

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 032 791

21 N° d'enregistrement national : 15 51368

51 Int Cl⁸ : G 01 L 7/08 (2016.01), G 01 L 9/00

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 18.02.15.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 19.08.16 Bulletin 16/33.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : L'ESSOR FRANCAIS ELECTRONIQUE — FR.

72 Inventeur(s) : LEMERY FABIEN, JOURDAN STEPHANE et CAYEZ DAVID.

73 Titulaire(s) : L'ESSOR FRANCAIS ELECTRONIQUE.

74 Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE Société en nom collectif.

54 CAPTEUR DE PRESSION MINIATURE A MEMBRANE METALLIQUE ET PROCEDE DE FABRICATION.

57 L'invention a pour objet un capteur de pression miniaturisable destiné à mesurer la pression d'un fluide comprenant :

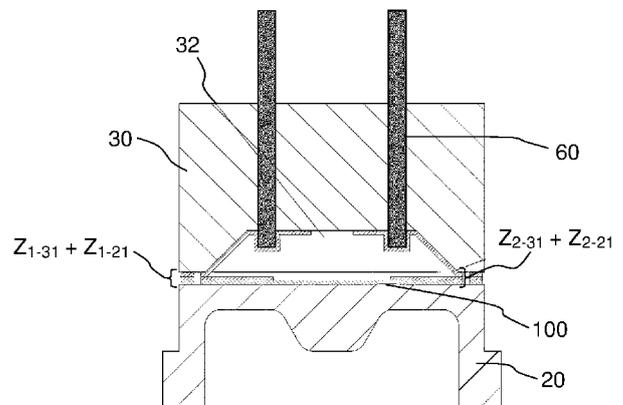
- une membrane métallique destinée à être en contact avec ledit fluide et sur laquelle sont empilés un isolant électrique et au moins une jauge de mesure de la déformation de ladite membrane, le tout formant un élément sensible de mesure;

- un capot comprenant :
 - o un chapeau comportant une cavité et des trous ; o des conducteurs situés dans lesdits trous, caractérisé en ce que ledit capteur comporte :

- au moins une première zone métallique permettant d'assurer le scellement hermétique dudit capot sur ledit élément sensible de mesure ;

- des secondes zones métalliques comportant des parties de reprise de contact avec lesdits conducteurs et des parties de reprise de contact avec ladite ou lesdites jauges de contrainte, les parties de reprise de contact des conducteurs étant reliées électriquement aux parties de reprise de contact de la ou des jauges

L'invention a aussi pour objet des procédés de fabrication dudit capteur de pression de l'invention.



FR 3 032 791 - A1



Capteur de pression miniature à membrane métallique et procédé de fabrication

DOMAINE DE L'INVENTION

Le domaine de l'invention est celui des capteurs de pression compatibles « tous fluides » et notamment des capteurs de pression miniaturisés permettant de mesurer la pression d'un fluide.

GENERALITES

5 De manière générale, la pression des gaz et des liquides est un paramètre important à contrôler dans de nombreux domaines d'application tels que les transports, l'énergie, la défense, la santé ou la productique. Ceci justifie que de nombreuses technologies de capteurs de pression aient été développées et que les travaux de recherche soient toujours importants pour
10 en améliorer les performances.

Les marchés dits grand public (automobile, électroménager, altimétrie...) sont surtout demandeurs de réduction des prix. Les marchés dits professionnels (aéronautique, productique, prospection pétrolière, recherche....) sont demandeurs de toujours plus de précision et de
15 résistance aux environnements sévères, en particulier aux agressions chimiques par tous fluides. Tous les domaines sont demandeurs de plus de miniaturisation.

Idéalement un capteur de pression doit permettre d'obtenir à la fois :

- 20 - une excellente précision ;
- une bonne tenue aux agressions chimiques de l'environnement ;
- une bonne tenue à la température;
- une excellente stabilité ;
- 25 - une large réponse en fréquence ;
- un encombrement minimum ;
- un faible prix de revient.

PRINCIPE DE MESURE

Dans la plupart des cas, un capteur de pression intègre une membrane qui se déforme sous l'action d'une pression pouvant typiquement être exercée par un fluide, cette déformation étant mesurée grâce à des jauges de contrainte résistives déposées sur la membrane. Les jauges changent de valeur résistive en suivant la déformation de la membrane. On utilise généralement quatre jauges montées en pont de Wheatstone et positionnées de façon à ce que, sous l'effet de la déformation, deux jauges augmentent de valeur et deux autres diminuent. L'alimentation et la sortie du pont sont connectées grâce à des broches de contacts et/ou des fils conducteurs. Ces fils sont raccordés sur la membrane grâce à des plots de connexion qui font le lien avec les jauges de contrainte.

Le capteur comporte généralement une partie dite supérieure appelée capot présentant des ouvertures au travers desquelles peuvent passer des reprises de contact. Par ailleurs le capteur peut aussi intégrer une partie inférieure appelée « embout » destinée à son raccordement avec l'application du client. Avantagusement cet embout est équipé d'un filetage (ou taraudage) et présente une ouverture en regard d'une partie de ladite membrane sur laquelle peut être exercée une pression.

On mesure ainsi la différence de pression entre les deux faces de la membrane. Dans le cas particulier où la pression de référence appliquée à l'une des faces est le vide, on dit que le capteur est absolu. Pour le capteur dit relatif, une des faces de l'élément sensible est référencée à la pression atmosphérique.

Il existe trois grandes familles de technologie de fabrication de capteurs à variation de résistances : les technologies dites silicium à base de membrane silicium, celles dites couches minces à base de membrane métallique et enfin, celles dites couches épaisses à base de membrane céramique.

Cette dernière présente un intérêt certain en vue des optimisations de coût mais des limitations importantes en terme de compatibilité fluide, de miniaturisation et aussi de tenue aux pressions et températures élevées.

L'intérêt principal des technologies silicium est qu'elles exploitent les ressources de miniaturisation et de réduction des coûts de la microélectronique. Elles adressent aujourd'hui l'essentiel des marchés grand

public. Les jauges piézorésistives sont soit diffusées dans la membrane (implantation ionique d'impuretés N ou P), soit en silicium monocristallin sur isolant (SOI) pour les applications haute température. Elles donnent un signal de sortie plus élevé que les jauges couche mince mais leur valeur
5 varie aussi plus avec la température. Leurs performances métrologiques finales sont globalement comparables aux capteurs à couche mince en termes de précision.

La technologie couche mince se différencie notamment des deux précédentes en ce que son substrat est métallique. Il est donc naturellement
10 compatible avec la très grande majorité des fluides utilisés dans l'industrie. Quel que soit ce fluide, il est en contact direct avec la membrane de mesure, équipée des jauges de contrainte, sans l'intermédiaire d'une membrane séparatrice comme en sont équipés les capteurs silicium en présence de fluides corrosifs. Les capteurs à technologie couche mince présentent par
15 ailleurs les caractéristiques d'une grande résistance et précision dans de larges domaines de température. Le signal qu'ils délivrent est plus faible que les capteurs silicium mais présente l'avantage d'une grande stabilité dans le temps.

ETAT DE L'ART DES CAPTEURS DITS « TOUS FLUIDES »

20

Une limitation importante pour les capteurs silicium vient de la très mauvaise résistance du silicium aux fluides corrosifs. Les fabricants de capteurs de pression qui utilisent la technologie silicium en milieux hostiles, contournent ce problème en protégeant la membrane en silicium dans un
25 corps en métal inoxydable. La figure 1 illustre ainsi un capteur de l'art connu présentant une membrane en silicium.

Plus précisément ce capteur comporte :

- une pièce de raccord **1** ;
- 30 - une membrane en silicium **2** ;
- un corps **3** en métal inoxydable enfermant ladite membrane formant capot pour partie ;
- des éléments intermédiaires **4** en matériau pouvant être du verre et à coefficient de dilatation proche du silicium, scellés
35 sur l'embase par un matériau souple **5** ;

- des broches **6** permettant des reprises de contact des jauges ;
- un fluide incompressible **7** qui transmet la pression P à la membrane en silicium ;
- une paroi souple **8** ;
- des éléments de câblage filaire **9**.

5

Une telle solution fonctionne, mais réduit cependant considérablement les avantages de miniaturisation et de réduction des coûts attendus des micro-technologies. Par ailleurs, le système membrane souple et fluide limite la précision, la réponse en fréquence et la tenue en température du capteur. De plus, ces intermédiaires constituent des points faibles et peuvent interdire leur utilisation dans des applications spécifiques, compte-tenu du risque de pollution du processus par le fluide **7** du capteur ou d'instabilité et d'imprécision si le capteur est soumis à des variations thermiques rapides. Une autre difficulté pour les capteurs silicium est liée à la très grande différence de coefficient de dilatation entre silicium et métaux. Dans beaucoup d'applications le capteur doit être monté sur des parois métalliques par un raccord fileté. La puce silicium doit donc être fixée sur une embase métallique, la différence de coefficient de dilatation thermique entre les deux matériaux générant alors des contraintes parasites, sources de dérives importantes. Cette question fait l'objet de beaucoup d'attention de la part des fabricants de capteurs silicium qui minimisent la contrainte parasite en interposant entre le capteur silicium et le métal un matériau (élément **4** représenté en figure 1), généralement du verre, suffisamment épais (1 à 2mm) et à coefficient de dilatation proche du silicium. Ce matériau est scellé sur l'embase par un matériau souple **5** qui absorbe ainsi une partie de la différence de dilatation. L'utilisation de ces matériaux intermédiaires peut aussi conduire à une instabilité de la mesure dans le temps.

10

15

20

25

Les technologies de capteur couche mince à base de membranes métalliques, acier inoxydable, titane, hastelloy, inconel ou cuivre-béryllium, sont les plus anciennes et présentent l'avantage d'être directement utilisables avec la majorité des fluides corrosifs. Dans leur cas, la membrane de mesure équipée des jauges de contraintes est en contact direct des fluides, sans intermédiaire ou protection, comme c'est le cas du système de membrane souple et fluide incompressible pour les capteurs silicium. Par conséquent, ils sont notamment utilisés pour les applications qui demandent

30

35

une haute tenue aux agressions chimiques, une bonne précision et fiabilité. Leur principe général est rappelé ci-après et illustré en figure 2.

La membrane de pression **2** est rapportée sur un raccord fileté **1**. Un empilement de couches minces dont une couche d'isolant électrique, les jauges de contraintes **10** et plots de connexions **16** sont déposés par procédés sous vide en phase vapeur (chimiques ou physiques) sur ce corps métallique. Les matériaux constitutifs des jauges en particulier peuvent être en couches minces d'alliages métalliques (dépôt par pulvérisation cathodique de NiCr par exemple) ou en semi-conducteurs (dépôt de silicium polycristallin par exemple).

Le capotage est réalisé avec un corps **3** métallique sur lequel sont scellés des broches de contact **6** par la technique de scellement verre-métal, via des éléments de scellement en verre **15**. La connexion des jauges sur les broches est effectuée par un câblage filaire **9** réalisé par brasage de fils conducteurs. Ce montage permet la création de la cavité de pression de référence **17** : vide pour les capteurs absolus ou pression atmosphérique pour les capteurs de pression relatifs.

Une variante du capteur à membrane métallique présentée précédemment est illustrée en figure 3. Cette variante permet de s'affranchir d'un brasage (typiquement à base d'étain) effectué directement sur l'élément sensible. Un circuit imprimé relais **18** sur lequel peut être réalisé un câblage par "ball bonding" **19** (soudure d'un fil or par thermo-compression assistée d'ultrasons) est utilisé dans ce cas. Ce système est préférable pour la stabilité temporelle de la couche mais présente des inconvénients évidents en terme d'encombrement.

Le grand intérêt de ces capteurs est qu'ils sont métalliques et par conséquent, compatibles avec une majorité des fluides agressifs utilisés dans l'industrie. Un obstacle important reste cependant à franchir pour ces technologies : une miniaturisation très poussée pour obtenir des capteurs de diamètre de l'ordre de 5mm et même moins.

ETAT DE L'ART DES CAPTEURS MINIATURES

Sur le marché, il existe principalement un type de capteur de pression à membrane métallique miniature **2**, réalisé suivant quelques variantes. La membrane métallique est conçue pour être soudée affleurante

typiquement sur un embout métallique miniature fileté de type M5 ou équivalent comme illustré en figure 4, qui met également en évidence la jauge **10** et l'isolant **I** situé sur ladite membrane **2**.

La membrane est préalablement isolée et équipée de barreaux de silicium. Pour des raisons évidentes de place, le pont de Wheatstone peut être composé de deux jauges actives (montage en « demi pont »), complété par des résistances fixes déportées.

Cette optimisation du montage permet de répondre aux exigences de miniaturisation et de compatibilité fluide tout en offrant une grande dynamique.

Toutefois, ces modèles n'utilisent pas la technologie couche mince et présentent donc les inconvénients liés aux barreaux de silicium collés, bien souvent rédhibitoires :

- la reprise de connexions est très complexe et impacte la fiabilité ;
- le capteur est sensible aux variations de température et notamment aux chocs thermiques ;
- le processus de fabrication du capteur est essentiellement manuel ;
- la colle utilisée pour rapporter les barreaux de silicium sur la membrane métallique induit un fluage dans le temps et une limitation en température ;

Dans le cas de capteur absolu, la cavité sous vide ne peut pas être réalisée au niveau des barreaux de silicium, au plus près de ces derniers, ce qui limite les possibilités de miniaturisation.

La technologie à membrane silicium, propose aussi quelques solutions de miniaturisation. La figure 5 décrit un état de l'art typique dans ce domaine. La puce silicium est constituée d'une membrane **2** silicium avec des jauges de mesure de déformation **10** en silicium monocristallin dopé. Un capot en verre **11** est hermétiquement scellé par liaison électrostatique ("anodic bonding") sur la couche de connexion **12** en silicium diffusé, protégeant ainsi les jauges **10** de l'environnement extérieur. Des ouvertures réalisées dans ce verre permettent à cet ensemble d'être électriquement relié à des broches de contact **6** par "glass frit" ou "verre fritté" conducteur **13** (mélange d'or et de verre fritté). Une telle solution permet de gagner en miniaturisation, elle passe cependant toujours par un empilement de

matériaux hétérogènes, avec des opérations complexes de montage. Elle n'apporte d'autre part pas de progrès sur la tenue aux agressions chimiques.

5 C'est notamment pour atteindre le double objectif de miniaturisation et de compatibilité « tous fluides » que le Demandeur a conçu un nouveau type de capteur à membrane métallique qui, en raison d'une architecture compacte pouvant être miniaturisée, permet :

- d'assurer avec peu d'éléments une reprise de contacts extérieures des jauges de mesures ;
- 10 - d'être rapporté aisément sur tout type de raccord mécanique.

Dans des variantes de l'invention, le capteur est proposé sans liaison filaire, ce qui ajoute aux atouts liés à sa technologie couche mince, une très forte robustesse aux contraintes de vibrations, accélérations ou chocs.

15 PRESENTATION DE L'INVENTION

La solution de la présente invention permet d'atteindre des hauts niveaux de miniaturisation, tout en conservant les avantages intrinsèques des capteurs couches minces, notamment une compatibilité avec la plupart des fluides et une grande fiabilité. Le montage de cette solution avec la membrane affleurante au fluide à mesurer permet d'optimiser la miniaturisation tout en offrant une réponse aux exigences de mesures dynamiques.

Plus précisément, la présente invention a pour objet un capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide comprenant :

- 25 - une membrane métallique destinée à être en contact avec ledit fluide et sur laquelle sont empilés un isolant électrique et au moins une jauge de mesure de la déformation de ladite membrane, le tout formant un élément sensible de mesure ;
- un capot comprenant :
 - 30 o un chapeau comportant une cavité et des trous ;
 - o des conducteurs situés dans lesdits trous,

caractérisé en ce que ledit capteur comporte :

- au moins une première zone métallique permettant d'assurer le scellement hermétique dudit capot sur ledit élément sensible de mesure ;
- 35

- des secondes zones métalliques comportant des parties de reprise de contact desdits conducteurs et des parties de reprise de contact de ladite ou desdites jauges de contrainte, les parties de reprise de contact des conducteurs étant reliées électriquement aux parties de reprise de contact de la ou des jauges.

Les conducteurs sont des éléments susceptibles de transmettre d'un point à l'autre un signal électrique. Ils peuvent être des broches ou des vias correspondant à des trous remplis d'un matériau permettant la conduction électrique.

Selon la présente invention, l'élément sensible est ainsi protégé par un capot comportant les conducteurs, lesdits conducteurs étant connectés aux jauges de contraintes par des liaisons électriques formées par lesdites secondes zones métalliques, le capot étant scellé audit élément sensible au niveau d'une première zone métallique.

Si l'on souhaite miniaturiser le capteur, l'espace disponible pour réaliser le scellement du capot sur la membrane et les éléments de contact devient très faible. En effet notamment lorsque les conducteurs sont des broches métalliques, les dimensions inter-broches, des broches elles-mêmes et des trous de perçages limitent considérablement les possibilités de miniaturisation. Le déport des broches devient une solution particulièrement intéressante, car il permet de profiter d'une plus grande surface du capot, le cordon de scellement, plus miniature, pouvant rester dans l'espace réduit, initialement prévu. C'est pourquoi, selon une variante de l'invention, les parties de reprise de contact des conducteurs sont déportées par rapport aux parties de reprise de contact des jauges de contrainte; les parties de reprise de contact des conducteurs, assurant toujours une liaison électrique mais, présentant une rupture d'axe de transmission.

Selon des variantes de l'invention, la zone de scellement hermétique dudit capot sur l'élément sensible est située en périphérie dudit élément sensible.

Selon des variantes de l'invention, le chapeau est en métal, le chapeau et ladite membrane pouvant être réalisés dans un même matériau. Le chapeau peut être en acier inoxydable ou en titane ou en cuivre béryllium ou en inconel ou en Hastelloy.

Selon des variantes de l'invention, le chapeau est un substrat céramique. Le chapeau peut aussi comprendre un empilement de couches céramiques comportant sur leur surface des motifs en métal reliés entre couches par des vias. Le chapeau en matériau céramique présente un
5 coefficient de dilatation thermique proche de celui de la membrane métallique et peut être typiquement de l'ordre de 10 ppm/°C.

Selon des variantes de l'invention, les broches sont fixées hermétiquement audit chapeau avec des éléments en verre. Les broches peuvent aussi être fixées hermétiquement audit chapeau avec au moins une
10 couche métallique.

Selon des variantes de l'invention, les parties de reprise de contact avec lesdits conducteurs comprennent des motifs métalliques réalisés dans au moins une couche métallique et recouvrant l'extrémité desdites broches en fond de cavité.

15 Selon des variantes de l'invention, les parties de reprise de contact avec lesdits conducteurs comprennent des plots de connexion reliés en fond de cavité par liaison filaire à l'extrémité desdites broches en fond de cavité.

Selon des variantes de l'invention, le scellement hermétique est
20 situé dans un plan perpendiculaire au plan de reprise de contact desdites jauges.

Selon des variantes de l'invention, le chapeau comprend au moins une ouverture permettant de référencer l'élément sensible à la pression atmosphérique ou de référencer ultérieurement la cavité au vide moyennant
25 une obturation additionnelle.

Selon des variantes de l'invention, le capteur comprend un embout. De manière générale, l'embout est la pièce mécanique permettant à la fois de connecter le capteur de pression avec le raccord de l'utilisateur et d'en assurer l'étanchéité. Le raccord de l'utilisateur est la pièce mécanique
30 pour une application donnée, complémentaire de l'embout du capteur de pression destiné à lui être raccordé. A cet effet, le capteur peut comprendre une membrane et un embout réalisés dans une pièce métallique monolithique.

L'invention a aussi pour objet un procédé de fabrication d'un
35 capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'invention, caractérisé en ce qu'il comprend :

- la réalisation d'un élément sensible comprenant une membrane en un premier matériau métallique, un isolant électrique et au moins une jauge de mesure de la déformation de ladite membrane ;
- 5 - la réalisation à la surface dudit élément sensible de motifs en métal ou en élément capable de former un eutectique avec un métal, permettant de définir au moins un premier élément de scellement et des premiers éléments de reprise de contact ;
- la réalisation d'un capot comprenant :
 - 10 ▪ la réalisation d'un chapeau en un second matériau, ledit chapeau comprenant une cavité, des trous, des conducteurs situés dans lesdits trous :
 - 15 ▪ la réalisation directement à la surface dudit chapeau ou à la surface dudit chapeau recouvert d'un isolant, côté cavité, de motifs en métal ou en élément capable de former un eutectique avec un métal, de manière à définir au moins un second élément de scellement et des seconds éléments de reprise de contact ;
- l'assemblage et le scellement dudit élément sensible avec ledit capot de manière à former une première zone métallique de scellement au niveau desdits éléments de scellement et des secondes zones continues comportant des parties de reprise de contact desdits conducteurs et une partie de reprise de contact de ladite ou desdites jauges de contrainte

25

L'invention a aussi pour objet un procédé de fabrication d'un capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'invention, caractérisé ce qu'il comprend :

- 30 - la réalisation d'un élément sensible comprenant une membrane en un premier matériau métallique, un isolant électrique et au moins une jauge de mesure de la déformation de ladite membrane ;
- la réalisation à la surface dudit élément sensible de motifs en métal ou en élément capable de former un eutectique avec un métal, permettant de définir des premiers éléments de reprise de contact ;

35

- la réalisation d'un capot comprenant :
 - la réalisation d'un chapeau en un second matériau, ledit chapeau comprenant une cavité, des trous, des conducteurs situés dans lesdits trous ;
 - 5 ▪ la réalisation directement à la surface dudit chapeau ou à la surface dudit chapeau recouvert d'un isolant, côté cavité, de motifs en métal ou en élément capable de former un eutectique avec un métal, de manière à définir des seconds éléments de reprise de contact ;
- 10 - l'assemblage et le scellement dudit élément sensible avec ledit capot dans :
 - un plan parallèle au plan de reprise des contacts au niveau de l'élément sensible, de manière à former des secondes zones métalliques de reprise de contacts ;
 - 15 ▪ un plan perpendiculaire au plan de reprise des contacts au niveau de l'élément sensible, de manière à former une première zone métallique de scellement hermétique dudit capot sur ledit élément sensible de mesure.

20 Selon des variantes de l'invention, le scellement est réalisé par brasure, ou par soudure ou par collage.

 Selon des variantes de l'invention, le chapeau comprenant un substrat céramique, les conducteurs étant des broches, le scellement desdites broches est réalisé par brasage à partir d'une matière conductrice.

25 Selon des variantes de l'invention, le procédé de fabrication du capteur comporte les étapes suivantes pour réaliser le capot :

- la réalisation de motifs métalliques à la surface de couches céramiques et la réalisation de vias dans lesdites couches ;
- l'empilement desdites couches comportant lesdits motifs et lesdits vias.

30 Selon des variantes de l'invention, les motifs en métal sont réalisés par gravure d'une couche en métal ou en matériau capable de former un eutectique avec un métal ou par sérigraphie d'un métal ou d'un matériau capable de former un eutectique avec un métal.

LISTE DES FIGURES

- L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre donnée à titre non limitatif et grâce aux figures annexées parmi lesquelles :
- 5 - la figure 1 illustre un premier exemple de capteur de pression dit « tous fluides » selon l'art connu comprenant une membrane en silicium et une membrane séparatrice ;
 - 10 - la figure 2 illustre un second exemple de capteur de pression dit « tous fluides » selon l'art connu comprenant une membrane métallique ;
 - la figure 3 illustre un troisième exemple de capteur de pression dit « tous fluides » selon l'art connu comprenant une membrane métallique ;
 - 15 - la figure 4 illustre un premier exemple de capteur de pression miniature selon l'art connu comprenant une membrane métallique ;
 - la figure 5 illustre un second exemple de capteur de pression miniature selon l'art connu comprenant une membrane silicium ;
 - 20 - les figures 6a à 6f représentent des vues en coupe et des vues en perspective d'un premier type de capteur de pression selon l'invention comprenant des conducteurs en regard des reprises de contact des jauges de contrainte ;
 - 25 - la figure 7 représente une opération d'assemblage d'un capot et d'un élément sensible constituant une étape d'un procédé de fabrication d'un capteur selon l'invention ;
 - la figure 8a représente une vue en coupe de l'élément sensible dans un second type de capteur de l'invention comprenant des éléments conducteurs déportés par rapport aux reprises de contact des jauges de contrainte ;
 - 30 - la figure 8b représente une vue de dessus de l'élément sensible dans le second type de capteur de l'invention ;
 - la figure 9a représente une vue en coupe du capot dans le second type de capteur de l'invention ;
 - 35

- la figure 9b représente une vue de dessous du capot intégré dans le second type de capteur de l'invention ;
- la figure 10 représente une vue en coupe du second type de capteur de pression de l'invention ;
- 5 - les figures 11a à 11d représentent des vues en perspective éclatée de la partie élément sensible et du capot du second type de capteur selon l'invention ;
- la figure 12a représente un troisième type de capteur selon l'invention ;
- 10 - la figure 12b représente une vue de dessous du capot incorporé dans le troisième type de capteur selon l'invention ;
- les figures 13a à 13c représentent une vue en coupe et des vues en perspective d'un quatrième type de capteur selon l'invention, dans laquelle l'opération de scellement est réalisée dans un plan perpendiculaire au plan de reprise des contacts au niveau de l'élément sensible ;
- 15 - la figure 14 représente une vue en coupe d'un cinquième type de capteur de l'invention intégrant un capot réalisé en technique LTCC ;
- la figure 15 représente une vue en coupe d'un capteur selon l'invention équipé d'un embout rapporté ;
- la figure 16 représente une vue en coupe d'un capteur selon l'invention comprenant une pièce monolithique intégrant la membrane et un embout ;
- 25 - les figures 17 a et 17b représentent une vue en coupe et une vue en perspective d'un capteur selon l'invention équipé d'un embout rapporté.

30 **DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION**

De manière générale, le capteur de pression de la présente invention comprend un élément sensible avec une membrane équipée d'au moins une jauge de mesure pour mesurer la déformation de ladite membrane, sous l'action d'une pression d'intérêt.

35

Le capteur comporte au moins une première zone métallique permettant d'assurer la fixation hermétique d'un capot destiné à assurer la protection de ladite membrane et le référencement à une pression de référence, la première zone métallique étant située à l'interface entre
5 l'élément sensible et le capot.

L'élément sensible comporte une partie des secondes zones métalliques de reprise de contact de la ou des jauges de mesure de déformation.

Le capot est constitué d'un chapeau comportant des trous dans
10 lesquels sont positionnés des conducteurs. Les conducteurs peuvent être typiquement des broches ou des vias. Le capot comprend également une partie des secondes zones métalliques de reprise de contact des conducteurs.

Une telle configuration permet d'élaborer des capteurs de petites
15 dimensions, nécessitant un nombre restreint d'éléments.

Avantageusement, le capteur peut comporter un chapeau en céramique (en alumine par exemple) à coefficient de dilatation proche de celui du métal de la membrane. L'intérêt de cette solution est d'avoir un matériau isolant qui évite le dépôt d'une couche mince isolante, source
20 potentielle de défauts électriques.

Lorsque les conducteurs sont des broches métalliques (typiquement Kovar) et le chapeau réalisé dans un substrat céramique, le procédé de scellement des broches au niveau du chapeau peut être un procédé classique de brasage basé sur les procédés de métallisation Mo-Mn
25 généralement sous forme de poudres. Celles-ci sont déposées sur la céramique à métalliser puis l'ensemble est cuit à haute température. Pour améliorer l'accroche et la mouillabilité de la brasure, on dépose ensuite un alliage en couches minces ou épaisses. Les plus utilisés sont les alliages à base d'argent (AgCu, AgCuPd, ...), le cuivre ou les alliages à base d'or (Au).
30 Un métal que l'on brase souvent sur l'alumine est le Kovar (alliage Fe-28Ni-18Co), qui peut donc constituer un excellent matériau pour les broches de contact. D'autres alliages tels que Mo-Mn (alliages dit "actifs") peuvent également être utilisés.

Premier type de capteur de pression selon l'invention :

Selon cette première variante de réalisation de capteur de pression, et illustrée en figures 6a, 6b, 6c et 6d, l'élément sensible comprend une membrane **20** équipée de jauges de mesure à la surface d'une couche isolante **20'**. Classiquement, le capteur peut être équipé d'un ensemble de quatre jauges montées en pont de Wheatstone et positionnées de façon à ce que, sous l'effet de la déformation, deux jauges augmentent de valeur et deux autres diminuent. Selon cet exemple, les conducteurs sont des broches. Ainsi, l'alimentation et la sortie du pont peuvent être connectées à l'extérieur du capteur (rendant les signaux disponibles/accessibles vers l'extérieur) grâce à des broches de contacts **60** préalablement fixées hermétiquement par des éléments de fixation **150** à un chapeau **30** et situées dans des trous.

Le capteur de pression comporte une première zone métallique **Z₁**, permettant d'assurer la fixation hermétique dudit capot sur ledit élément sensible de mesure et des secondes zones métalliques de reprise de contacts **Z₂** desdites broches et connectées à la ou auxdites jauges de mesure de déformation. Des motifs conducteurs sont définis dans une couche conductrice **21**, et dans une couche conductrice **31**, comme illustrés sur l'ensemble des figures 6a à 6d.

L'empilement de ces motifs conducteurs réalisés dans les couches **21/31** permet de définir localement :

- la première zone **Z₁** résultant de l'empilement des zones **Z₁₋₂₁** et **Z₁₋₃₁** issues des couches respectivement **21** et **31** pour assurer la fixation de l'élément sensible et du capot ;
- les secondes zones **Z₂** résultant de l'empilement des zones **Z₂₋₂₁** et **Z₂₋₃₁** issues des couches respectivement **21** et **31** pour assurer la reprise de contact des jauges via les broches **60**.

Selon cette variante de l'invention, les broches sont situées en regard des secondes zones **Z₂₋₂₁** de reprises de contact et donc les parties de reprise de contact avec lesdits conducteurs sont en regard des parties de reprise de contact desdites jauges de contrainte, comme illustré en figure 6b.

Pour réaliser simultanément les zones **Z₁** et **Z₂**, on peut avantageusement réaliser le capteur de pression par assemblage de la membrane sensible **20** et du capot **30** comprenant des broches **60** introduites dans les trous, en une seule opération, le scellement hermétique

et les prises de contact entre les jauges **100** et les broches **60** étant obtenus en même temps par refusion (scellement eutectique) d'un empilement de couches métalliques **21+31** dans lesquels sont définis les motifs métalliques. Les figures 6c et 6d mettent en évidence la réalisation de motifs métalliques permettant de définir au niveau de l'élément sensible les zones **Z₁₋₂₁** et **Z₂₋₂₁** respectivement dédiées au scellement et aux reprises de contact des jauges **100** et au niveau du capot, les zones **Z₁₋₃₁** et **Z₂₋₃₁** respectivement dédiées au scellement et aux reprises de contact des broches **60**. La figure 6e représente une variante avec un trou T permettant de réaliser un capteur dit relatif, ayant pour pression de référence la pression atmosphérique. La figure 6f représente une variante avec l'ajout d'un bouchon B permettant de sceller le vide ultérieurement.

De préférence, le chapeau et la membrane sont en matériaux ayant des coefficients de dilatation les plus proches possibles, très avantageusement identiques. Dans ce cas une couche mince isolante, typiquement du SiO₂ ou Al₂O₃ est déposée en premier sur les faces actives du métal, ceci n'étant pas représenté sur les figures 6a et 6b.

Pour réaliser l'assemblage de l'élément sensible et du capot, on peut réaliser une opération de brasure. Afin d'assurer une liaison hermétique optimum, le procédé de la présente invention peut avantageusement comprendre une opération de scellement métallique eutectique.

Plus précisément, l'opération de scellement peut, selon un mode de réalisation avantageux, être effectuée avec l'empilement de couches illustré en figure 7 avec des épaisseurs de couches métalliques de l'ordre du micromètre (μm). La pièce du chapeau 30 comprend une couche en Au, l'élément sensible comprend empilées sur la membrane 20, une couche isolante, une couche dans laquelle sont réalisées les jauges, une couche d'Al, une couche de Si et une couche d'Al, le scellement étant un scellement eutectique.

La zone de scellement métallique peut ainsi avantageusement être constituée d'une couche d'eutectique telle que Au/Si, D'autres éléments peuvent aussi être utilisés pour former des eutectiques tels que Au/Sn, Al/Ge...

La composition est choisie en fonction du meilleur compromis possible entre température de scellement, étanchéité, encombrement, solidité, reproductibilité. De ce point de vue une solution préférée peut être la

composition Au/Si. Le scellement par eutectique est obtenu par mise en contact, puis traitement thermique à une température supérieure à la température de fusion de l'alliage de couches d'or et de silicium.

Ainsi un capot comprenant une couche d'or et un élément sensible recouvert d'un empilement : Au/Si/Au peuvent être fixés entre eux avec une température de scellement supérieure à 363°C.

Second type de capteur de pression selon l'invention :

Selon cette variante de l'invention, particulièrement avantageuse pour la miniaturisation, comme illustré en figures 8a, 8b, 9a, 9b et 10, la partie élément sensible peut être la même que dans la variante précédemment décrite. Une pièce **20** comprend une partie membrane, comprenant en surface au moins une jauge de contrainte **100** (voire préférentiellement quatre jauges montées en pont de Wheatstone). La réalisation de motifs métalliques permet de définir au niveau de l'élément sensible les zones **Z₁₋₂₁** et **Z₂₋₂₁** respectivement dédiées au scellement et aux reprises de contact des jauges **100** comme montré en figures 8a et 8b.

Selon cette variante de l'invention, les broches de sortie **60** sont situées dans une partie centrale et creusée du chapeau. Les figures 9a et 9b illustrent ainsi le chapeau **30** équipé de broches de reprises de contact **60**, et les zones **Z₁₋₃₁** et **Z₂₋₃₁** respectivement dédiées au scellement et aux reprises de contact des broches **60**, positionnés dans des trous débouchants **63**.

L'opération d'assemblage peut être identique à celle développée dans la variante précédente. La figure 10 illustre le capteur et sa cavité **32** après assemblage des parties **20** et **30**. La mise en contact des zones **Z₁₋₂₁** et **Z₁₋₃₁** issues des couches respectivement 21 et 31 permet de définir la zone **Z₁** pour assurer la fixation de l'élément sensible et du capot. La mise en contact des zones **Z₂₋₂₁** et **Z₂₋₃₁** issues des couches respectivement **21** et **31** permet de définir la zone **Z₂** et d'assurer la reprise de contact des jauges via les broches **60**. Cette figure met en évidence le déport des broches **60** et des zones de reprise de contact **Z₂₋₃₁** par rapport aux zones métalliques de reprise de contact **Z₂₋₂₁**.

L'intérêt de cette variante est que la largeur du cordon de scellement, correspondant à la zone **Z₁** peut être réduite indépendamment du diamètre des broches de sortie, broches qui ne peuvent pas être

miniaturisées à l'extrême. Grâce à cette solution il devient ainsi possible d'aller très loin en miniaturisation.

Les figures 11a et 11b, illustrent des vues en perspectives de cette variante de l'invention, mettant en évidence respectivement d'une part
5 les zones Z_{1-21} et Z_{2-21} définissant des motifs métalliques pouvant résulter de la gravure de la couche métallique 21 réalisée à la surface de l'élément sensible et d'autre part, les broches **60** revêtues en leur extrémité de la couche de métallisation **31**, référencées **60+ 31**, permettant d'assurer la définition des zones Z_{2-31} . L'extrémité des broches **60** peut tout aussi ressortir
10 du fond des trous de cavité du chapeau (figure 11b), qu'être alignée avec le fond de cavité (figure 11c), ou bien encore être située à l'intérieur des trous débouchants du chapeau (figure 11d), la couche **31** venant néanmoins infiltrer les trous débouchants et également revêtir leur extrémité pour assurer une reprise de contact.

15

Troisième type de capteur de pression selon l'invention :

Selon cette variante de l'invention, le capteur de pression intègre un câblage filaire de type "ball bonding" ou "wedge bonding" entre broches de contact et motifs métalliques appartenant aux parties de reprise de
20 contact des conducteurs. Les figures 12a et 12b illustrent cette variante mettant en évidence le câblage filaire **19** permettant de relier l'extrémité des broches **60** à la couche métallique **31**.

Quatrième type de capteur de pression selon l'invention :

25 Selon cette autre variante de l'invention, la fixation mécanique du capot sur la membrane métallique est assurée par tout moyen de soudage, brasage ou collage. La prise de contact est elle toujours assurée par refusion. Selon cette variante illustrée en figures 13a, 13b et 13c, le scellement est réalisé dans une zone Z_1' par exemple par collage, au
30 niveau d'une interface située dans un plan P' perpendiculaire au plan P de reprise de contacts au niveau de l'élément sensible. Avantageusement, et selon une variante la pièce dans laquelle est réalisée le chapeau est structurée pour permettre après assemblage un alignement en rotation des faces des pièces **20** et **30**.

35

Cinquième type de capteur de pression selon l'invention :

Une alternative au chapeau comprenant un substrat céramique peut être d'utiliser un empilement de couches céramiques. Pour cela on peut utiliser des techniques LTCC (Low Temperature Co-fired Ceramics) pour
5 réaliser le capot comportant des conducteurs intégrés. La figure 14 illustre un exemple de capot comprenant un empilement de couches diélectriques **30a**, **30b** à la surface desquelles sont réalisés des motifs métalliques **60_{b-a}** reliés entre eux par des vias métalliques **60a**, **60b**. Le circuit est alors réalisé à partir de feuilles souples de céramiques (**30a** et **30b**). Ces feuilles sont alors
10 découpées, percées de vias et les motifs métalliques sérigraphiés à l'encre conductrice. La fabrication du capot est alors finalisée par une cuisson de l'empilement dans un four.

De manière générale, le capteur de la présente invention est un
15 capteur de pression compact et miniaturisable, facilement raccordable avec des raccords clients. Pour assurer cette fonction de raccord, le capteur comporte un embout.

Premier exemple de capteur de pression selon l'invention
20 comportant un embout destiné à coopérer avec un raccord client :

Selon cet exemple, la pièce métallique **20** est solidarisée à un embout **40** présentant lui-même une partie filetée comme représenté en figure 15, pour assurer une fixation étanche avec un raccord client.

Second exemple de capteur de pression selon l'invention
25 comportant un embout destiné à coopérer avec un raccord client :

Selon cet exemple, la membrane **20** et l'embout sont réalisés dans une pièce métallique monolithique, la partie embout présentant elle-même une partie filetée comme représenté en figure 16, pour assurer une fixation
30 étanche avec un raccord client.

Troisième exemple de capteur de pression selon l'invention
comportant un embout destiné à coopérer avec un raccord client :

Le montage d'une solution avec la membrane affleurante au fluide
35 à mesurer permet d'optimiser la miniaturisation tout en offrant une réponse aux exigences de mesures dynamiques. Selon cet exemple, la pièce

métallique **20** est solidarisée avec un embout **40** présentant lui-même une partie fileté comme représenté en figures 17a et 17b, pour assurer une fixation étanche avec un raccord client.

REVENDICATIONS

1. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide comprenant :

- 5 - une membrane métallique destinée à être en contact avec ledit fluide et sur laquelle sont empilés un isolant électrique et au moins une jauge de mesure de la déformation de ladite membrane, le tout formant un élément sensible de mesure ;
- un capot comprenant :
 - 10 o un chapeau comportant une cavité et des trous ;
 - o des conducteurs situés dans lesdits trous,

caractérisé en ce que ledit capteur comporte :

- au moins une première zone métallique permettant d'assurer le scellement hermétique dudit capot sur ledit élément sensible de
15 mesure ;
- des secondes zones métalliques comportant des parties de reprise de contact desdits conducteurs et des parties de reprise de contact de ladite ou desdites jauges de contrainte, les parties de reprise de contact des conducteurs étant reliées
20 électriquement aux parties de reprise de contact de la ou des jauges.

2. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon la revendication 1, caractérisé en ce que les parties de reprise de
25 contact desdits conducteurs sont déportées par rapport aux parties de reprise de contact desdites jauges de contrainte, assurant une liaison électrique présentant une rupture d'axe de transmission.

3. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la zone de
30 scellement hermétique dudit capot sur l'élément sensible est située en périphérie dudit élément sensible.

4. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit chapeau est en métal.

5 5. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit chapeau et ladite membrane sont réalisés dans un même matériau.

10 6. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit chapeau est en matériau céramique.

15 7. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon la revendication 6, caractérisé en ce que les conducteurs sont des vias

20 8. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que le chapeau comprend un empilement de couches diélectriques comportant sur leur surface des motifs en métal reliés entre couches par des vias.

9. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que lesdits conducteurs sont des broches.

25 10. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon la revendication 9, caractérisé en ce que lesdites broches sont fixées hermétiquement audit chapeau avec des éléments verre.

30 11. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon la revendication 9, caractérisé en ce que lesdites broches sont fixées hermétiquement audit chapeau avec au moins une couche métallique.

35 12. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 1 à 6 et 9 à 11, caractérisé en ce que les parties de reprise de contact desdits conducteurs comprennent des motifs métalliques réalisés dans au moins une couche métallique recouvrant l'extrémité desdits conducteurs en fond de cavité.

13. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 1 à 6 et 9 à 11, caractérisé en ce que les parties de reprise de contact desdits conducteurs comprennent des plots de connexion reliés en fond de cavité par liaison filaire à l'extrémité desdites
5 broches en fond de cavité.

14. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que le scellement hermétique est situé dans un plan perpendiculaire au plan de reprise de
10 contact desdites jauges.

15. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que le capot comprend au moins une ouverture permettant de référencer l'élément
15 sensible à la pression atmosphérique.

16. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé en ce qu'il comprend un embout sur lequel est reporté ledit élément sensible.
20

17. Capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé en qu'il comprend une pièce monolithique comportant ledit élément sensible et un embout.

25 18. Procédé de fabrication d'un capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 1 à 13 et 15 à 17, caractérisé ce qu'il comprend :

- 30 - la réalisation d'un élément sensible comprenant une membrane en un premier matériau métallique, un isolant électrique et au moins une jauge de mesure de la déformation de ladite membrane ;
- la réalisation à la surface dudit élément sensible de motifs en métal ou en élément capable de former un eutectique avec un métal, permettant de définir au moins un premier élément de
35 scellement et des premiers éléments de reprise de contact ;
- la réalisation d'un capot comprenant :

- la réalisation d'un chapeau en un second matériau, ledit chapeau comprenant une cavité, des trous débouchants, des conducteurs situés dans lesdits trous :
 - la réalisation directement à la surface dudit chapeau ou à la surface dudit chapeau recouvert d'un isolant, côté cavité, de motifs en métal ou en élément capable de former un eutectique avec un métal, de manière à définir au moins un second élément de scellement et des seconds éléments de reprise de contact ;
- l'assemblage et le scellement dudit élément sensible avec ledit capot de manière à former une première zone métallique de scellement au niveau desdits éléments de scellement et des secondes zones métalliques continues comportant des parties de reprise de contact desdits conducteurs et une partie de reprise de contact de ladite ou desdites jauges de contrainte.

19. Procédé de fabrication d'un capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon la revendication 14, caractérisé ce qu'il comprend :

- la réalisation d'un élément sensible comprenant une membrane en un premier matériau métallique, un isolant électrique et au moins une jauge de mesure de la déformation de ladite membrane ;
- la réalisation à la surface dudit élément sensible de motifs en métal ou en élément capable de former un eutectique avec un métal, permettant de définir des premiers éléments de reprise de contact ;
- la réalisation d'un capot comprenant :
 - la réalisation d'un chapeau en un second matériau, ledit chapeau comprenant une cavité, des trous, des conducteurs situés dans lesdits trous débouchants :
 - la réalisation directement à la surface dudit chapeau ou à la surface dudit chapeau recouvert d'un isolant, côté cavité, de motifs en métal ou en élément capable de former un eutectique avec un métal, de manière à définir des seconds éléments de reprise de contact ;

- l'assemblage et le scellement dudit élément sensible avec ledit capot dans :

5

- un plan parallèle au plan de reprise des contacts au niveau de l'élément sensible, de manière à former des secondes zones métalliques de reprise de contacts ;
- un plan perpendiculaire au plan de reprise des contacts au niveau de l'élément sensible, de manière à former une première zone métallique de scellement hermétique dudit capot sur ledit élément sensible de mesure.

10

20. Procédé de fabrication d'un capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 18 ou 19, caractérisé en ce que le scellement est réalisé par brasure, ou par soudure ou par collage.

15

21. Procédé de fabrication d'un capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 18 à 20, caractérisé en ce que le chapeau comprenant un substrat céramique, les conducteurs étant des broches, le scellement desdites broches est réalisé par brasage.

20

22. Procédé de fabrication d'un capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 18 à 20, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes pour réaliser le capot :

25

- la réalisation de motifs métalliques à la surface de couches céramiques et la réalisation de vias dans lesdites couches ;
- l'empilement desdites couches comportant lesdits motifs et lesdits vias.

30

23. Procédé de fabrication d'un capteur de pression destiné à mesurer la pression d'un fluide selon l'une des revendications 18 à 22, caractérisé en ce que les motifs en métal sont réalisés par gravure d'une couche en métal ou en matériau capable de former un eutectique avec un métal ou par sérigraphie d'un métal ou d'un matériau capable de former un eutectique avec un métal.

35

1/16

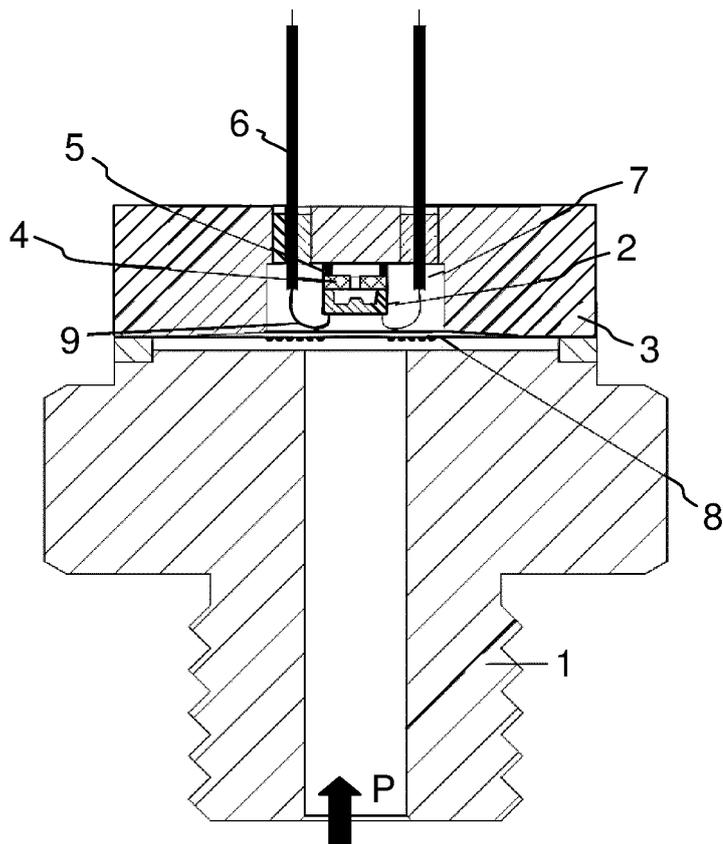


FIG. 1

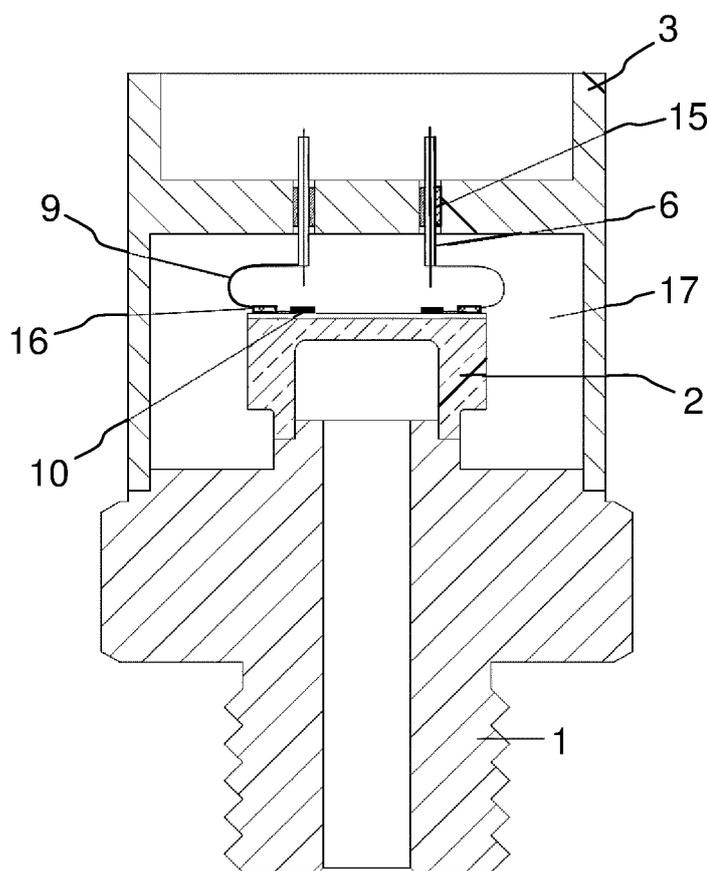


FIG. 2

2/16

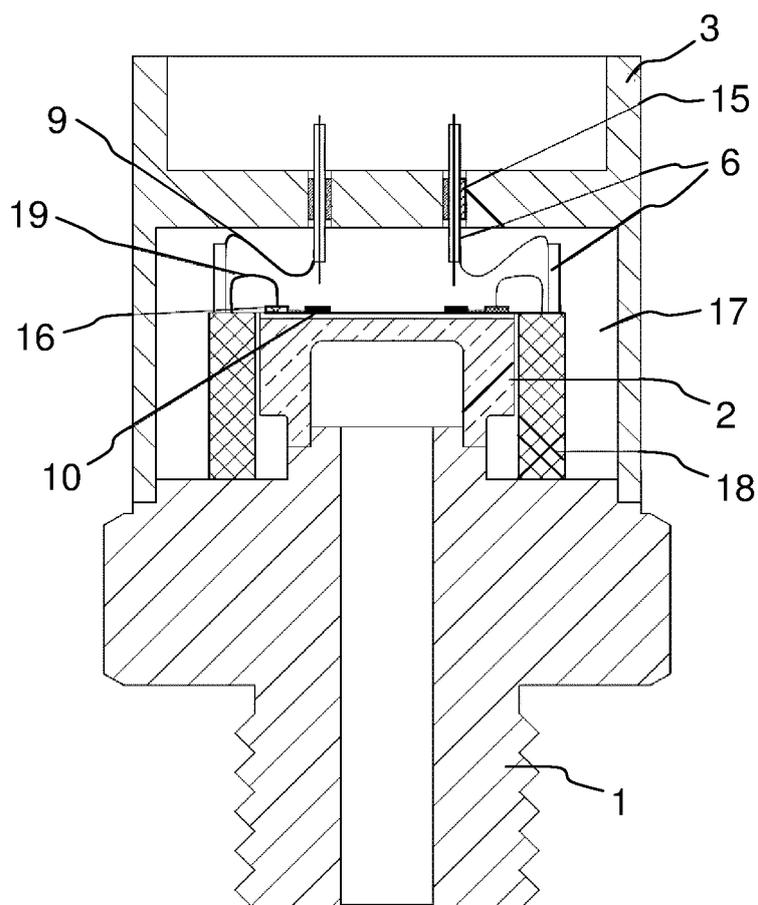


FIG. 3

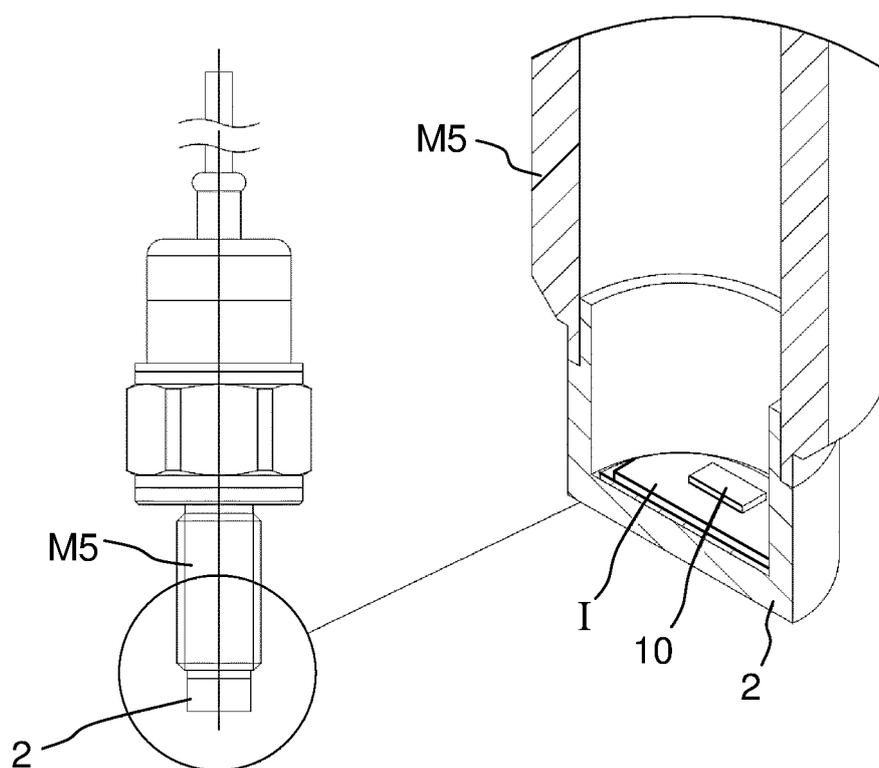


FIG. 4

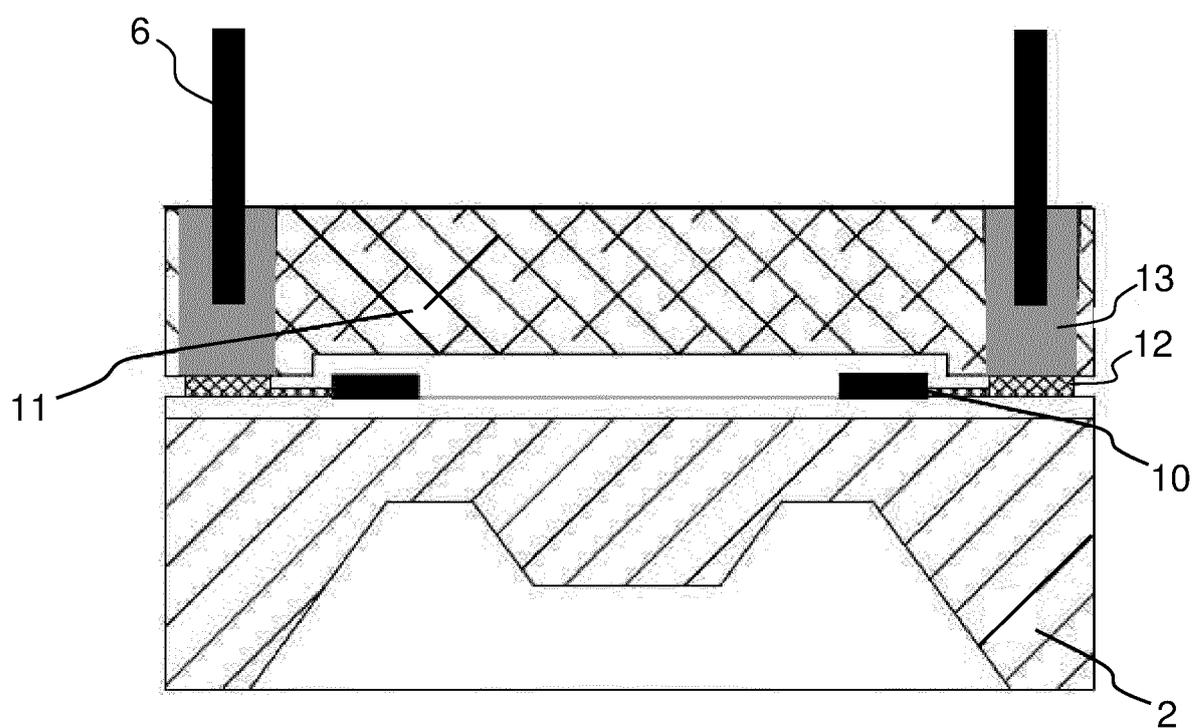


FIG.5

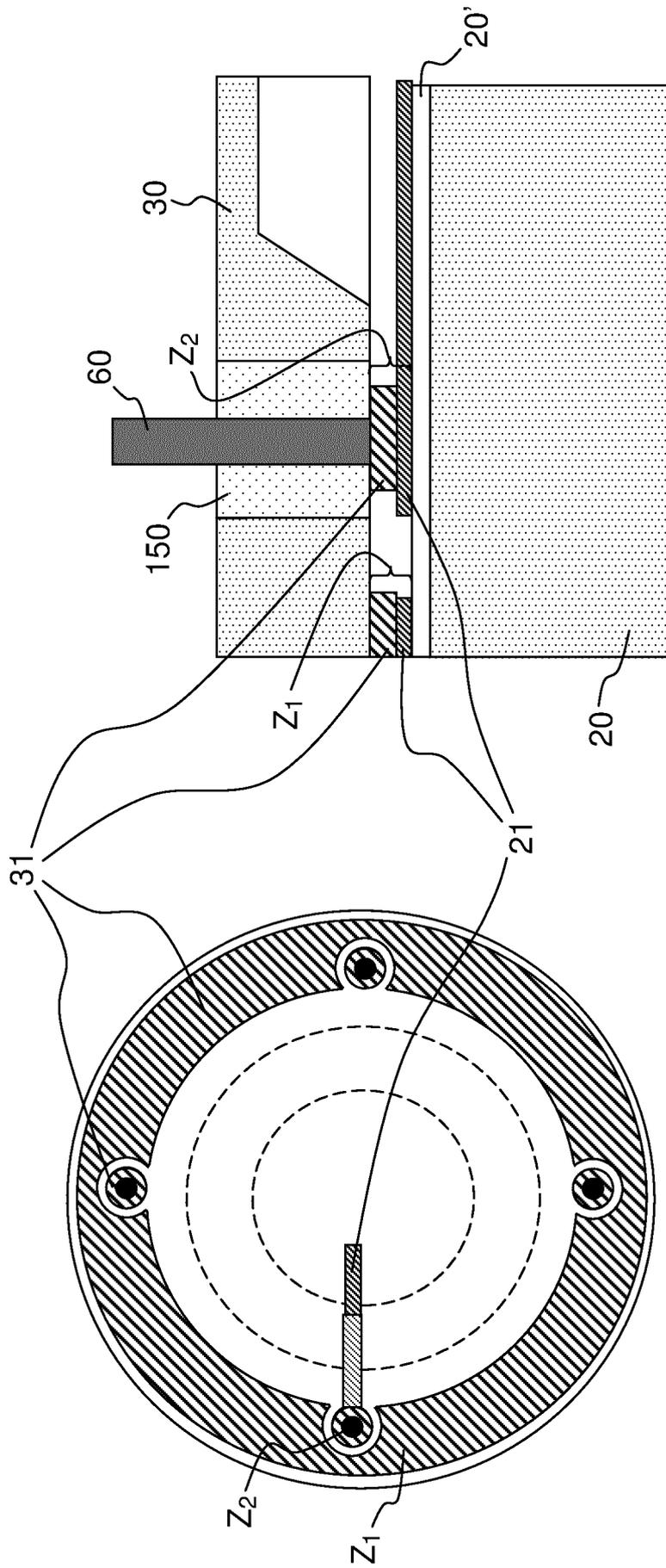


FIG. 6a

FIG. 6b

5/16

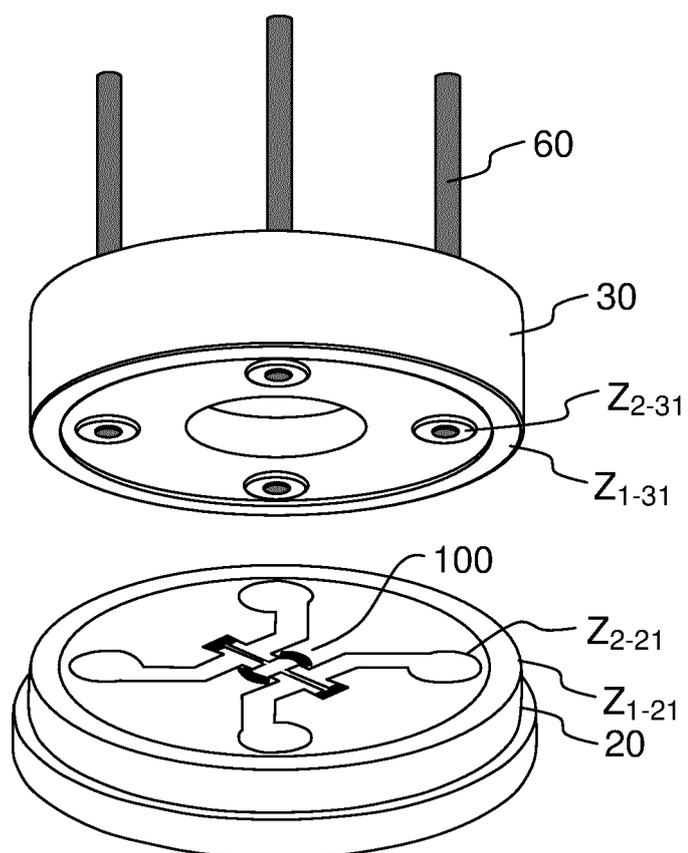


FIG. 6c

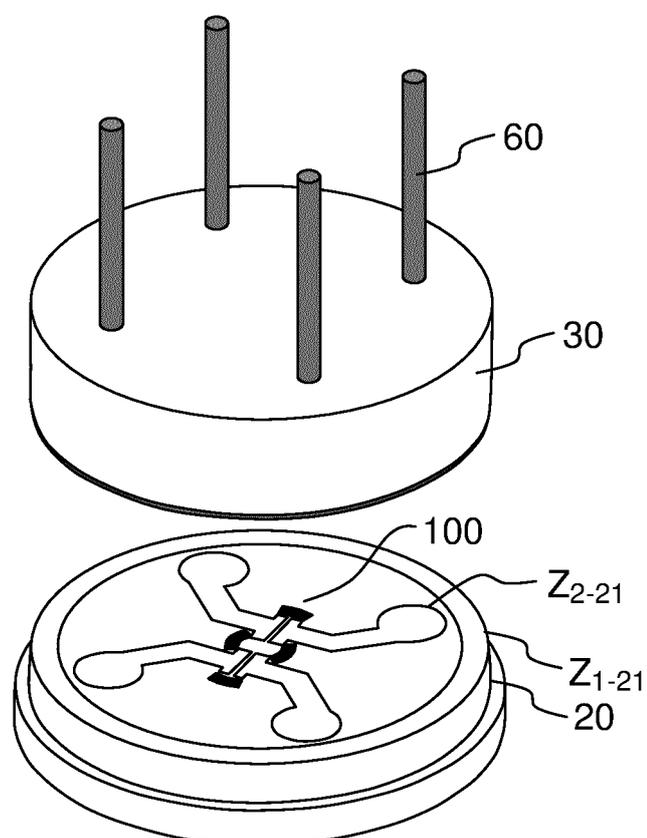
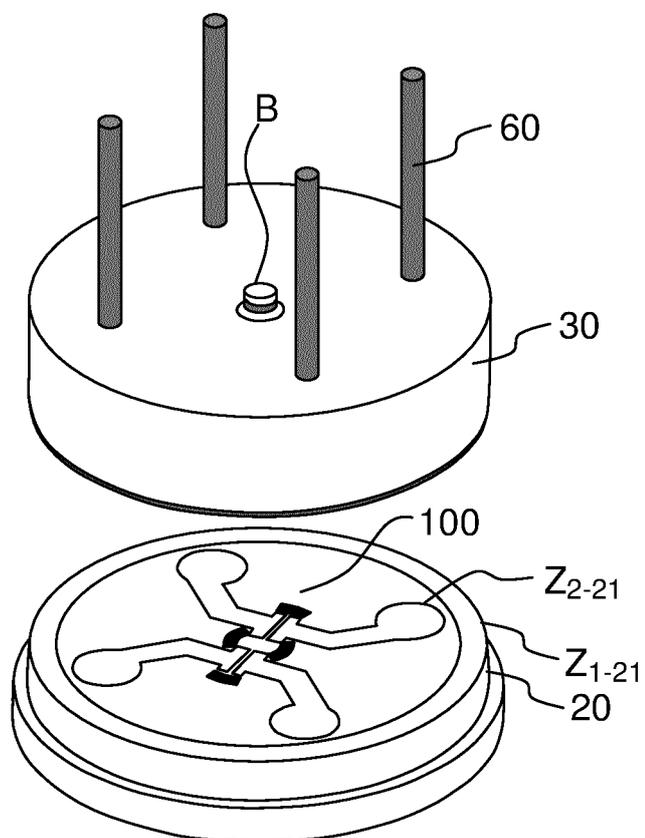
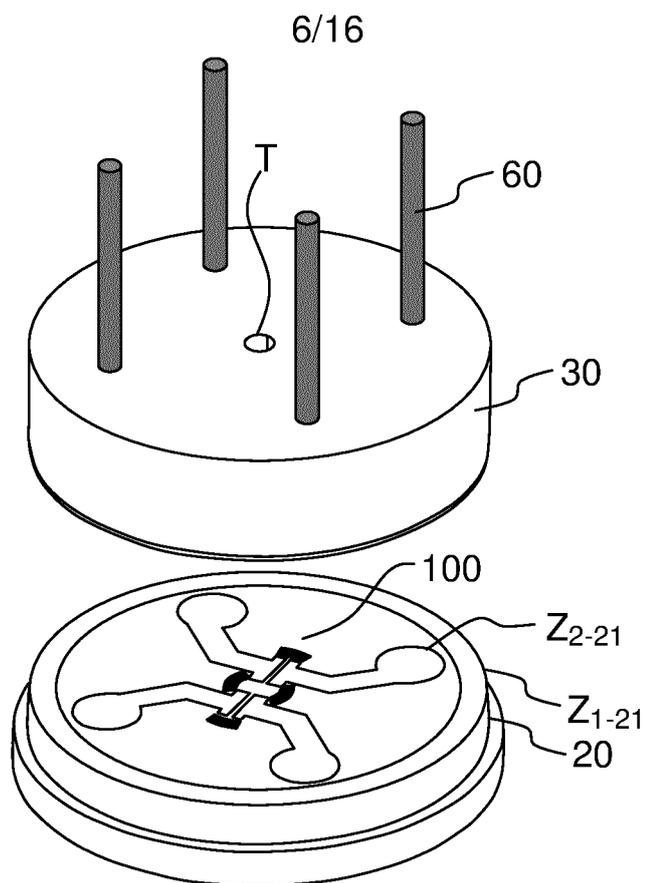


FIG. 6d



7/16

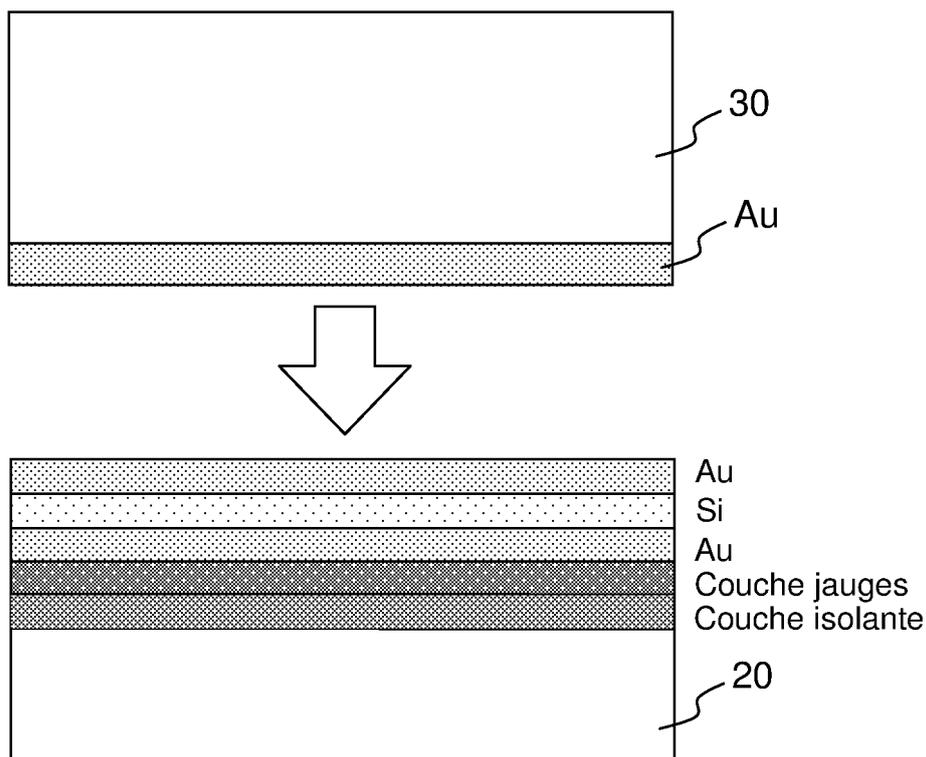


FIG.7

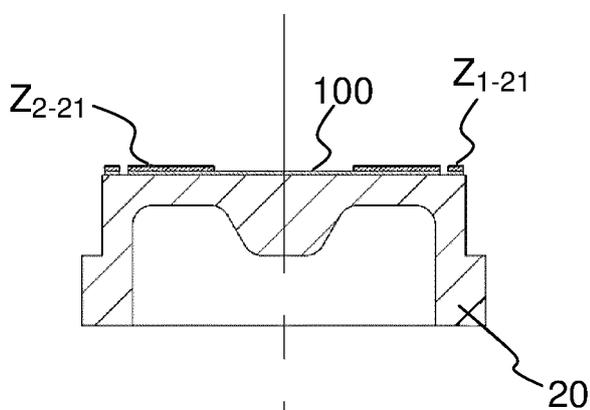


FIG.8a

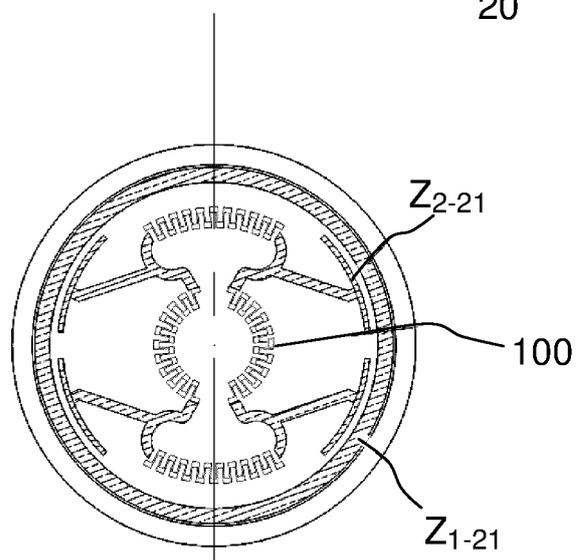
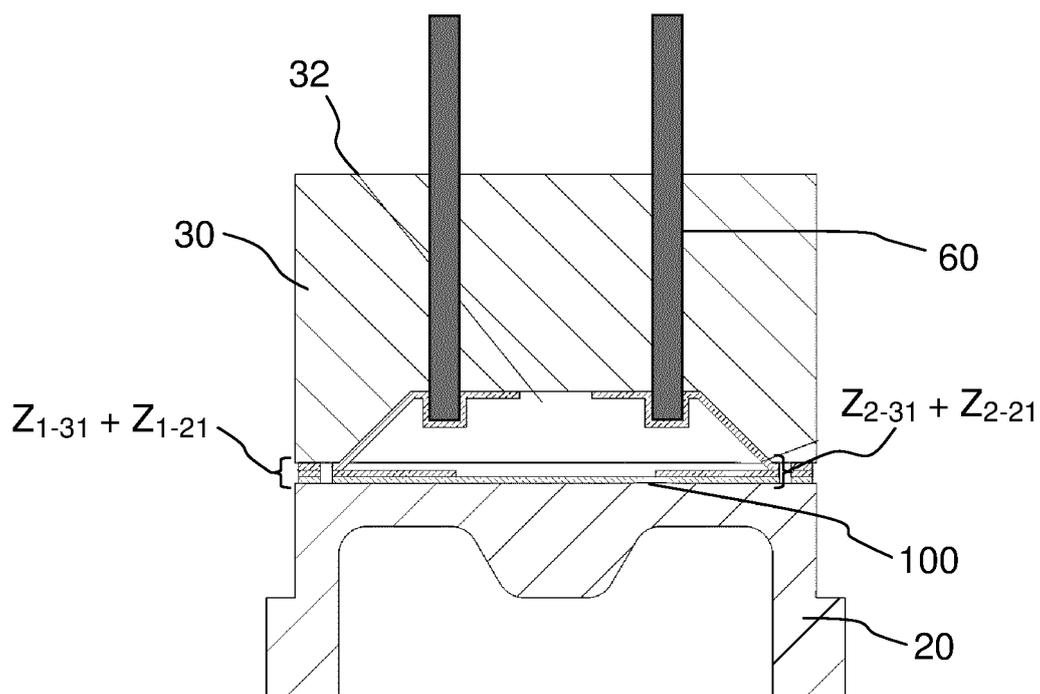
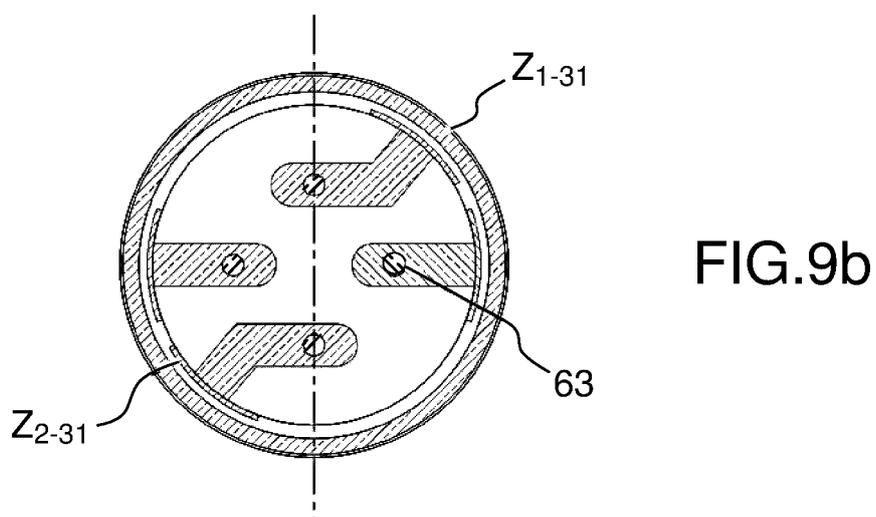
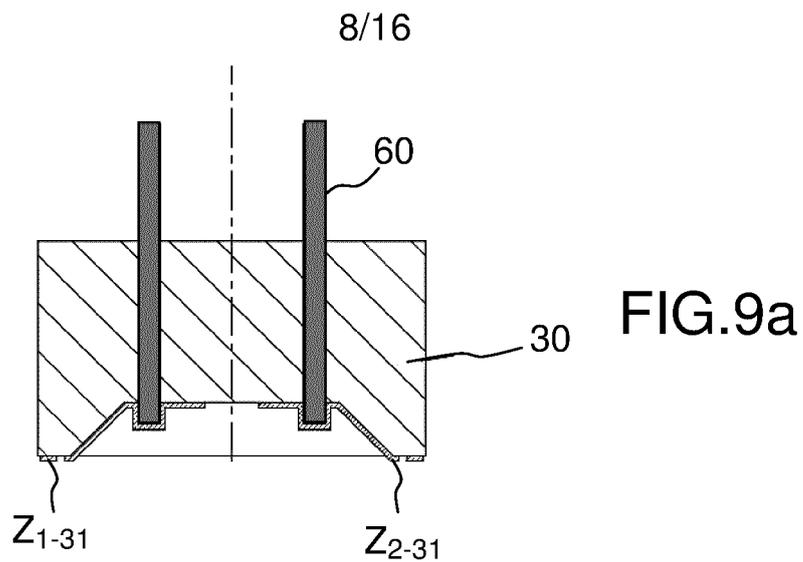


FIG.8b



9/16

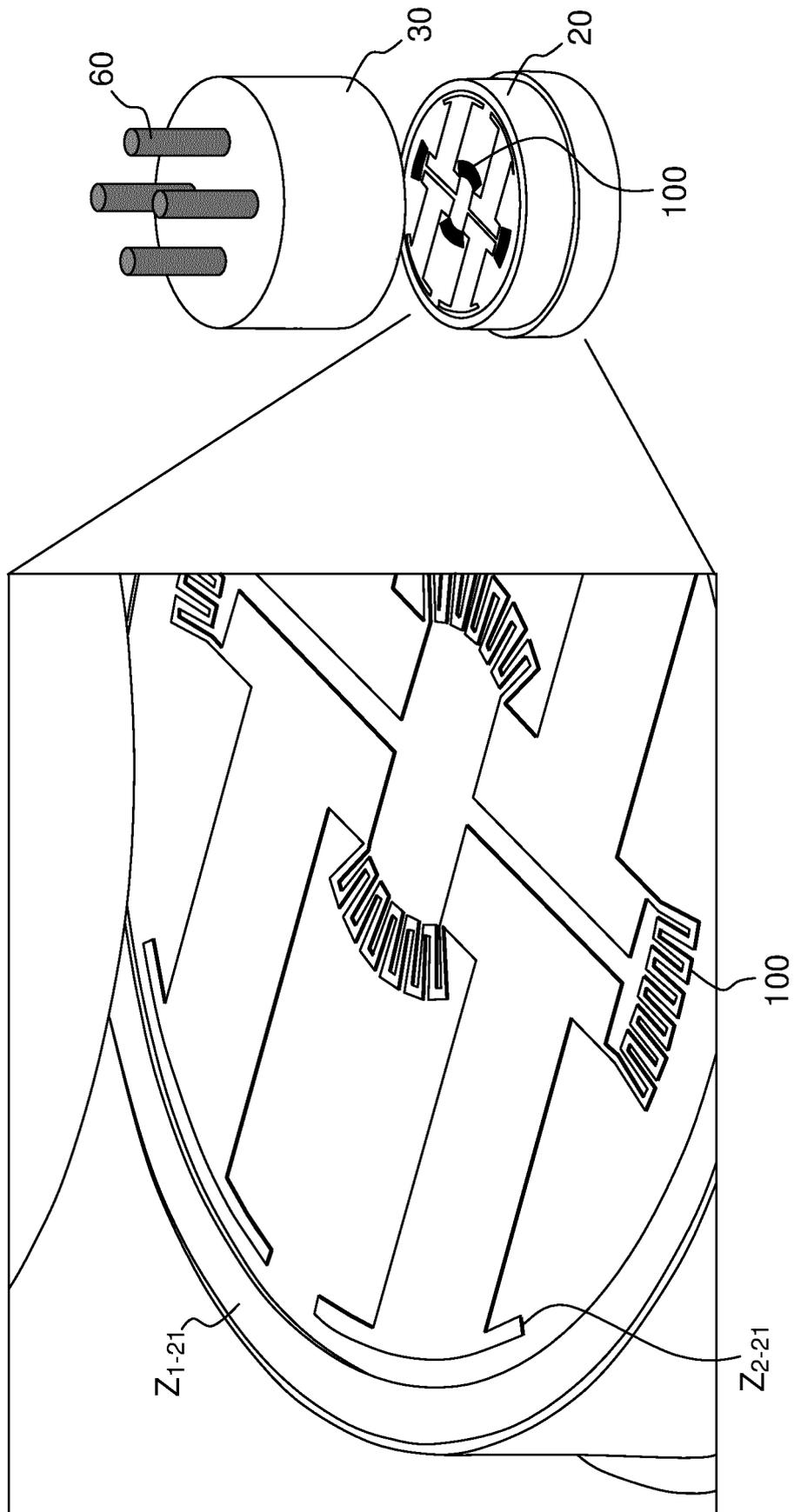


FIG.11a

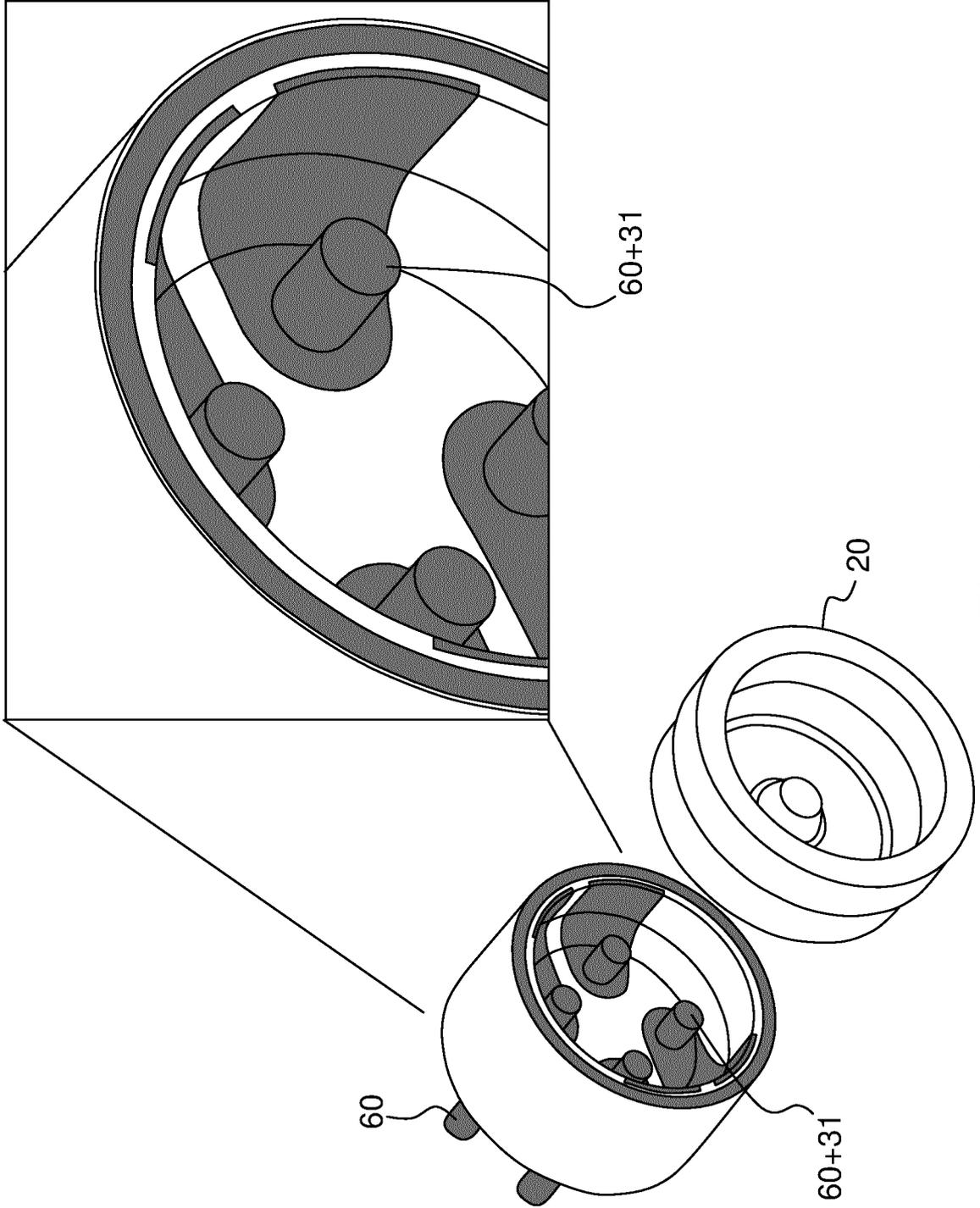


FIG.11b

11/16

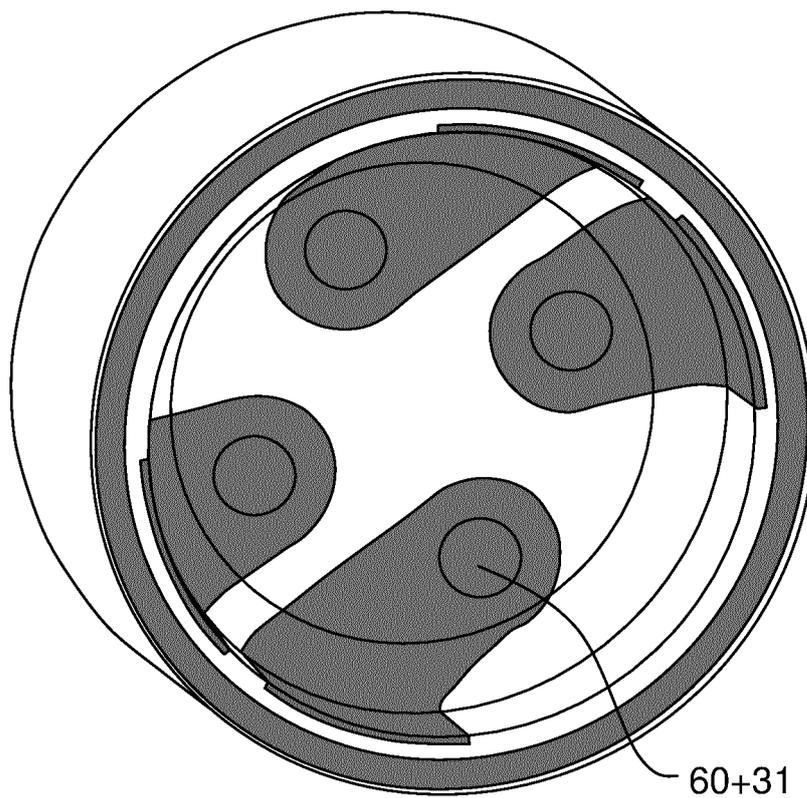


FIG.11c

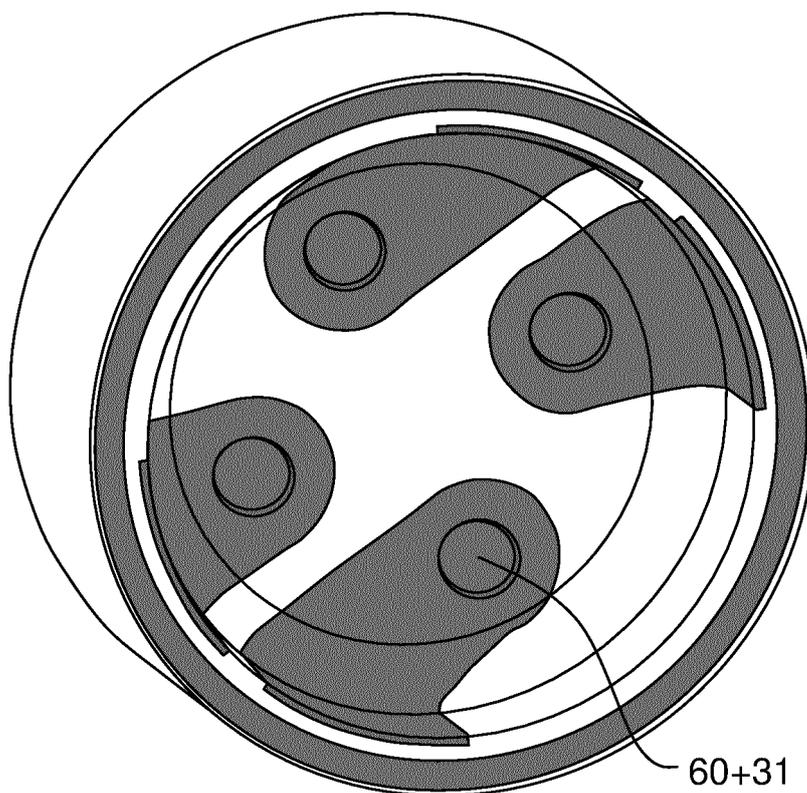


FIG.11d

12/16

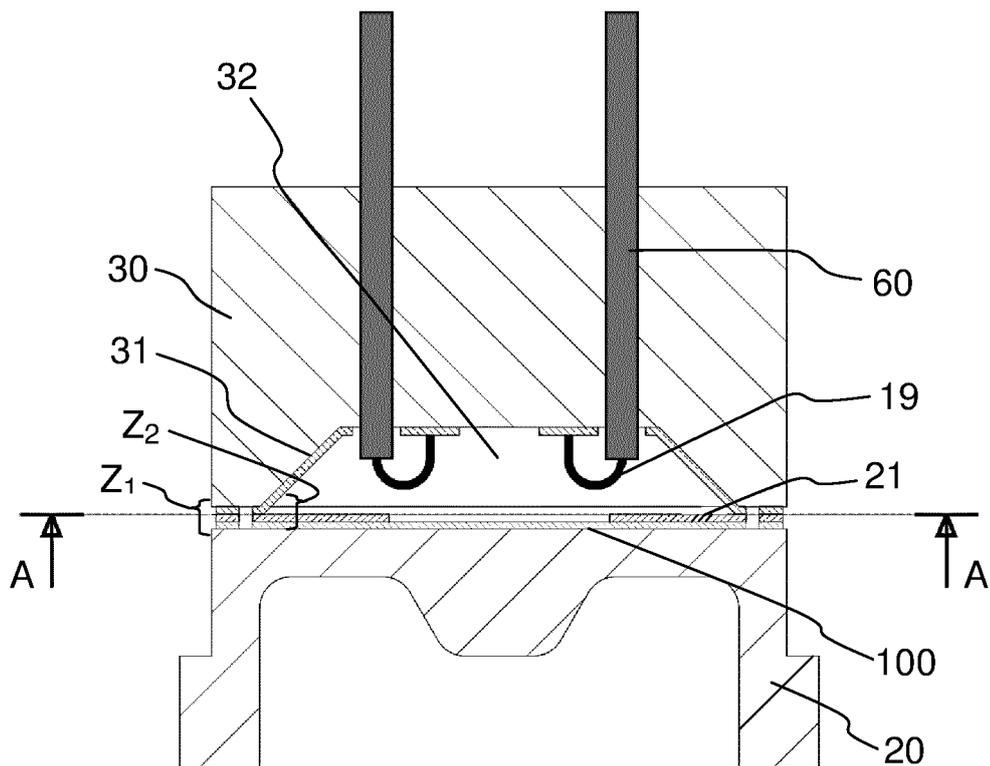


FIG.12a

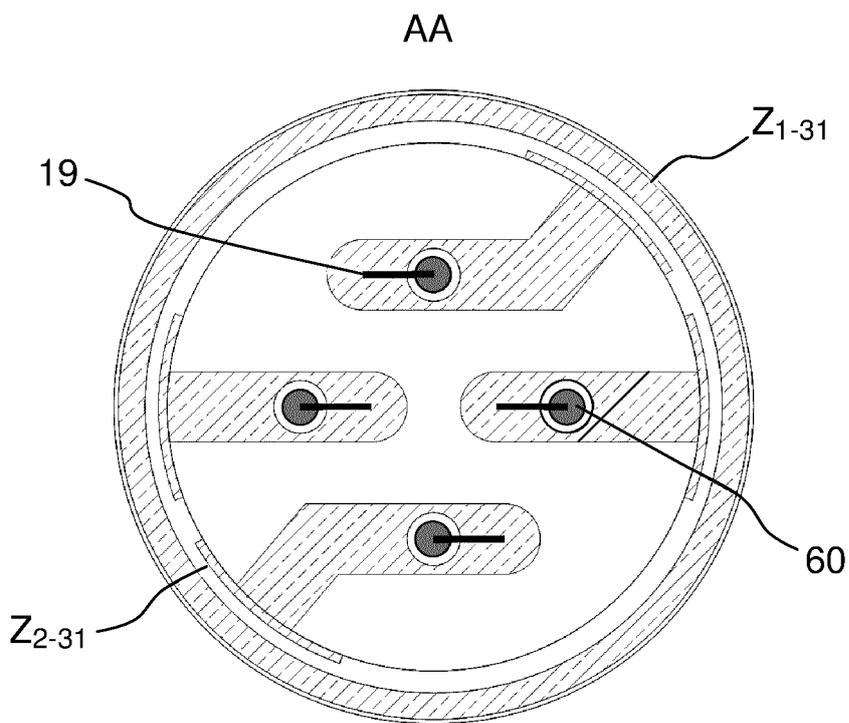


FIG.12b

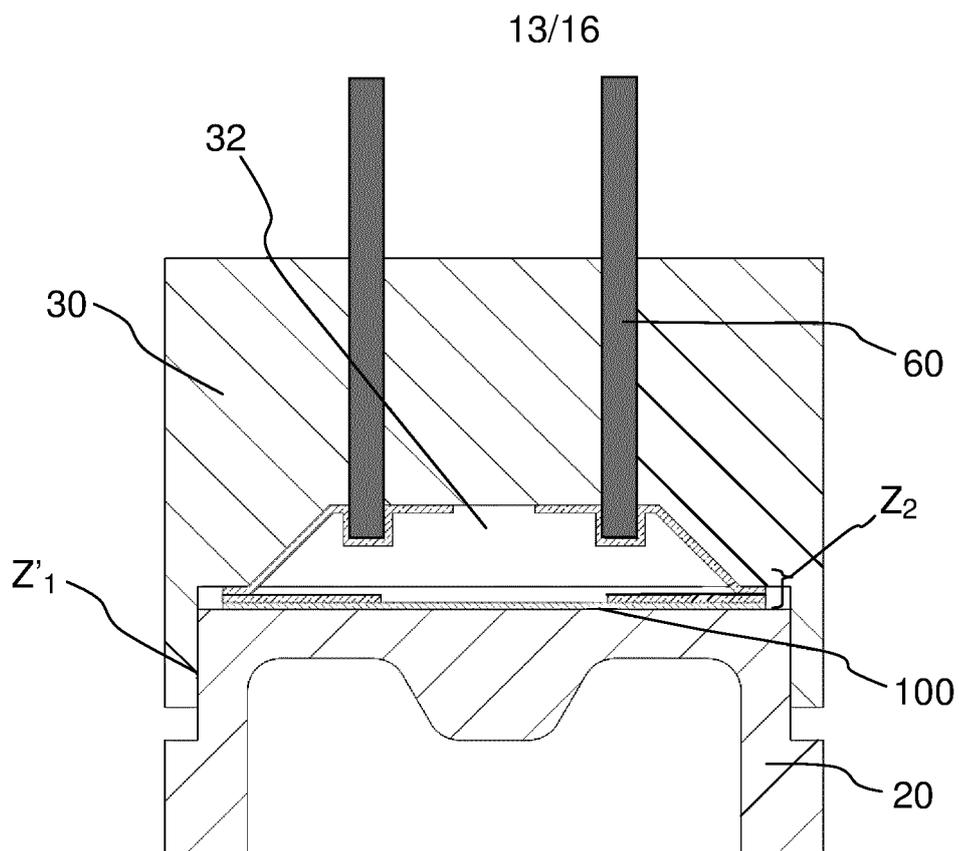


FIG. 13a

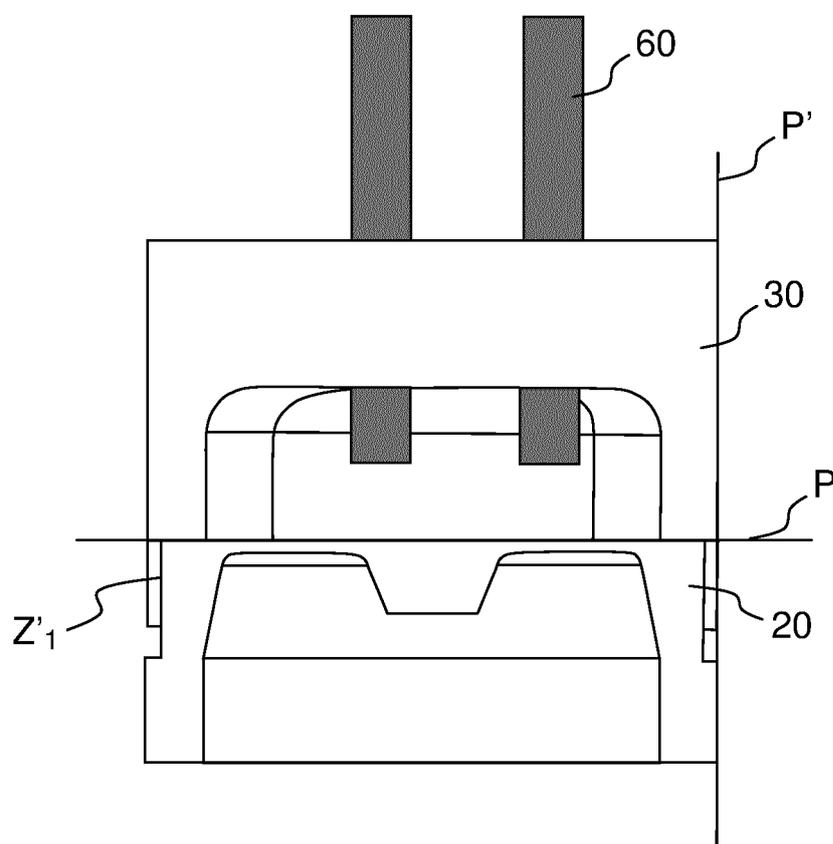


FIG. 13b

14/16

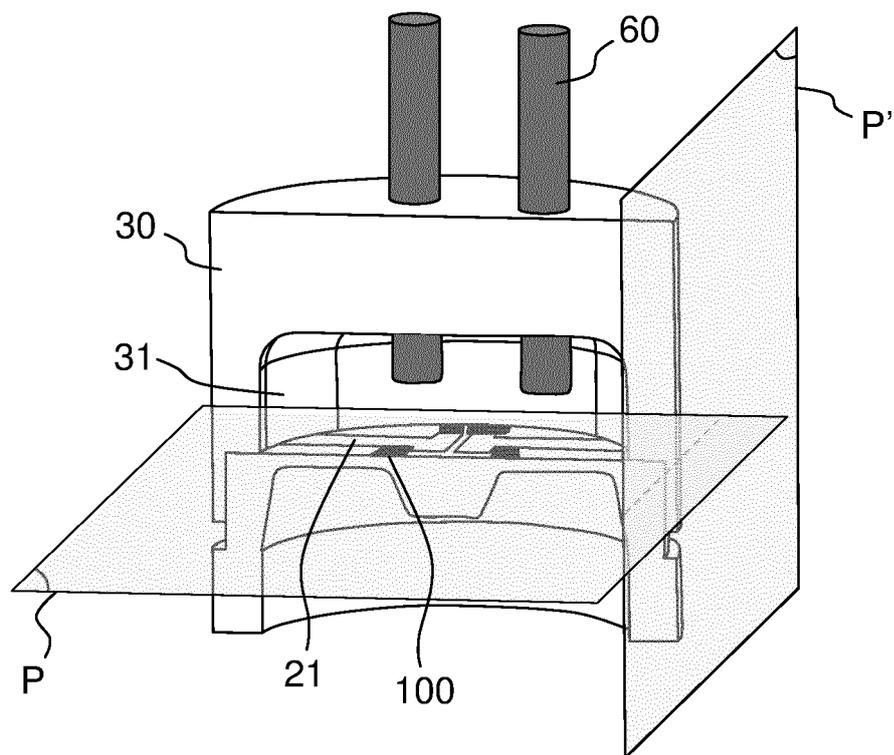


FIG. 13c

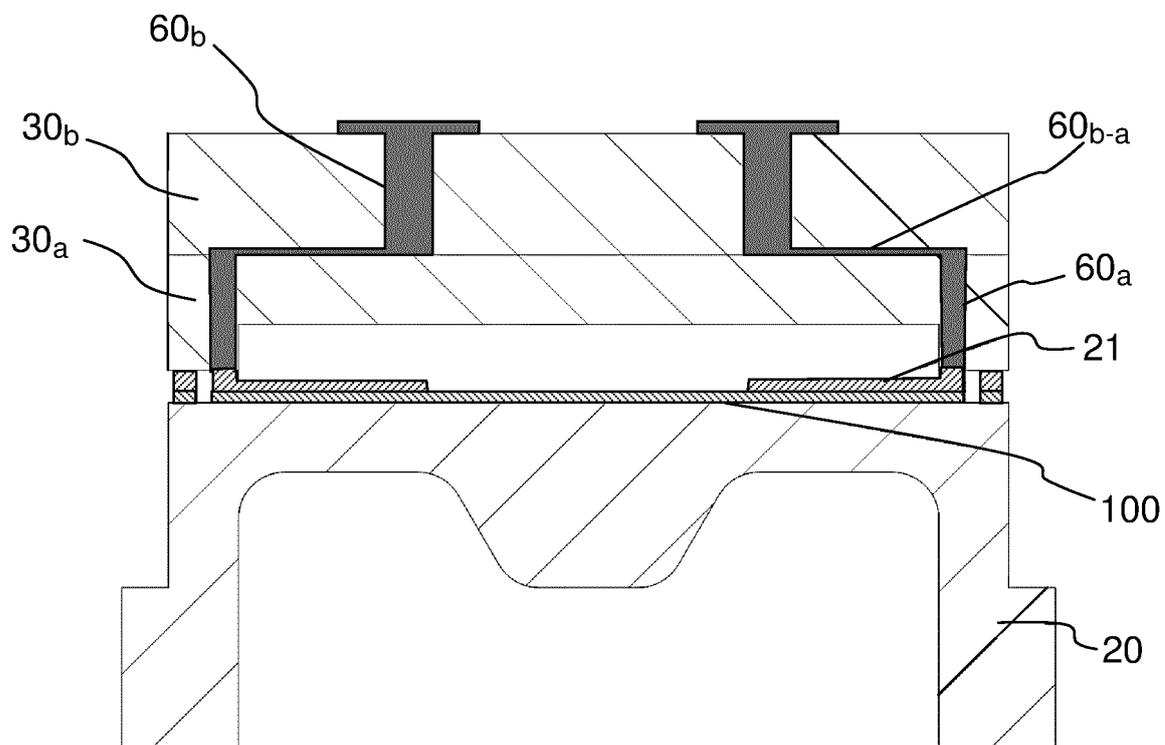


FIG. 14

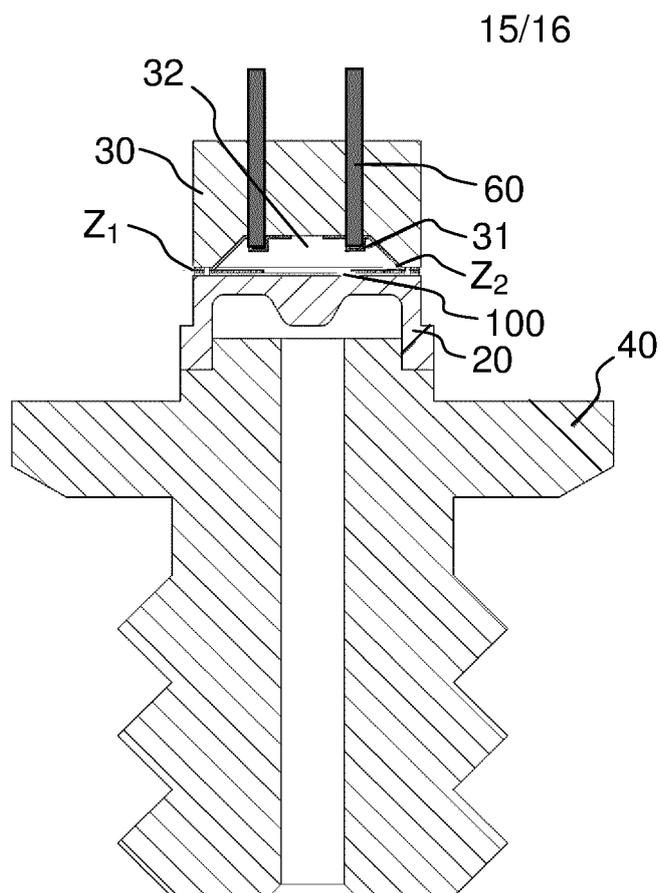


FIG.15

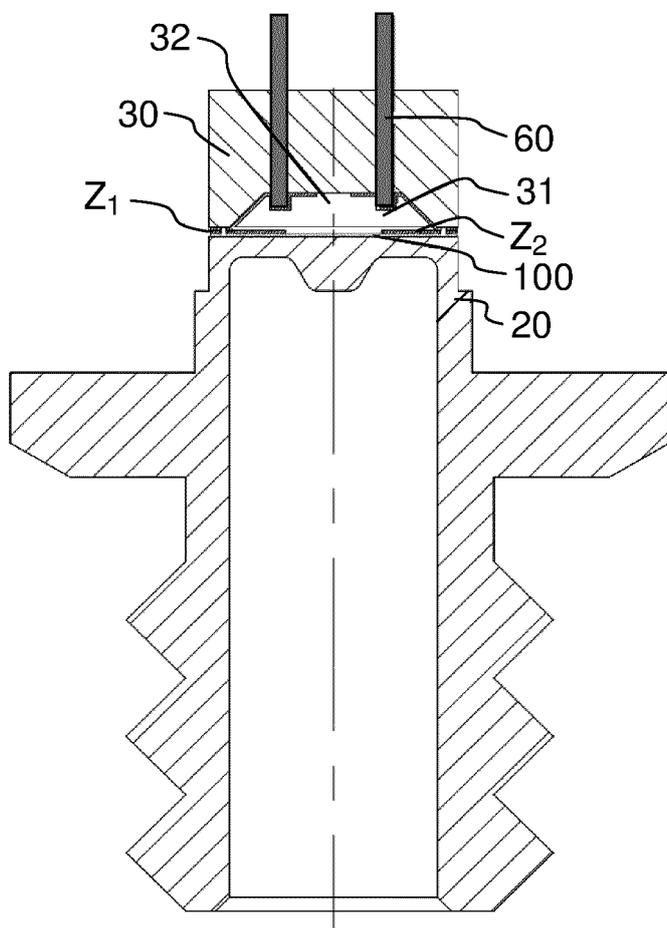


FIG.16

16/16

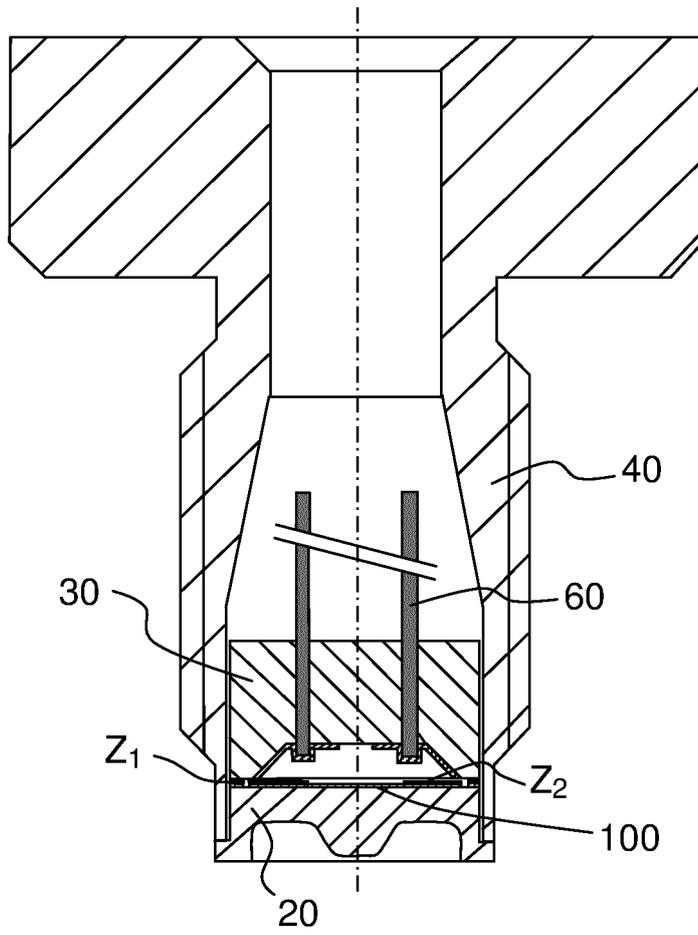


FIG.17a

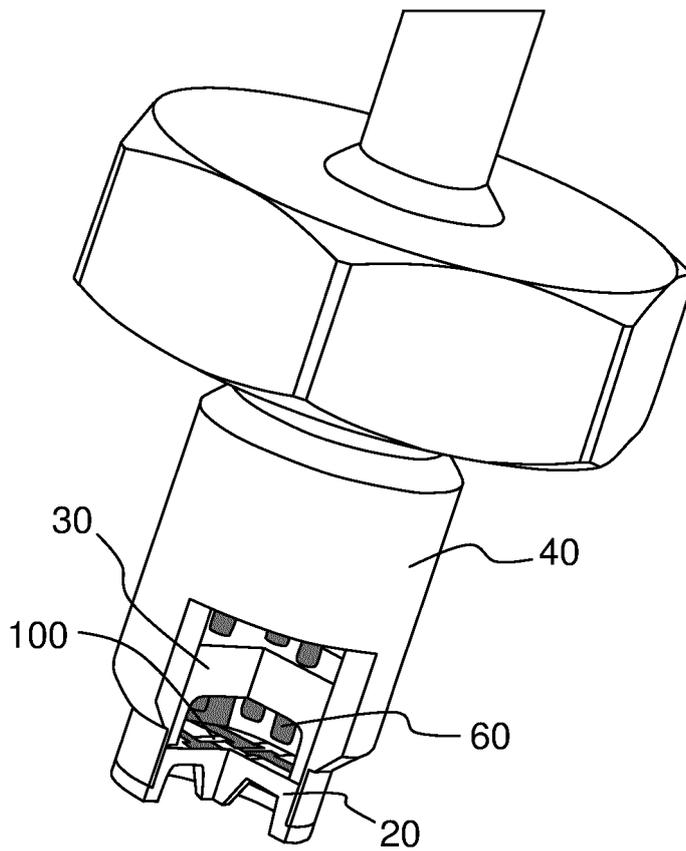


FIG.17b



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 806438
FR 1551368

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	GB 2 064 778 A (BOFORS AMERICA) 17 juin 1981 (1981-06-17)	1-5,9-17	G01L7/08 G01L9/00
Y	* figures 4, 6, 10, 12 * * page 1, ligne 5 - ligne 13 * * page 2, ligne 118 - page 3, ligne 12 * * page 3, ligne 63 - ligne 99 * * page 5, ligne 66 - ligne 96 *	6-8, 18-23	
Y	----- US 3 568 124 A (SONDEREGGER HANS CONRAD) 2 mars 1971 (1971-03-02) * figures 4,6 * * colonne 1, ligne 4 - ligne 8 * * colonne 2, ligne 50 - colonne 3, ligne 19 * * revendication 8 *	6-8, 18-23	
Y	----- US 2013/162270 A1 (KISHIDA SOUTARO [JP] ET AL) 27 juin 2013 (2013-06-27) * alinéa [0001] * * alinéa [0036] * * figure 2 *	6-8, 18-23	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01L
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		9 décembre 2015	Kaiser, Jean-Luc
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1551368 FA 806438**

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 **09-12-2015**

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
GB 2064778	A	17-06-1981	DE 3041229 A1	17-09-1981
			FR 2472743 A1	03-07-1981
			GB 2064778 A	17-06-1981
			JP S56100333 A	12-08-1981
			US 4295116 A	13-10-1981

US 3568124	A	02-03-1971	AT 279213 B	25-02-1970
			CH 455327 A	28-06-1968
			DE 1773365 B1	16-03-1972
			GB 1195502 A	17-06-1970
			US 3568124 A	02-03-1971

US 2013162270	A1	27-06-2013	JP 2013134212 A	08-07-2013
			US 2013162270 A1	27-06-2013
