

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
8 décembre 2016 (08.12.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2016/193484 A1

- (51) Classification internationale des brevets :  
G01L 15/00 (2006.01) G01L 27/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2016/062731
- (22) Date de dépôt international :  
3 juin 2016 (03.06.2016)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
15 55042 3 juin 2015 (03.06.2015) FR
- (71) Déposant : SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE [FR/FR]; 18-20 Quai du Point du Jour, 92100 Boulogne-Billancourt (FR).
- (72) Inventeurs : RIOU, Jean-Christophe; c/o SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE, 18-20 Quai du Point du Jour, 92100 Boulogne-Billancourt (FR). BAILLY, Eric; c/o SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE, 18-20 Quai du Point du Jour, 92100 Boulogne-Billancourt (FR).
- (74) Mandataires : LAVIALLE, Bruno et al.; Cabinet Boettcher, 16 rue Médéric, 75017 Paris (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :  
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : PRESSURE-MEASURING DEVICE WITH IMPROVED RELIABILITY AND ASSOCIATED CALIBRATION METHOD

(54) Titre : DISPOSITIF DE MESURE DE PRESSION À FIABILITÉ AMÉLIORÉE ET PROCÉDÉ DE CALIBRAGE ASSOCIÉ

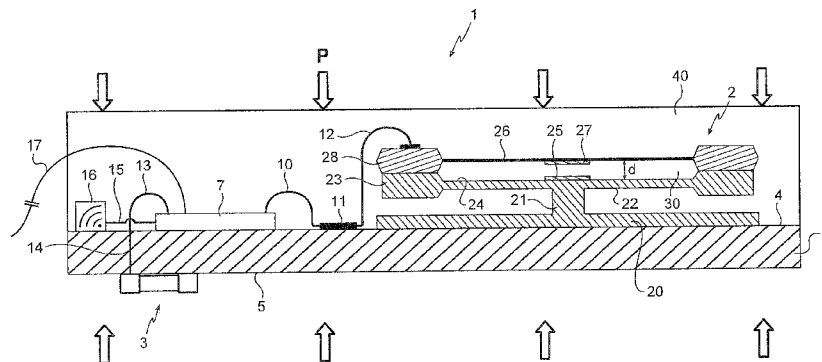


Fig. 1

(57) Abstract : A pressure-measuring device (1) comprising a pressure sensor of a first type (2) and a pressure sensor of a second type (3) different to the first mounted on a common support (6) in order to be subjected to a same pressure, in which the pressure sensor of the first type (2) is a capacitive sensor, characterised in that the pressure sensor of the first type (2) comprises at least one membrane (26) and a first inner channel (30) passing through the common support (6), a second inner channel (33) for conveying a fluid to the membrane (26) being in fluid connection with the first inner channel (30). A calibration method associated with the device (1).

(57) Abrégé : Dispositif (1) de mesure de pression comprenant un capteur de pression d'un premier type (2) et un capteur de pression d'un deuxième type (3) différent du premier montés sur un support commun (6) pour être soumis à une même pression, dans lequel le capteur de pression du premier type (2) est de type capacitif, caractérisé en ce que le capteur de pression du premier type (2) comprend au moins une membrane (26) ainsi qu'un premier canal interne (30) traversant le support commun (6), un deuxième canal interne (33) d'amenée d'un fluide vers la membrane (26) étant en lien fluide avec le premier canal interne (30). Procédé de calibrage associé au dispositif (1).



WO 2016/193484 A1

**DISPOSITIF DE MESURE DE PRESSION A FIABILITE  
AMELIOREE ET PROCEDE DE CALIBRAGE ASSOCIE**

DOMAINE DE L'INVENTION

5 La présente invention concerne le domaine de la  
mesure de pression et plus particulièrement les capteurs  
électromécaniques de pression de fluide pour des  
applications aéronautiques, et notamment les capteurs de  
type MEMS.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

10 Un capteur de pression électromécanique comprend  
généralement une membrane en silicium ou en alliage de  
silicium sur la face avant de laquelle sont rapportées  
des jauges de déformation piézoélectriques montées en  
pont de Wheatstone et reliées à une unité électronique de  
15 traitement par des fils de connexion. La face arrière  
opposée à celle portant les jauges est soumise à une  
pression à mesurer qui, en déformant la membrane,  
sollicite les jauges et permet d'effectuer une mesure  
électrique de la pression. La membrane est généralement  
20 montée sur un substrat lui aussi en silicium. Le silicium  
étant particulièrement sensible aux attaques  
électrochimiques, la membrane est montée à une extrémité  
d'une conduite remplie d'un fluide de transfert,  
généralement de l'huile silicone. L'autre extrémité du  
25 conduit est fermée par une pastille en acier inoxydable  
dont la face extérieure est en contact avec le fluide  
dont la pression est à mesurer. La pression appliquée sur  
la pastille en acier inoxydable est transmise, par  
l'intermédiaire du fluide de transfert, à la membrane de  
30 silicium et mesurée par l'unité de traitement à partir  
des signaux fournis par les jauges de déformation. Le  
signal électrique engendré par l'unité de traitement est  
ensuite transmis à un réseau de communication.

35 Le capteur ainsi obtenu est généralement  
encombrant, lourd et couteux, notamment en raison de la

présence du conduit rempli d'huile et des éléments d'étanchéité associés. En effet, l'huile doit être absolument incompressible, et de telles huiles sont chères et se figent à basse température au point de transmettre les vibrations. Dans les cas où elles ne sont pas totalement exemptes d'impuretés et/ou de radicaux libres, ces huiles sont génératrices de dérives électriques lorsqu'elles sont soumises à une tension électrique. Le remplissage du conduit cylindrique doit être effectué de manière extrêmement rigoureuse car la présence d'air dans le conduit rendrait le capteur imprécis, voire inopérant. Cette opération et son contrôle alourdissent les coûts de production du capteur. La membrane du capteur est généralement rapportée sur le support du capteur par collage ou brasage. Cette jonction doit être étanche pour éviter toute intrusion de fluide sous la membrane, ce qui ruinerait à terme le capteur. Une telle opération souffre de la variabilité liée à une réalisation manuelle et est une source récurrente de défaut. Enfin, un tel capteur est extrêmement sensible aux variations rapides de température du fluide dont la pression est à mesurer. En effet, bien que les capteurs piézoélectriques soient notoirement connus pour présenter une sensibilité réduite aux variations de température, les comportements du fluide de transfert et du conduit induisent des erreurs difficiles à compenser. Pour finir, à des températures extrêmement basses, le fluide de transfert peut figer et rendre le capteur inopérant.

Les capteurs résistifs requièrent un étalonnage régulier afin de conserver un niveau de précision acceptable, notamment en raison de leur sensibilité thermique. L'étalonnage d'un capteur piézoélectrique requiert généralement de connecter un dispositif de mesure étalonné à ses bornes et donc de pouvoir accéder physiquement au capteur. Une telle opération requiert

d'immobiliser l'équipement sur lequel le capteur est monté, ce qui entraîne des temps d'immobilisation préjudiciables particulièrement dans le cas de capteurs montés sur des aéronefs. Enfin, un défaut de  
5 fonctionnement d'un capteur piézoélectrique peut être difficile à distinguer d'un défaut du circuit de transmission. Il est alors nécessaire de prévoir des systèmes locaux de surveillance du fonctionnement.

#### OBJET DE L'INVENTION

10 L'objet de l'invention est de réduire le coût et la sensibilité thermique d'un dispositif électromécanique de mesure de pression tout en améliorant la fiabilité et la précision.

#### RESUME DE L'INVENTION

15 A cet effet, on prévoit, selon l'invention, un dispositif de mesure de pression comprenant un capteur de pression d'un premier type et un capteur de pression d'un deuxième type différent du premier qui sont montés sur un support commun pour être  
20 soumis à une même pression, dans lequel le capteur de pression du premier type est de type capacitif, caractérisé en ce que le capteur de pression du premier type comprend au moins une membrane ainsi qu'un premier canal interne traversant le support  
25 commun, un deuxième canal interne d'amenée d'un fluide vers la membrane étant en lien fluide avec le premier canal interne.

Il est alors possible d'exploiter les propriétés spécifiques de chaque capteur, notamment lorsqu'ils  
30 présentent des sensibilités réduites à certains paramètres environnementaux tels que la température, l'humidité, la vitesse, la force centrifuge ou d'autres types de sollicitations. Cette configuration particulière permet de proposer un dispositif dont seule la face  
35 opposée au capteur de premier type peut être soumise au

fluide dont la pression est à mesurer. Le deuxième canal interne agit comme une restriction et protège le capteur capacitif des transitoires en pression. Ceci est particulièrement avantageux lors d'une utilisation du capteur pour la surveillance de la pression des pneumatiques des aéronefs. En effet, des pics de pression peuvent se présenter lors des phases d'atterrissage, de roulage ou à l'occasion de chocs, ces événements sont particulièrement préjudiciables pour les capteurs de l'art antérieur quand ils ont lieu à froid. Le second canal interne réalise également un filtrage du fluide et empêche que des poussières ou des particules portées par le fluide puissent se placer au niveau de la membrane et perturber la mesure de capacité par modification locale du milieu diélectrique. Avantagement, le capteur de pression du premier type et le capteur de pression du deuxième type ont des modes de défaillance différents.

Comme les modes de défaillance sont différents, une différence de mesure significative entre les capteurs est révélatrice d'une défaillance d'un des capteurs. Une différence de mesure sera considérée comme étant significative lorsqu'elle est supérieure à l'erreur attendue de mesure de chaque capteur.

Selon un mode de réalisation particulier, le capteur de pression du premier type et le capteur de pression du deuxième type ont des plages de précision différentes. Ainsi, il est possible d'exploiter les plages spécifiques de précision des divers types de capteurs. De façon avantageuse, dans le cas où l'un des capteurs est de type capacitif et le second est de type résistif, les mesures effectuées par le capteur capacitif sont faiblement influencées par la température du fluide dont la pression est mesurée. Le capteur résistif, quant à lui, permet des mesures indépendantes des forces inertielles auxquelles il est soumis, ce qui est

particulièrement avantageux dans le cas de capteurs de pression de roues.

Une bonne compacité du dispositif de mesure peut être obtenue en montant une unité de traitement sur le support commun et en la reliant aux capteurs de pression du premier type et du deuxième type. Ce mode de réalisation permet également de réaliser les jonctions des capteurs avec l'unité de traitement de manière automatisée en usine plutôt que les réaliser manuellement lors du montage du dispositif, ce qui permet de réduire les opérations sensibles de montage et concourt à réduire les coûts d'installation du dispositif.

Avantageusement, le capteur de pression du premier type et le capteur de pression du deuxième type sont montés respectivement sur des faces opposées du support commun. Cette configuration permet d'utiliser des modes de protection (revêtement, bouclier) adaptés aux spécificités des capteurs en traitant chaque surface dans leur intégralité.

L'unité de traitement peut alors être montée sur la première face du support commun à proximité d'un des capteurs et recevoir le même traitement de protection que celui-ci.

Avantageusement encore, une des faces du support commun comprend au moins une portion recouverte de parylène ou d'un revêtement carboné de type DLC (de l'anglais « Diamond Like Carbon »). Ces revêtements permettent d'assurer une protection efficace des capteurs dans le cas de la mesure de pression de fluides corrosifs ou en milieu agressif.

Selon un mode de réalisation particulier, un des capteurs de pression est enfermé sous un couvercle hermétique solidaire du support commun. Ceci permet de définir et isoler la portion de la surface de support portant ce capteur qui est soumise à la pression du

fluide dont la pression est à mesurer.

Un des capteurs de pression, voire les deux, peut être relié à des moyens de communication sans fil, ce qui permet d'en réaliser l'interrogation à distance sans  
5 devoir procéder à un démontage quelconque et permet alors de réduire les temps d'immobilisation. La faible consommation électrique des capteurs de type capacitif se prête particulièrement bien à un tel mode de communication.

10 L'invention concerne également un procédé de calibrage d'un tel dispositif de mesure de pression comprenant au moins un capteur de pression d'un premier type et un capteur de pression d'un deuxième type montés sur un même support, le procédé comprenant l'étape de  
15 comparer la mesure faite par un des capteurs avec une mesure de la même pression faite par l'autre capteur. Ainsi, il est possible de procéder à un calibrage en temps réel de chacun des capteurs en retenant la mesure d l'un ou de l'autre des capteurs selon que l'on se trouve  
20 dans une situation dans laquelle il est connu que la mesure d'un capteur est plus fiable que celle d'un autre.

Le procédé pourra également comprendre une étape supplémentaire d'émettre une alerte d'intégrité dans le cas où une comparaison des mesures réalisées par chacun  
25 des capteurs permet de soupçonner que l'un de ceux-ci est défectueux.

#### BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

Il sera fait référence aux dessins annexés parmi lesquels :

30 - la figure 1 est une vue schématique en coupe d'un premier mode de réalisation d'un dispositif de mesure de pression selon l'invention ;

- la figure 2 est un logigramme des différentes étapes du procédé de calibrage selon l'invention ;
- 5 - la figure 3 est une vue identique à celle de la figure 1 d'un deuxième mode de réalisation d'un dispositif de mesure de pression selon l'invention ;
- 10 - la figure 4 est une vue identique à celle de la figure 1 d'un troisième mode de réalisation d'un dispositif de mesure de pression selon l'invention.

#### DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

En référence à la figure 1, le dispositif de mesure de pression selon l'invention, généralement désigné 1, comprend un capteur de pression 2 de type capacitif et un capteur de pression 3 de type piézoélectrique respectivement montés sur une première face 4 et une deuxième face 5, opposée, d'un support 6 commun. Le support 6 est ici, en silicium et reçoit sur sa première face 4 une unité de traitement 7 reliée à l'aide d'un premier fil conducteur 10 à une extrémité d'une piste conductrice 11 imprimée sur la surface 4. Le premier fil conducteur 10 a une deuxième extrémité opposée qui est reliée à un deuxième fil conducteur 12 connecté au capteur 2. Un troisième fil conducteur 13 relie l'unité de traitement 7 à une piste conductrice interne 14 qui traverse le support 6 depuis la première face 4 jusqu'à la deuxième face 5 et relie le capteur 3 à l'unité de traitement 7.

30 L'unité de traitement 7, ici une unité intégrée de type ASIC (de l'anglais « Application Specific Integrated Unit »), est agencée pour délivrer un signal électrique en fonction des valeurs d'impédance (résistance du capteur 3, capacité du condensateur 2) mesurées aux bornes des capteurs 2 et 3. L'unité de traitement 7 est

également agencée pour réaliser des opérations logiques sur les impédances mesurées. L'unité de traitement 7 est également reliée par un quatrième fil conducteur 15 à un module Bluetooth 16 et par un cinquième fil conducteur 17 à un circuit extérieur de transmission filaire (non représenté).

La première face 4 du support 6 reçoit un revêtement 40 de parylène qui recouvre alors le capteur 2, les fils conducteurs 10, 12, 13 et 15 ainsi que l'unité de traitement 7 et le module Bluetooth 16. Les revêtements carbonés de type DLC - de l'anglais « Diamond Like Carbon »- sont également adaptés à la protection de la première face 4 du support 6, du capteur 2, des fils conducteurs 10, 12, 13 et 15 ainsi que de l'unité de traitement 7 et du module Bluetooth 16.

Le capteur 2 a la forme d'un cylindre droit et comprend une base 20 solidaire du support 6. Un pied 21 central s'étend en saillie de la base 20 pour rejoindre la première face 22 d'un substrat 23 en silicium. Le substrat 23 comprend, sur sa deuxième face 24 opposée à la première face 22, une première électrode 25 et une membrane déformable 26 qui s'étend en regard et à une distance  $d$  de la deuxième face 24 du substrat 23. La membrane déformable 26 est en silicium et comprend une électrode 27 s'étendant en regard de l'électrode 25.

La membrane déformable 26 comprend un renflement 28 périphérique, de forme annulaire, présentant une portion plane de jonction en sa partie inférieure en contact avec la deuxième face 24 du substrat 23. La membrane déformable 26, son renflement 28 et la deuxième face 24 du substrat 23 définissent une enceinte étanche 30 qui entoure la première électrode 25. L'enceinte étanche 30 est à une pression absolue sensiblement nulle.

En fonctionnement, le dispositif de mesure de pression 1 est placé dans le fluide dont la pression  $P$

est à mesurer. La pression  $P$  s'exerce alors sur le capteur capacitif 2 et sur le capteur piézoélectrique 3 au travers du revêtement 40. Sous l'effet de la pression  $P$ , la membrane 26 se déforme et la distance  $d$  séparant la première électrode 25 de la deuxième électrode 27 varie.  
5 L'impédance  $Z2$  (essentiellement capacitive) du condensateur formé par le couple d'électrodes 25, 27 est alors modifiée et transmise à l'unité de traitement 7 via les fils conducteurs 10, 12 ainsi que la piste conductrice 11. La piste conductrice interne 14 permet à  
10 l'unité de traitement 7 de mesurer l'impédance  $Z3$  (essentiellement résistive) du capteur piézoélectrique 3. L'unité de traitement 7 convertit alors ces valeurs en un ou plusieurs signaux électriques qu'elle peut  
15 transmettre à un circuit de transmission filaire via le fil conducteur 17 ou par communication sans fil à l'aide du module Bluetooth 16.

Le pied 21 laisse libre la dilatation thermique du capteur 2, ce qui atténue les sollicitations thermomécaniques et permet de réduire la sensibilité  
20 thermique du dispositif 1.

En référence à la figure 2, l'unité de traitement 7, après avoir réalisé les mesures des impédances  $Z2$  et  $Z3$  respectives des capteurs 2 et 3 (étape 50), convertit  
25 celles-ci respectivement en des signaux électriques  $E2$  et  $E3$  représentatifs de la pression mesurée (étape 51). En situation de vol, dans laquelle le capteur piézoélectrique 3 est censé être le plus fiable, l'unité de traitement 7 compare le signal  $E2$  avec le signal  $E3$   
30 (étape 52). Si la différence entre les valeurs  $E2$  et  $E3$  est supérieure à un premier seuil  $S1$  (étape 53), la valeur du signal  $E2$  issu du capteur piézoélectrique 3 est utilisée pour recalibrer le zéro du capteur capacitif 2 (étape 54). Si la différence entre les valeurs  $E2$  et  $E3$   
35 est supérieure à un deuxième seuil  $S2$  (étape 55), l'unité

de traitement 7 émet alors une alerte d'intégrité 57 (étape 56). Cette alerte d'intégrité 57 peut être émise sous la forme d'un signal Bluetooth via le module Bluetooth 16 ou transmise au circuit de transmission filaire par le fil conducteur 17.

Bien évidemment, le procédé peut également être mis en œuvre dans d'autres situations (températures très hautes, très basses, aéronef au sol, en roulage, etc...) dans lesquelles l'un ou l'autre des capteurs 2 et 3 est retenu comme référence pour étalonner ou détecter une défaillance.

Les éléments identiques ou analogues à ceux précédemment décrits porteront une référence numérique identique à ceux-ci dans la description qui suit des deuxième et troisième modes de réalisation de l'invention.

En référence à la figure 3, le capteur 2 comprend, ici, un premier canal interne 30 qui s'étend dans le pied 21 depuis un orifice 31 de la deuxième face 5 du support 6 et qui traverse la base 20 ainsi que le support 6 pour alimenter deux deuxième canaux 33 s'étendant au travers du substrat 23 et du renflement 28. Les deuxième canaux 33 ont préférentiellement un diamètre compris entre 10 et 50 microns. Très préférentiellement le diamètre des deuxième canaux 33 est compris entre 10 et 20 microns. Enfin, de manière préférée, les deuxième canaux 33 ont un diamètre sensiblement égal à 10 microns. Préférentiellement, le ratio entre le diamètre du premier canal interne 30 et celui des deuxième canaux 33 est compris entre 30 et 50. Très préférentiellement, le ratio entre le diamètre du premier canal interne 30 et celui des deuxième canaux 33 est sensiblement égal à 50.

Un couvercle 34 vient en contact avec une portion supérieure plane de jonction de la membrane 26 et

s'étend en regard de celle-ci. Le couvercle 34 délimite alors avec le renflement 28 et la membrane 26 une enceinte étanche 35 dans laquelle débouche les canaux 33. La première face 4 du support 6 reçoit un revêtement de parylène qui recouvre alors également le capteur 2, les fils conducteurs 10, 12, 13 et 15 ainsi que l'unité de traitement 7 et le module Bluetooth 16. Alternativement, et comme représenté en figure 4, le capteur 2 peut être entouré par un capot métallique 36 solidaire de la première face 4 du support 6 définissant une enceinte étanche 37 autour du capteur 2. L'enceinte 37 peut être à une pression absolue sensiblement nulle ou remplie d'un gaz neutre tel que de l'azote. La portion de la face 4 du support 6 comprenant l'unité de traitement 7 est, quant à elle, recouverte de parylène. Dans ce cas, la piste conductrice 11 est remplacée par une piste conductrice interne 38 s'étendant dans le support 6.

Cette configuration du dispositif de mesure 1 dans laquelle le capteur 2 est alimenté en fluide sous pression via l'orifice 31 permet de ne soumettre qu'une seule des deux faces du support 6 à la pression du fluide à mesurer (ici la face 5) tout en réalisant des mesures qui mettent en œuvre les capteurs 2 et 3 situés sur ses deux faces 4 et 5.

Au sens de la présente demande, le terme électrode désigne tout élément électriquement conducteur. Il couvre alors un élément rapporté sur un substrat ou une membrane ainsi qu'une portion de substrat ou de membrane (voire son intégralité) disposant des propriétés électriques lui permettant de définir une électrode de condensateur. Une membrane en céramique au moins en partie conductrice est donc une électrode au sens de la présente demande.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits mais englobe toute variante

entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

En particulier :

5 - bien qu'ici le substrat du capteur soit en silicium, l'invention s'applique également à d'autres types de substrat comme par exemple un substrat en alliage de silicium, en céramique multicouches à cuisson simultanée à haute température (HTCC) ou en céramique multicouches à cuisson simultanée à basse température  
10 (LTCC) ;

- bien qu'ici la membrane déformable soit en silicium, l'invention s'applique également à d'autres types de membranes comme par exemple une membrane en céramique;

15 - bien qu'ici le pourtour de la membrane déformable soit défini par un renflement annulaire, l'invention s'applique également à un pourtour formé différemment comme par exemple une paroi de section rectangulaire ou des entretoises périphériques collés au  
20 substrat et/ou à la membrane ;

- bien qu'ici le capteur comprenne deux canaux amenant le fluide sous pression depuis le premier canal traversant le support jusqu'à la membrane déformable, l'invention s'applique également à un unique canal  
25 d'amenée du fluide sous pression jusqu'à la membrane déformable ou à plus de deux canaux ;

- bien qu'ici, l'unité de traitement soit un ASIC situé sur la première face du support, l'invention s'applique également à d'autres moyens de traitement  
30 comme par exemple un microcontrôleur, celui-ci pouvant être situé sur l'une quelconque des faces du support;

- bien qu'ici, les liaisons électriques de l'unité de traitement au capteur capacitif et au module Bluetooth comprennent des pistes conductrices internes  
35 imprimées sur le support et de fils conducteurs,

l'invention s'applique également à d'autres moyens de raccordement pouvant comprendre par exemple des pistes conductrices internes s'étendant dans les membranes déformables ;

5           - bien qu'ici, un pied central de fixation permette d'atténuer les sollicitations thermomécaniques sur le capteur, l'invention s'applique également à d'autres types de dispositifs d'atténuation de sollicitations thermomécaniques comme par exemple des supports élastiques ;

10           - bien qu'ici l'unité de traitement soit reliée à un module Bluetooth, l'invention s'applique également à d'autres moyens de communication sans fil comme par exemple des moyens de communication wifi, par onde radio ou par infrarouge ;

15           - bien qu'ici l'unité de traitement 7 émette une alerte d'intégrité lorsque la différence entre les valeurs de pression mesurée par chaque capteur est supérieure à un seuil prédéfini, le procédé selon l'invention s'applique également à d'autres types de faits générateurs d'une alerte d'intégrité comme par exemple comme par exemple une variation de la valeur mesurée par un des capteurs qui ne serait pas enregistrée par l'autre capteur ou une différence de temps de réaction des capteurs supérieure à une valeur prédéterminée ;

20           - bien qu'ici le capteur de pression de premier type soit un capteur de type capacitif et le capteur de pression de deuxième type soit un capteur de type piézoélectrique, l'invention s'applique également à d'autres types de capteurs et leurs combinaisons, comme par exemple des capteurs de type piézorésistif ou résonant.

REVENDICATIONS

1. Dispositif (1) de mesure de pression comprenant un capteur de pression d'un premier type (2) et un  
5 capteur de pression d'un deuxième type (3) différent du premier montés sur un support commun (6) pour être soumis à une même pression, dans lequel le capteur de pression du premier type (2) est de type capacitif, caractérisé en ce que le capteur de pression du premier type (2)  
10 comprend au moins une membrane (26) ainsi qu'un premier canal interne (30) traversant le support commun (6), un deuxième canal interne (33) d'amenée d'un fluide vers la membrane (26) étant en lien fluïdique avec le premier canal interne (30).

15 2. Dispositif (1) selon l'un quelconque des revendications précédentes, dans lequel le capteur de pression du deuxième type (3) est de type résistif.

3. Dispositif (1) selon la revendication 1, dans lequel le capteur de pression du premier type (2) et le  
20 capteur de pression du deuxième type (3) ont des modes de défaillance différents.

4. Dispositif (1) selon la revendication 1, dans lequel le capteur de pression du premier type (2) et le capteur de pression du deuxième type (3) ont des plages  
25 de précision différentes.

5. Dispositif (1) selon la revendication 1, comprenant une unité de traitement (7) montée sur le support commun (6) et reliée aux capteurs de pression (2; 3).

30 6. Dispositif (1) selon la revendication 1 dans lequel le capteur de pression du premier type (2) et le capteur de pression du deuxième type (3) sont montés respectivement sur des faces opposées (4, 5) du support commun (6).

35 7. Dispositif (1) selon la revendication 1, dans

lequel une des faces (4) du support commun (6) comprend au moins une portion recouverte de parylène.

5 8. Dispositif (1) selon la revendication 1 dans lequel un des capteurs de pression (2 ; 3) est enfermé sous un couvercle hermétique (36) solidaire du support commun (6).

9. Dispositif (1) selon la revendication 1, dans lequel un des capteurs de pression (2 ; 3) est relié à des moyens de communication sans fil (16).

10 10. Procédé de calibrage d'un dispositif (1) de mesure de pression comprenant au moins un capteur de pression d'un premier type (2) et un capteur de pression du premier type (3) montés sur un même support (6), le procédé comprenant l'étape 52) de comparer la mesure  
15 faite par un des capteurs (2, 3) avec une mesure de la même pression faite par l'autre capteur (2, 3).

11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel la valeur de la pression mesurée par l'un des capteurs (2 ; 3) est utilisée pour recalibrer le zéro de l'autre  
20 capteur.

12. Procédé selon la revendication 13, comprenant l'étape supplémentaire (56) d'émettre une alerte d'intégrité.

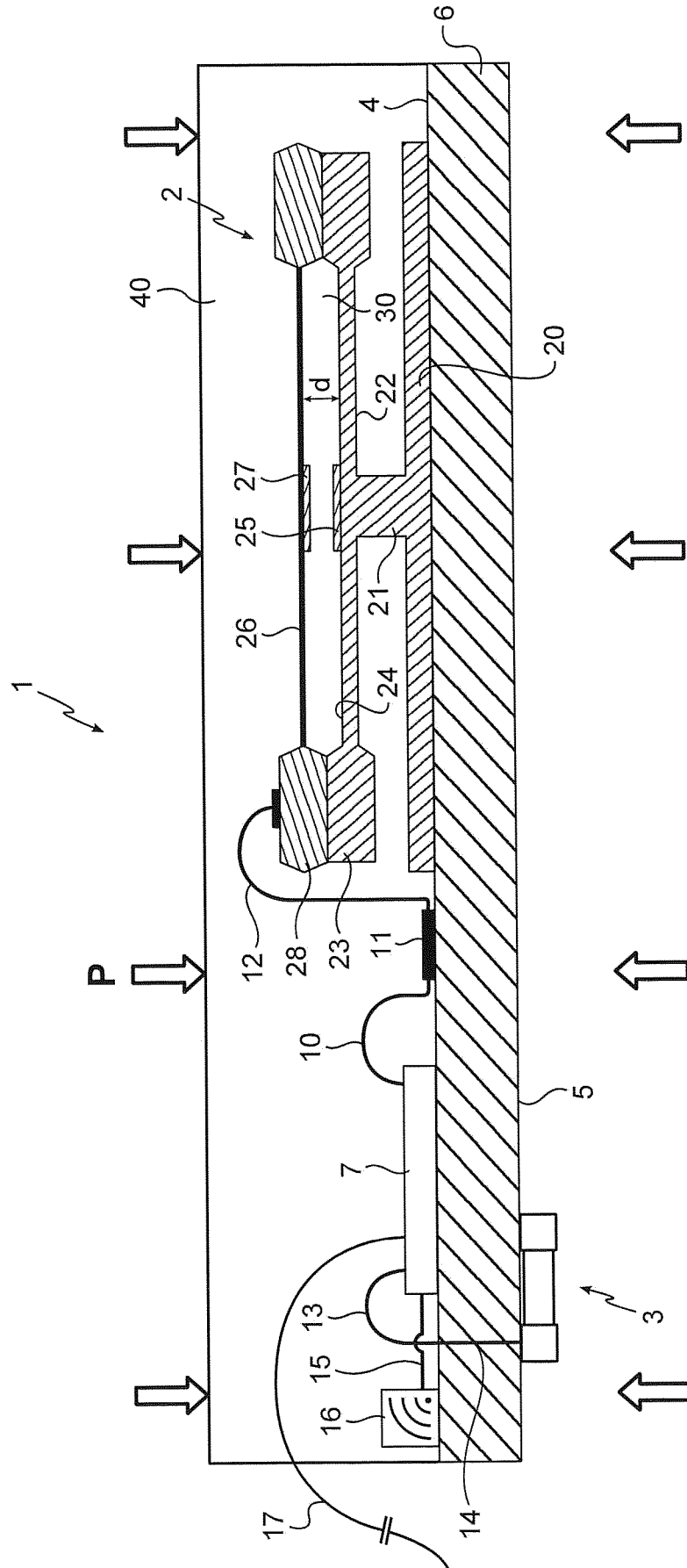


Fig. 1

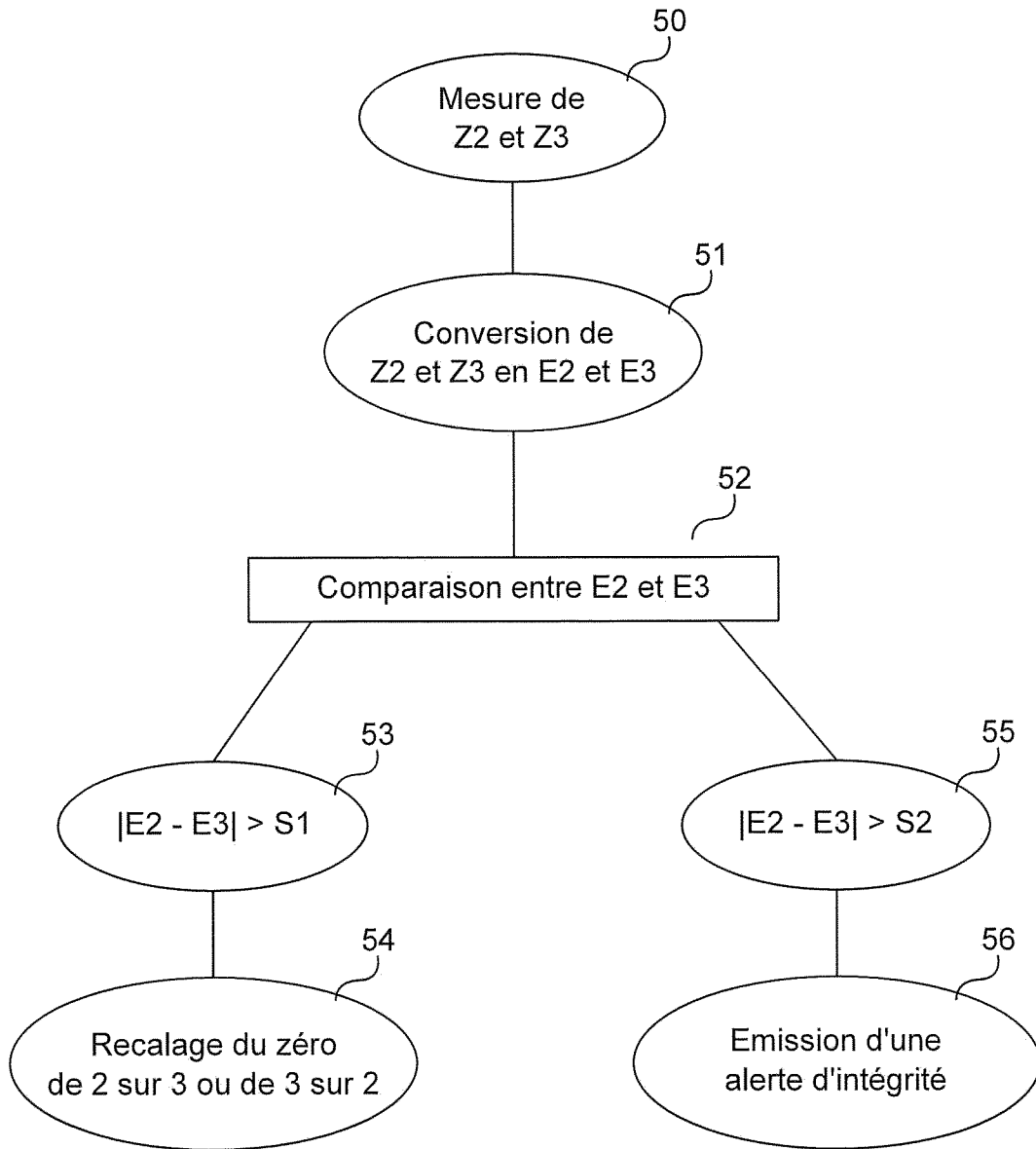


Fig. 2



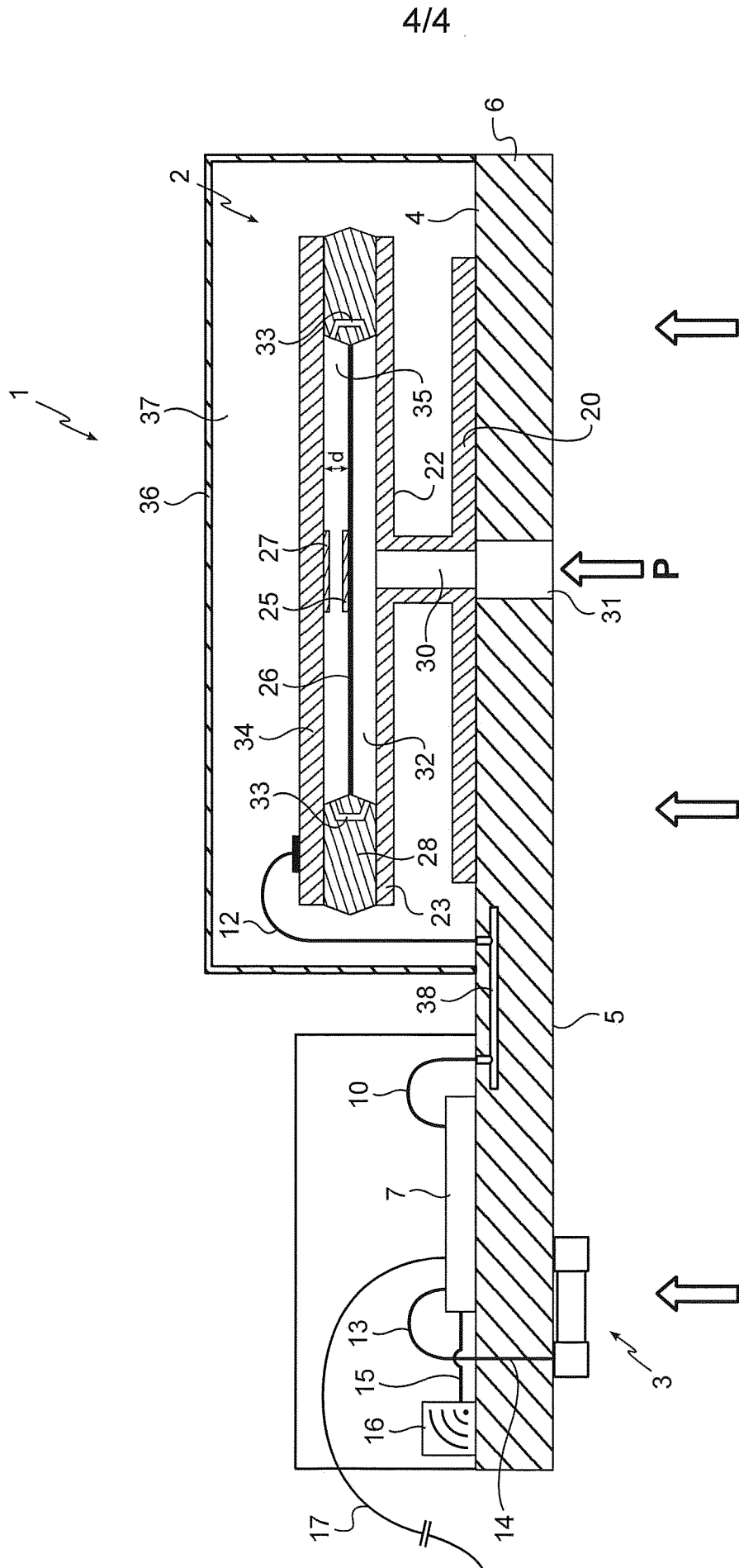


Fig. 4

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2016/062731

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. G01L15/00 G01L27/00  
 ADD.  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
 EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 970 688 A2 (SUISSE ELECTRONIQUE MICROTECH [CH]) 17 September 2008 (2008-09-17)	1,6-8, 10,11
Y	the whole document	1-5,8,9, 12
Y	----- DE 20 2014 103355 U1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 19 August 2014 (2014-08-19)	1-3,8,9, 12
Y	the whole document	
Y	----- WO 2007/031516 A1 (SIEMENS AG [DE]; CATANESCU RALF [DE]; BLICKHAN STEFAN [FR]) 22 March 2007 (2007-03-22)	1,4,5
Y	the whole document	
X	----- US 4 222 277 A (KURTZ ANTHONY D ET AL) 16 September 1980 (1980-09-16)	1
X	the whole document	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search <b>5 August 2016</b>	Date of mailing of the international search report <b>22/08/2016</b>
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <b>Amroun, Sébastien</b>
--	--

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2016/062731
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1970688	A2	17-09-2008	EP 1970688 A2
			US 2008223141 A1
-----			
DE 202014103355	U1	19-08-2014	CN 105301530 A
			DE 202014103355 U1
			US 2016025529 A1
-----			
WO 2007031516	A1	22-03-2007	DE 102005044410 A1
			WO 2007031516 A1
-----			
US 4222277	A	16-09-1980	NONE
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/062731

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. G01L15/00 G01L27/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01L		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 970 688 A2 (SUISSE ELECTRONIQUE MICROTECH [CH]) 17 septembre 2008 (2008-09-17)	1,6-8, 10,11
Y	le document en entier	1-5,8,9, 12
Y	----- DE 20 2014 103355 U1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 19 août 2014 (2014-08-19) le document en entier	1-3,8,9, 12
Y	----- WO 2007/031516 A1 (SIEMENS AG [DE]; CATANESCU RALF [DE]; BLICKHAN STEFAN [FR]) 22 mars 2007 (2007-03-22) le document en entier	1,4,5
X	----- US 4 222 277 A (KURTZ ANTHONY D ET AL) 16 septembre 1980 (1980-09-16) le document en entier	1
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  5 août 2016		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  22/08/2016
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Amroun, Sébastien

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/062731

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
EP 1970688	A2	17-09-2008	EP 1970688 A2	17-09-2008
			US 2008223141 A1	18-09-2008
-----				
DE 202014103355	U1	19-08-2014	CN 105301530 A	03-02-2016
			DE 202014103355 U1	19-08-2014
			US 2016025529 A1	28-01-2016
-----				
WO 2007031516	A1	22-03-2007	DE 102005044410 A1	29-03-2007
			WO 2007031516 A1	22-03-2007
-----				
US 4222277	A	16-09-1980	AUCUN	
-----				