l'étape d'assemblage avec la jauge (3).

13. Procédé selon l'une des revendications 10 à 12, comportant en outre un assemblage du premier substrat (2, 20) et d'un deuxième substrat (200) l'un
30

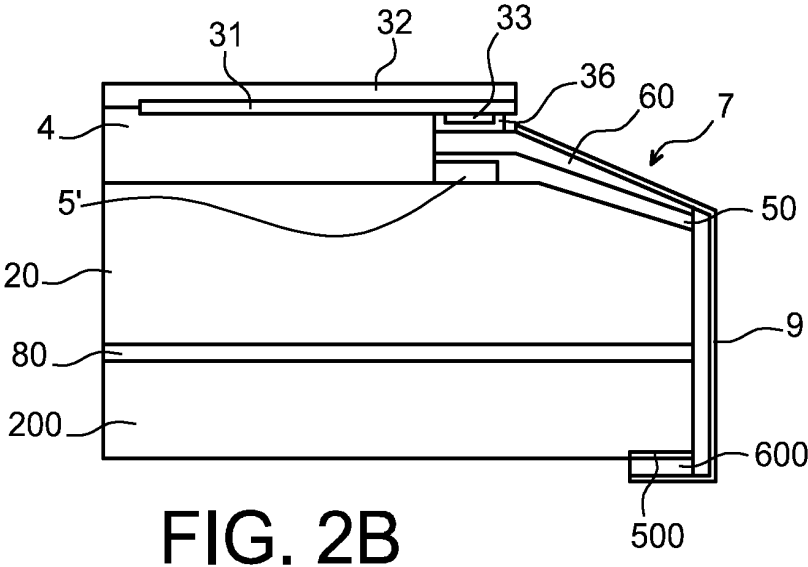
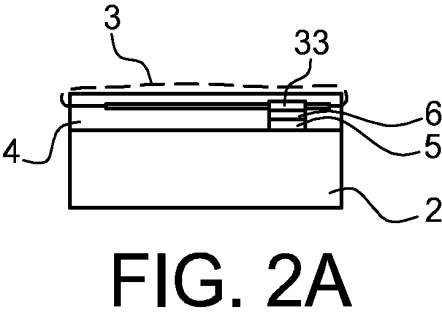
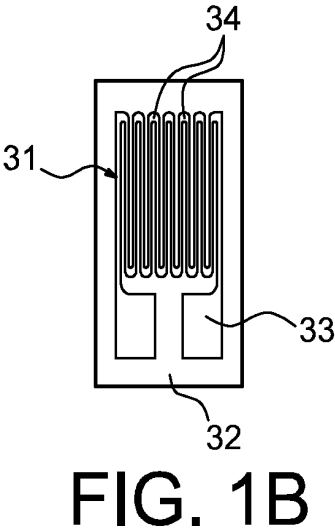
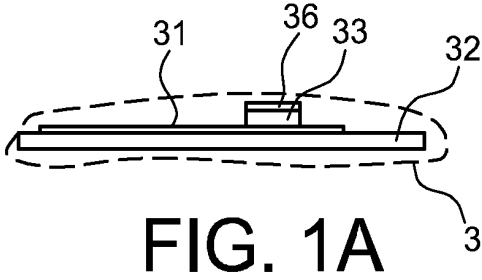
des substrat comportant au moins une partie des moyens de transmission du signal et l'autre substrat comportant des moyens de traitement du signal.

5

14. Procédé selon la revendication 13, comportant en outre la formation de moyens (7, 9) pour connecter électriquement les deux substrats (20, 200).

10

15. Procédé selon l'une des revendications 10 à 14, comportant en outre la formation de moyens (7) de reprise de connexions électriques sur le premier substrat.



2 / 6

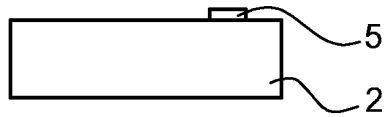


FIG. 3A

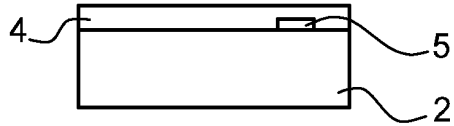


FIG. 3B

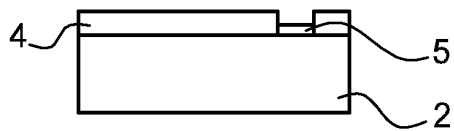


FIG. 3C

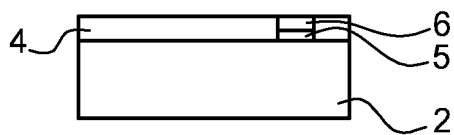


FIG. 3D

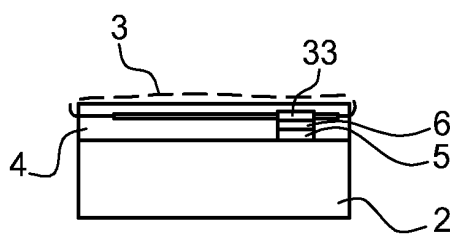


FIG. 3E

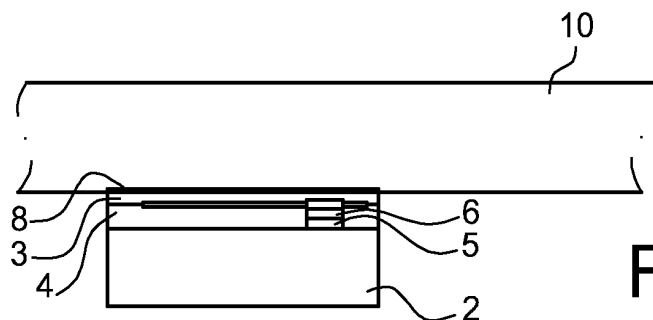
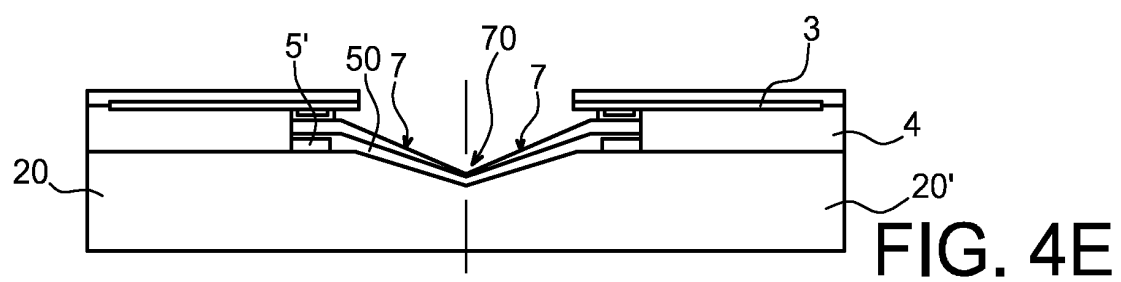
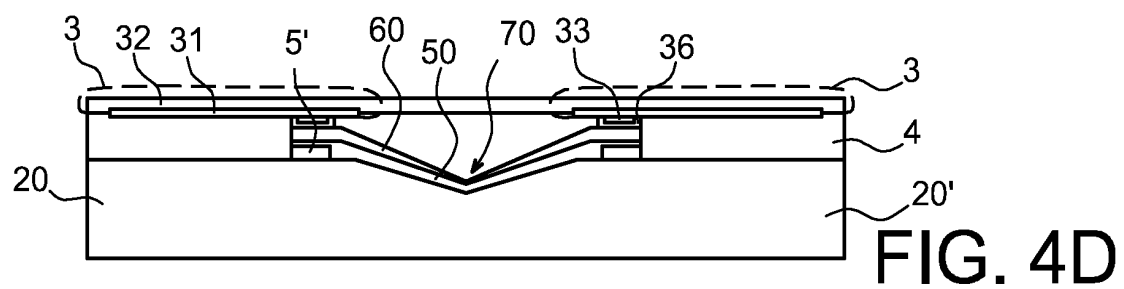
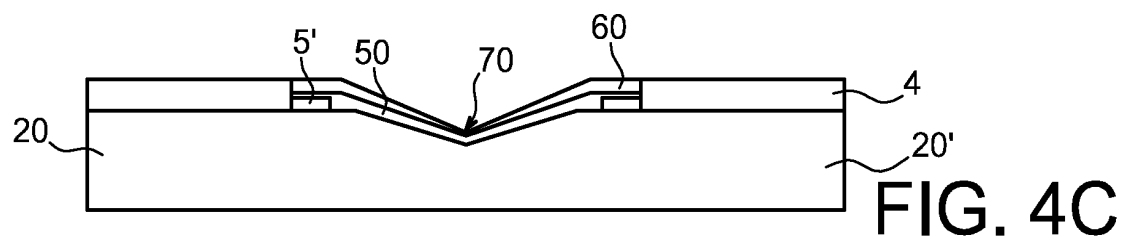
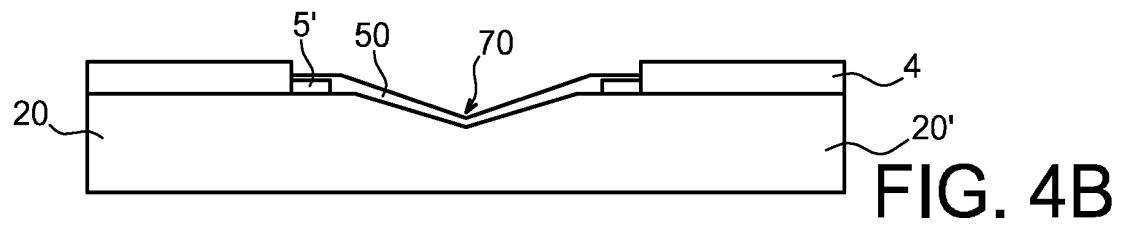
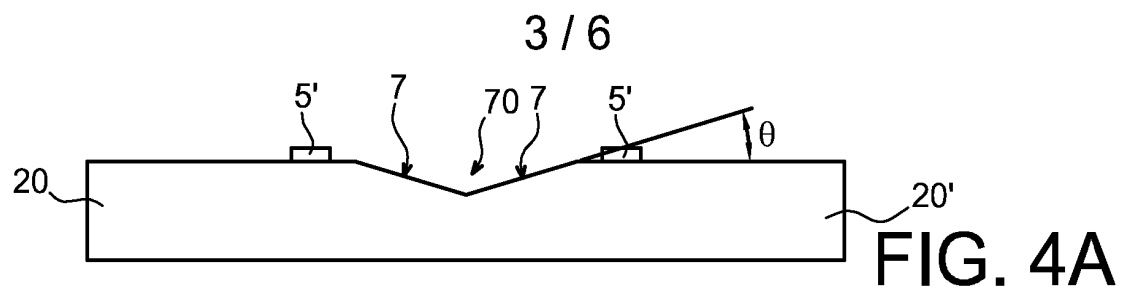
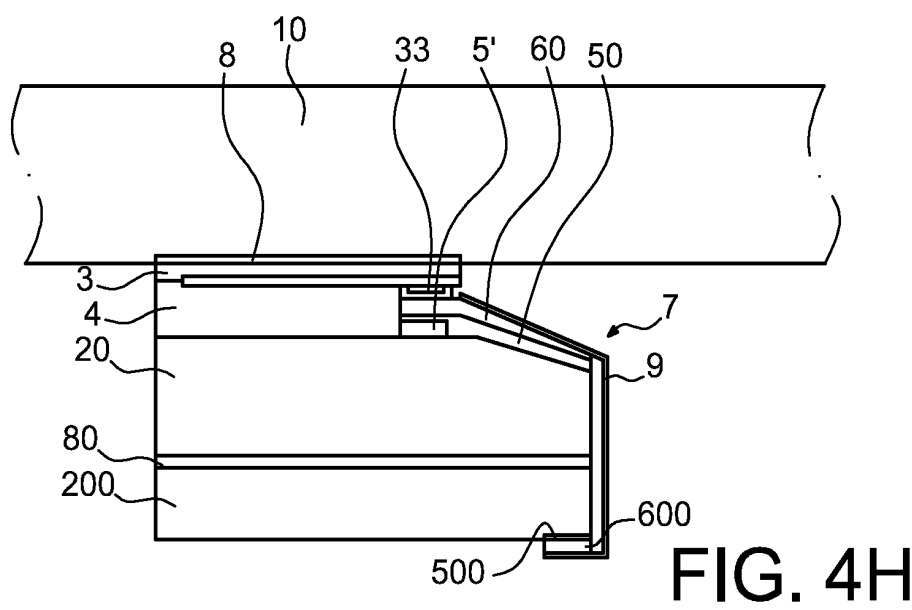
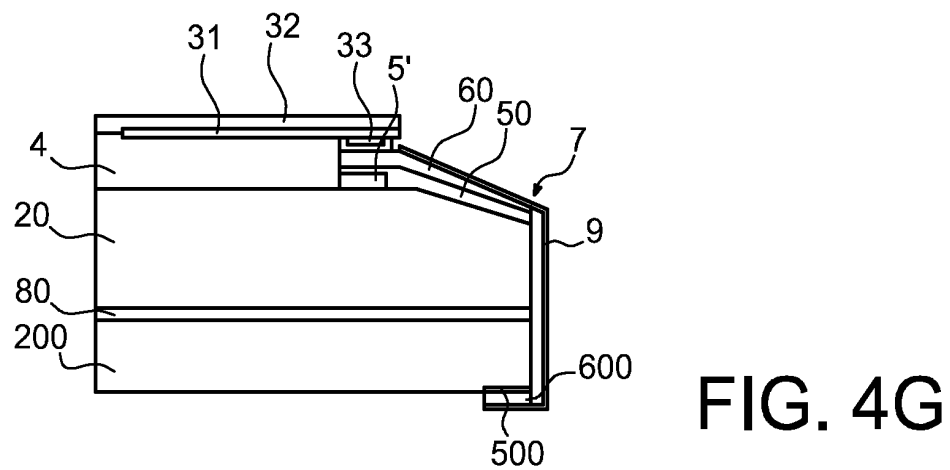
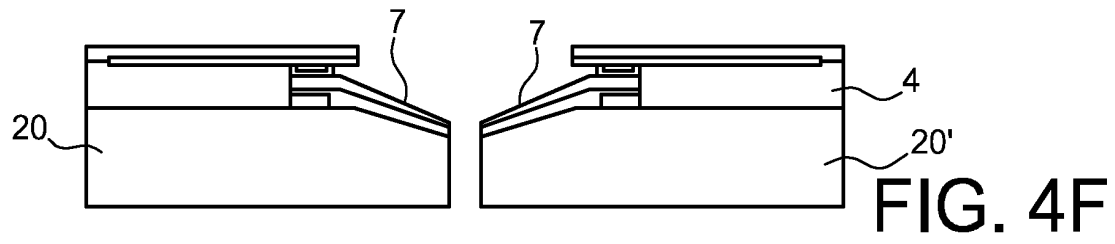


FIG. 3F



4 / 6



5 / 6

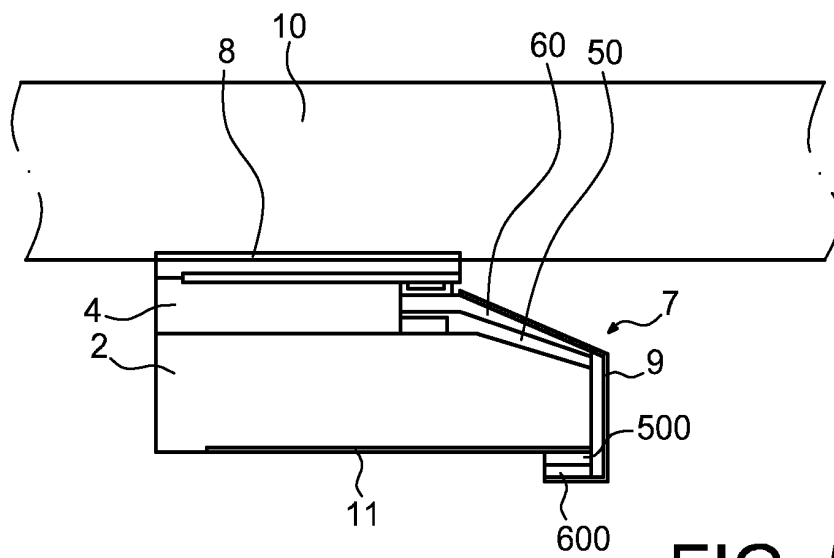


FIG. 5A

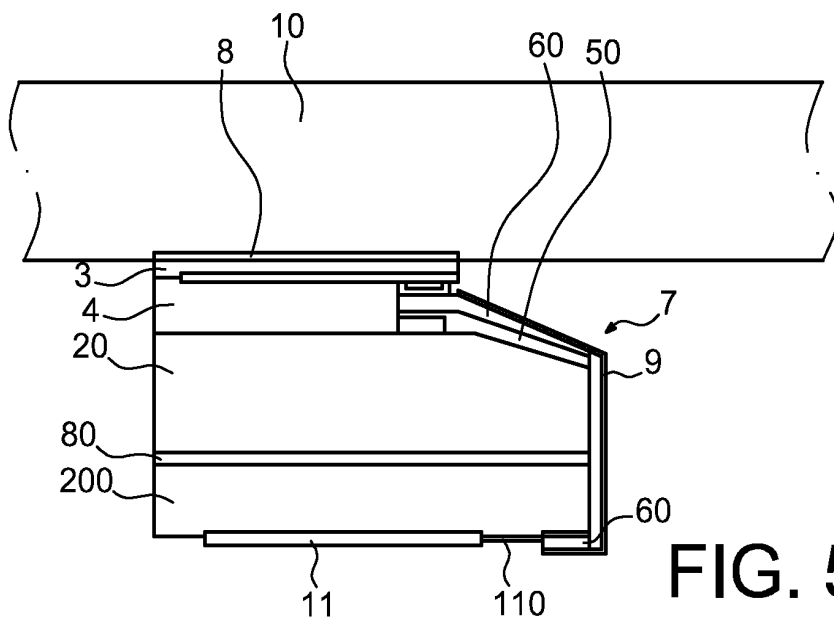
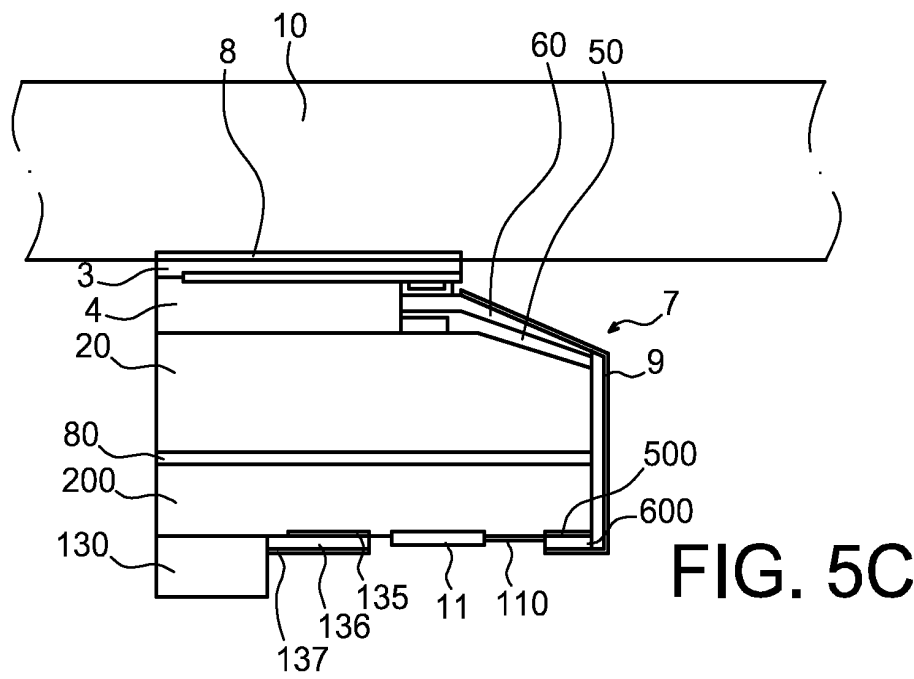


FIG. 5B

6 / 6





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 720715
FR 0952749

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2008/059838 A (BRIDGESTONE CORP [JP]; KOBAYAKAWA AKIRA [JP]) 22 mai 2008 (2008-05-22) * le document en entier *	1-15	G01B7/16 G08C19/00
X	& EP 2 085 253 A (BRIDGESTONE CORP [JP]) 5 août 2009 (2009-08-05) alinéa [0014]-alinéa [0031], revendications 1-17, figures 1-10 -----	1-15	
A	US 2007/151356 A1 (SUMIGAWA TAKASHI [JP] ET AL) 5 juillet 2007 (2007-07-05) alinéa [0030] - alinéa [0073], figures 1-18 -----	1-15	
A	US 2008/223152 A1 (GEORGESON GARY E [US] ET AL) 18 septembre 2008 (2008-09-18) alinéa [0013] - alinéa [0026], figures 1-4 -----	1-15	
A	US 2006/216848 A1 (TANIE HISASHI [JP] ET AL) 28 septembre 2006 (2006-09-28) alinéa [0023] - alinéa [0044] , figures 1-12 -----	1-15	
A	US 6 148 662 A (LIN YUNG-SHI [TW]) 21 novembre 2000 (2000-11-21) colonne 4, ligne 1 - colonne 7, ligne 14, figures 1-9 -----	1-15	
A	US 2007/240519 A1 (SHIMAZU HIROMI [JP] ET AL) 18 octobre 2007 (2007-10-18) alinéa [0030] - alinéa [0075], figures 1-20 -----	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 novembre 2009		Malcoci, Andrei	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0952749 FA 720715

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **20-11-2009**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2008059838 A	22-05-2008	EP 2085253 A1	05-08-2009
EP 2085253 A	05-08-2009	WO 2008059838 A1	22-05-2008
US 2007151356 A1	05-07-2007	AUCUN	
US 2008223152 A1	18-09-2008	AUCUN	
US 2006216848 A1	28-09-2006	JP 2006266683 A	05-10-2006
US 6148662 A	21-11-2000	AUCUN	
US 2007240519 A1	18-10-2007	JP 2007255953 A	04-10-2007
		US 2009199650 A1	13-08-2009