

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/178564 A1

(43) Date de la publication internationale
04 octobre 2018 (04.10.2018)

(51) Classification internationale des brevets :

G01P 15/18 (2013.01) *G01P 21/00* (2006.01)
G01P 15/09 (2006.01) *G01L 5/16* (2006.01)

(72) Inventeurs : MAZOYER, Thierry ; La Prulhière, 63590 Auzelles (FR). VOUAGNER, Pascal ; 5 Allée Saint-Martin, 69250 Fleurieu sur Saone (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2018/050746

(74) Mandataire : THIBAUT, Jean-Marc et al. ; Cabinet Beau de Lomenie, 51 Avenue Jean Jaurès - BP 7073, 69301 Lyon Cedex 07 (FR).

(22) Date de dépôt international :

27 mars 2018 (27.03.2018)

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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.

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

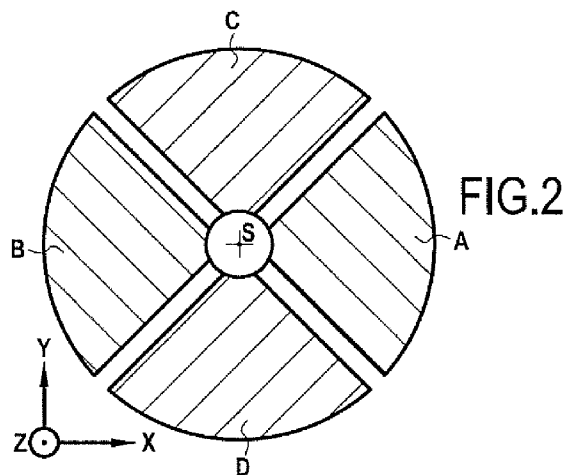
(30) Données relatives à la priorité :

17 52558 28 mars 2017 (28.03.2017) FR

(71) Déposant : 01DB-METRAVIB [FR/FR] ; 200 Chemin des Ormeaux, 69760 Limonest (FR).

(54) Title: SENSOR FOR MEASURING ACCELERATION FORCES ALONG THREE AXES

(54) Titre : CAPTEUR POUR MESURER DES FORCES D'ACCÉLÉRATION SELON TROIS AXES



(57) Abstract: The invention concerns a triaxial acceleration sensor for simultaneously measuring acceleration forces comprising: a piezoelectric element; a series of electrodes (A, B, C,...) provided on one face of the piezoelectric element; a counter electrode provided on a face of the piezoelectric element opposite that provided with the electrodes. According to the invention, a processing circuit digitises the measurement signals and processes the digitised measurement signals in order to deliver axis-sensitive signals relative to the first axis (X), the second axis (Y) and the third axis (Z) from the combination of digitised measurement signals; the processing circuit determining, during a calibration phase, transfer coefficients for compensating for defects in the performance of the sensor.

(57) Abrégé : L'invention concerne un capteur d'accélération triaxial pour mesurer simultanément des forces d'accélération comportant : un élément piézoélectrique; une série d'électrodes (A, B, C,...) aménagées sur une face de l'élément piézoélectrique; une contre-électrode aménagée sur une face de l'élément piézoélectrique opposée de celle pourvue des électrodes; Selon l'invention, un circuit de traitement assure la numérisation des signaux de mesure et le traitement des signaux de mesure numérisés pour délivrer des signaux sensibles selon les premier axe (X), le deuxième axe (Y) et le troisième axe (Z) à partir de la combinaison des signaux de mesure numérisés; le circuit de traitement déterminant lors d'une phase d'étalonnage des coefficients de transfert pour compenser les défauts de réalisation du capteur.



WO 2018/178564 A1

(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), eurasién (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))

CAPTEUR POUR MESURER DES FORCES D'ACCELERATION SELON TROIS AXES

La présente invention concerne le domaine technique des capteurs mesurant des forces d'accélération selon trois axes et elle vise plus
5 précisément les accéléromètres triaxiaux piézoélectriques.

Le principe de fonctionnement d'un accéléromètre est bien connu. Une masse sismique exerce, sous l'effet de l'accélération, des efforts de compression ou de cisaillement sur un matériau piézoélectrique qui génère
alors une charge électrique proportionnelle à la force qui lui est appliquée, en
10 l'occurrence, proportionnelle à l'accélération.

D'une manière générale, un tel capteur comporte un élément piézoélectrique possédant un axe de symétrie parallèle à un des axes de mesure. Cet élément piézoélectrique présente un axe de polarisation parallèle à cet axe de mesure. Dans le cas d'un capteur du type à
15 compression, cet élément piézoélectrique est monté en compression entre une masse sismique et un support ou une embase, à l'aide d'une vis assurant la compression de l'élément piézoélectrique et l'assemblage entre la masse sismique et le support. Une électrode est aménagée sur la face de l'élément piézoélectrique en contact avec le support tandis qu'une contre-électrode est
20 aménagée sur la face de l'élément piézoélectrique en contact avec la masse sismique.

L'électrode et la contre-électrode sont reliées à un circuit de traitement pour traiter les signaux électriques délivrés par l'électrode et la contre-électrode. En effet, lorsqu'une accélération intervient selon cet axe de
25 mesure dans le sens embase-masse sismique, l'élément piézoélectrique qui est soumis à une compression produit des charges positives sur la contre-électrode. Dans le cas où l'accélération intervient selon cet axe de mesure mais dans le sens opposé masse sismique-embase, l'élément piézoélectrique qui est soumis à une détente produit des charges négatives sur la
30 contre-électrode.

Dans l'état de la technique, il est connu de nombreuses solutions d'accéléromètres mettant en œuvre un tel principe et permettant la mesure

de forces d'accélération selon trois axes. Une première catégorie de solutions consiste à utiliser au moins trois éléments piézoélectriques montés pour être sensibles aux forces d'accélération selon trois axes. Par exemple, le brevet US 6 038 924 décrit un accéléromètre triaxial comportant trois éléments
5 sensibles décalés angulairement et un circuit logique annulant les forces transverses dans chaque direction à partir des signaux provenant des trois directions. Cette catégorie d'accéléromètres présente une complexité de mise en œuvre liée notamment aux conditions géométriques de l'assemblage des éléments à respecter.

10 Une deuxième catégorie de solutions consiste à utiliser un seul élément piézoélectrique comportant plusieurs parties polarisées différemment comme proposé par le brevet US 5 052 226 ou comportant plusieurs électrodes et contre-électrodes pour réduire les influences externes électriques ou électromagnétiques comme proposé par le brevet US 5 117 696. Si
15 l'utilisation d'un seul élément piézoélectrique permet de limiter le coût d'un tel capteur, un tel capteur ne permet pas de mesurer les forces d'accélération selon trois axes et ne permet pas de supprimer les efforts transverses parasites.

Le document US 2002/014126 concerne un capteur de force et
20 d'accélération permettant de mesurer simultanément des forces selon un premier axe, un deuxième axe et un troisième axe, perpendiculaires entre eux deux à deux. Ce capteur d'accélération comporte une série d'électrodes aménagées sur une face d'un élément sensible tel qu'un élément piézo-
25 électrique ainsi qu'une contre-électrode aménagée sur une face opposée de cet élément piézo-électrique. Ces électrodes et cette contre-électrode sont reliées à un circuit de traitement permettant d'obtenir des signaux sensibles selon les trois axes à partir de la combinaison des signaux de mesure. Tel que cela apparaît clairement des Figures 6 et 7, le circuit de traitement prend
30 en compte les signaux analogiques délivrés en effectuant exclusivement des sommes et des différences, ce qui confère au système une dépendance entière à la géométrie des électrodes, les voies associées à celles-ci devant

présenter des sensibilités rigoureusement identiques et des conditions de symétrie parfaite.

Un tel document qui prévoit seulement un traitement analogique des signaux ne permet pas de compenser les défauts d'orientation et les effets
5 transverses ainsi que potentiellement toutes les imperfections de réalisation du capteur.

Le document US 2004/027033 concerne également un capteur de mesures présentant les mêmes inconvénients que le capteur décrit par le document US 2002/014126.

10 La présente invention vise à remédier aux inconvénients de l'état de la technique en proposant un capteur de conception simple, apte à mesurer des forces d'accélération selon trois axes, ce capteur mettant en œuvre un élément piézoélectrique tout en permettant de supprimer notamment les efforts transverses parasites.

15 L'objet de l'invention vise à proposer un capteur d'accélération ne nécessitant pas une géométrie précise des électrodes et des contre-électrodes, ni même une homogénéité parfaite de la matière piézoélectrique.

Pour atteindre un tel objectif, l'objet de l'invention concerne un capteur d'accélération triaxial pour mesurer simultanément des forces d'accélération
20 selon un premier axe, un deuxième axe et un troisième axe perpendiculaires entre eux deux à deux, le capteur comportant :

- un élément piézoélectrique présentant un axe de révolution parallèle au troisième axe, l'élément piézoélectrique étant monté entre un support et une masse sismique, et présentant un axe de polarisation parallèle à l'axe de
25 révolution ;

- une série d'électrodes aménagées sur une face de l'élément piézoélectrique ;

- une contre-électrode aménagée sur une face de l'élément piézoélectrique opposée de celle pourvue des électrodes ;

30 - les électrodes et la contre-électrode étant aménagées d'une part de manière circulaire autour de l'axe de révolution et d'autre part, en vis-à-vis les unes des autres pour constituer au moins trois paires formées chacune

d'une électrode et de la contre-électrode situées en vis-à-vis, et délivrant chacune un signal de mesure ;

- un circuit de traitement relié aux électrodes et à la contre-électrode pour traiter les signaux électriques de mesure délivrés par les électrodes et la
- 5 contre-électrode.

Selon l'invention, le circuit de traitement assure la numérisation des signaux de mesure et le traitement des signaux de mesure numérisés pour délivrer :

- un signal sensible selon le premier axe, à partir de la combinaison
- 10 des signaux de mesure numérisés ;
- un signal sensible selon le deuxième axe, à partir de la combinaison des signaux de mesure numérisés ;
 - un signal sensible selon le troisième axe, à partir de la combinaison des signaux de mesure tels que :

$$\begin{Bmatrix} S_x \\ S_y \\ S_z \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{xa} & T_{xb} & T_{xc} & \dots \\ T_{ya} & T_{yb} & T_{yc} & \dots \\ T_{za} & T_{zb} & T_{zc} & \dots \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} S_a \\ S_b \\ S_c \\ \vdots \end{Bmatrix}$$

- 15 avec T, un ensemble de coefficients de transfert affectés à chaque signal de mesure ;

- le circuit de traitement déterminant lors d'une phase d'étalonnage les coefficients de transfert T pour compenser les défauts de réalisation du capteur.

- 20 De plus, le capteur selon l'invention peut présenter en outre en combinaison au moins l'une et/ou l'autre des caractéristiques additionnelles suivantes :

- l'élément piézoélectrique est monté en compression entre le support et la masse sismique de manière que les accélérations mesurées soient
- 25 converties en signaux de mesure grâce à son mode de déformation longitudinale et en ce que l'élément piézoélectrique est réalisé sous la forme d'un disque présentant deux faces planes opposées sur l'une desquelles les électrodes sont aménagées et sur l'autre desquelles est aménagée la contre-électrode.

- l'élément piézoélectrique est monté entre le support et la masse sismique dont le centre de masse est déporté du plan de symétrie de l'élément piézoélectrique normale à son axe de révolution de manière que les accélérations mesurées soient converties en signaux de mesure grâce à son mode de déformation en cisaillement et en ce que l'élément piézoélectrique est réalisé sous la forme d'un disque présentant deux faces planes opposées reliées entre elles par des faces cylindriques interne et externe (sur l'une desquelles les électrodes sont aménagées et sur l'autre desquelles est aménagée la contre-électrode ;
- 10 - la série d'électrodes comporte une première et une deuxième électrodes disposées diamétralement opposées par rapport à l'axe de révolution pour récupérer des charges de l'élément selon le premier axe, et une troisième et une quatrième électrodes disposées diamétralement opposées par rapport à l'axe de révolution pour récupérer des charges de
- 15 l'élément selon le deuxième axe ;
 - une électrode annulaire aménagée de manière symétrique autour de l'axe de révolution et en vis-à-vis d'une contre-électrode pour délivrer un signal sensible selon le troisième axe ;
 - le circuit de traitement comporte en entrée, au moins un circuit de
 - 20 numérisation des signaux délivrés par les électrodes et la contre-électrode ;
 - l'élément piézoélectrique comporte un empilement de matériaux piézoélectriques ;
 - l'élément piézoélectrique comporte un empilement de deux matériaux piézoélectriques possédant des axes de polarisation de sens
 - 25 opposé ;
 - l'embase et la masse sismique sont reliées entre elles par un dispositif assurant la compression de l'élément piézoélectrique.

Diverses autres caractéristiques ressortent de la description faite ci-dessous en référence aux dessins annexés qui montrent, à titre

30 d'exemples non limitatifs, des formes de réalisation de l'objet de l'invention.

La **Figure 1** est une vue en coupe élévation d'un exemple de réalisation d'un capteur d'accélération triaxial conforme à l'invention,

fonctionnant selon un mode de déformation en compression et comportant 4 paires d'électrodes.

La **Figure 2** est une vue d'un exemple préféré de réalisation des électrodes du capteur d'accélération triaxial conforme à l'invention illustré à
5 la **Fig. 1**.

La **Figure 3** est une vue d'un autre exemple de réalisation des électrodes du capteur d'accélération triaxial conforme à l'invention illustré à la **Fig. 1**.

La **Figure 4** est une vue en coupe élévation d'un exemple de
10 réalisation d'un capteur d'accélération triaxial conforme à l'invention, fonctionnant selon un mode de déformation en cisaillement et toujours dans l'exemple de 4 paires d'électrodes.

La **Figure 5** est une vue en perspective de l'élément piézoélectrique mis en œuvre pour le capteur illustré à la **Fig. 4**.

La **Figure 6** est un schéma synoptique illustrant le traitement des
15 signaux du capteur d'accélération triaxial conforme à l'invention.

Tel que cela ressort plus précisément des **Figures**, l'objet de l'invention concerne un capteur d'accélération **1** adapté pour mesurer simultanément des forces d'accélération selon un premier axe **X**, un deuxième axe **Y** et un
20 troisième axe **Z** perpendiculaires entre eux deux à deux. Le capteur **1** comprend un élément piézoélectrique **2** présentant un axe de polarisation **P** parallèle au troisième axe **Z**. Cet élément piézoélectrique **2** comporte un axe de révolution **S** parallèle au troisième axe **Z**. Dans l'exemple illustré sur la **Fig. 1**, l'élément piézoélectrique **2** est réalisé sous la forme d'un disque
25 présentant deux faces planes opposées **2a**, **2b** s'étendant parallèlement entre elles dans le plan **X, Y**. L'élément piézoélectrique **2** est pourvu en son centre, d'un passage traversant **3** centré sur l'axe de révolution **S**.

Selon un premier mode de réalisation illustré par les **Fig. 1** et **2**, cet élément piézoélectrique **2** est monté en compression entre un support ou
30 une embase **5** et une masse sismique **6** selon le mode de déformation longitudinale d33. Dans l'exemple illustré sur les dessins, l'embase **5** et la masse sismique **6** sont reliées entre elles par un dispositif **7** assurant la

compression de l'élément piézoélectrique **2** selon le troisième axe **Z**. Par exemple, le dispositif de compression est une vis **7** qui prend appui par sa tête **8** sur la masse sismique **6**, en étant vissée dans un trou taraudé **9** réalisé dans l'embase **5**, en traversant l'élément piézoélectrique **2** par le passage **3**. Bien entendu, le montage en compression de l'élément piézoélectrique **2** peut être réalisé de manière différente à l'aide par exemple d'un axe à la place de la vis **7**.

Classiquement, l'élément piézoélectrique **2** est isolé électriquement de l'embase **5** et de la masse sismique **6**. Cet élément piézoélectrique **2** est pourvu sur sa face plane **2a** en contact avec le support **5**, d'une série d'électrodes **A, B, C, D,...** et sur sa face plane opposée **2b** en contact avec la masse sismique **6**, d'une contre-électrode **K**. Ces électrodes **A, B, C, D,...** et cette contre-électrode **K** sont reliées à un circuit de traitement **10** représenté à la **Fig. 6**, adapté pour acquérir et traiter les signaux électriques **Sa, Sb, Sc, Sd, ...** délivrés par les électrodes et la contre-électrode, comme cela sera expliqué dans la suite de la description.

Conformément à l'invention, les électrodes **A, B, C, D,...** et la contre-électrode **K** sont aménagées de manière circulaire autour de l'axe de révolution **S** et en vis-à-vis ou en regard les unes des autres pour constituer au moins trois, et dans l'exemple illustré à la **Fig. 2**, quatre paires formées chacune d'une électrode et de la contre-électrode. Pour chacune des paires, une électrode et la contre-électrode sont situées en face l'une de l'autre.

Dans l'exemple illustré à la **Fig. 2**, chaque électrode **A, B, C, D** présente la forme d'un secteur circulaire s'étendant selon une plage de l'ordre de 90°. Ainsi, les électrodes **A, B, C, D** sont distribuées de manière circulaire autour de l'axe de révolution **S**. Dans l'exemple illustré, les électrodes **A** et **B** sont symétriquement opposées par rapport à l'axe de révolution **S** parallèle au troisième axe **Z**, en étant centrées sensiblement selon le premier axe **X** pour être sensibles principalement à une accélération selon le premier axe **X** tandis que les électrodes **C** et **D** sont symétriquement opposées par rapport à l'axe de révolution **S** parallèle au troisième axe **Z**, en étant centrées sensiblement selon le deuxième axe **Y** pour être sensibles

principalement à une accélération selon le deuxième axe **Y**. Il est à noter que les électrodes **A, B, C, D** peuvent être réalisées de manière non symétrique.

Chaque électrode **A, B, C, D** se trouve positionnée en regard de la contre-électrode **K** réalisée de manière circulaire autour de l'axe de révolution **S**. Ainsi, chaque électrode **A, B, C, D** est située en face selon la direction du troisième axe **Z**, de la contre-électrode **K**. Il est ainsi formé quatre paires d'électrodes et contre-électrode **A-K, B-K, C-K, D-K** délivrant chacune un signal de mesure respectivement **Sa, Sb, Sc, Sd** dans l'exemple illustré. Typiquement, la contre-électrode est une référence commune, comme la masse.

Bien entendu, le nombre d'électrodes distribuées de manière circulaire autour de l'axe de révolution **S** peut être différent de quatre.

La **Fig. 3** illustre un autre exemple de réalisation dans lequel la série d'électrodes comporte en plus des électrodes **A, B, C, D**, de la **Fig. 2**, une électrode annulaire **E** centrée autour du troisième axe **Z** et sensible plus précisément à la compression selon le troisième axe **Z**. Selon cette variante de réalisation, la contre-électrode **K** comporte en plus, une partie annulaire centrée autour du troisième axe **Z** et située en face de l'électrode annulaire **E**. Dans l'exemple illustré, l'électrode annulaire **E** est située au centre mais elle peut être située aussi à la périphérie des électrodes.

Les **Fig. 4** et **5** illustrent un deuxième mode de réalisation du capteur pour lequel la masse sismique **6** exerce, sous l'effet de l'accélération, des efforts de cisaillement sur l'élément piézoélectrique **2**. Comme expliqué ci-avant, cet élément piézoélectrique **2** présente un axe de polarisation **P** parallèle au troisième axe **Z**. Selon ce mode de réalisation, l'élément piézoélectrique **2** est monté entre le support **5** et la masse sismique **6** dont le centre de masse est déporté par rapport au plan de symétrie de l'élément piézoélectrique **2** qui est normal à son axe de révolution **S**. Compte tenu du déport du centre de masse, les accélérations mesurées sont converties en signaux de mesure **Sa, Sb, Sc, Sd, ...** grâce à son mode de déformation en cisaillement **d15**.

L'élément piézoélectrique **2** est réalisé sous la forme d'un disque présentant deux faces planes opposées **2a**, **2b** reliées entre elles par des faces cylindriques interne **2i** et externe **2e** centrées sur l'axe de révolution **S**. L'une des faces cylindriques (à savoir la face cylindrique externe **2e** dans
5 l'exemple illustré) est aménagée pour recevoir les électrodes **A**, **B**, **C**, **D**,... tandis que l'autre des faces cylindriques (à savoir la face cylindrique interne **2i** dans l'exemple illustré) est aménagée pour recevoir la contre-électrode **K**.

Chaque électrode **A**, **B**, **C**, **D** se trouve positionnée en regard de la
10 contre-électrode **K** réalisée de manière circulaire autour de l'axe de révolution **S**. Ainsi, chaque électrode **A**, **B**, **C**, **D** est située en face de la contre-électrode **K** selon une direction normale à la direction du troisième axe **Z**. Il est ainsi formé quatre paires d'électrodes et contre-électrode **A-K**,
B-K, **C-K**, **D-K** délivrant chacune un signal de mesure respectivement **Sa**,
15 **Sb**, **Sc**, **Sd** dans l'exemple illustré.

Dans l'exemple illustré à la **Fig. 5**, les électrodes **A** et **B** sont symétriquement opposées par rapport à l'axe de révolution **S** parallèle au troisième axe **Z**, en étant centrées sensiblement selon le premier axe **X** pour être sensible principalement à une accélération selon le premier axe **X** tandis
20 que les électrodes **C** et **D** sont symétriquement opposées par rapport à l'axe de révolution **S** parallèle au troisième axe **Z**, en étant centrées sensiblement selon le deuxième axe **Y** pour être sensible principalement à une accélération selon le deuxième axe **Y**. Il est à noter que les électrodes **A**, **B**, **C**, **D** peuvent être réalisées de manière non symétrique.

Les signaux de mesure **Sa**, **Sb**, **Sc**, **Sd** sont récupérés par le circuit de
25 traitement **10** qui assure la numérisation de ces signaux de mesure et le traitement des signaux de mesure numérisés pour délivrer :

- un signal sensible **Sx** selon le premier axe **X**, à partir de la combinaison des signaux de mesure numérisés ;
- 30 - un signal sensible **Sy** selon le deuxième axe **Y**, à partir de la combinaison des signaux de mesure numérisés ;

- un signal sensible **Sz** selon le troisième axe **Z**, à partir de la combinaison des signaux de mesure numérisés.

Le circuit de traitement effectue ainsi un calcul numérique à l'aide d'un choix des signaux de mesure pour obtenir un signal sensible sur chacun des
5 trois axes **X, Y, Z**.

Ainsi, pour l'exemple illustré à la **Fig. 2**, les électrodes **A** et **B** sont affectées à la récupération des charges électriques de l'élément piézoélectrique sensible selon le premier axe **X**. L'électrode **A** récupère les charges négatives de compression pour une accélération selon le premier
10 axe **X** et le sens entrant représenté par la flèche à la **Fig. 2**. L'électrode **B** récupère les charges positives de détente pour une accélération selon le premier axe **X** et le sens entrant représenté par la flèche à la **Fig. 2**.

De manière similaire, les électrodes **C** et **D** sont affectées à la récupération des charges électriques de l'élément piézoélectrique sensible
15 selon le deuxième axe **Y**. L'électrode **C** récupère les charges négatives de compression pour une accélération selon le deuxième axe **Y** et le sens entrant représenté par la flèche à la **Fig. 2**. L'électrode **D** récupère les charges positives de détente pour une accélération selon le deuxième axe **Y** et le sens entrant représenté par la flèche à la **Fig. 2**. Comme expliqué ci-
20 dessus, ces quatre électrodes **A, B, C, D**, sont combinées avec la contre-électrode **K**.

Dans une réalisation parfaite, pour une accélération purement selon le premier axe **X** et nulle selon le deuxième axe **Y**, chaque paire **C-K** ou **D-K** d'électrode et contre-électrode reçoit une partie d'effort en compression et
25 une partie d'effort en détente qui engendrent une annulation des charges électriques apparaissant sur ces paires **C-K** ou **D-K** d'électrode et de contre-électrode. Le capteur **1** selon l'invention est donc bien uniquement sensible selon le premier axe **X**, en étant insensible dans le sens transverse à savoir le deuxième axe **Y**.

30 De manière similaire, pour une accélération purement selon le deuxième axe **Y** et nulle selon le premier axe **X**, chaque paire **A-K** ou **B-K** d'électrode et contre-électrode reçoit une partie d'effort en compression et

une partie d'effort en détente qui engendrent une annulation des charges électriques apparaissant sur ces paires **A-K** ou **B-K** d'électrodes et contre-électrode. Le capteur **1** selon l'invention est donc bien uniquement sensible selon le deuxième axe **Y**, en étant insensible dans le sens transverse à savoir
5 le premier axe **X**.

Pour une accélération selon un axe quelconque dans le plan formé par le premier axe **X** et le deuxième axe **Y**, les charges électriques apparaissent sur les paires d'électrodes et contre-électrodes, affectées au premier axe **X** et au deuxième axe **Y**, proportionnellement à la décomposition vectorielle de
10 l'axe d'application de l'accélération, selon les premier et deuxième axes **X**, **Y**.

D'une manière générale, il apparaît avantageux d'affecter à chaque signal de mesure, un coefficient correcteur permettant de supprimer les influences des efforts transverses parasites ou les défauts d'orientation de l'élément piézoélectrique, des électrodes ou contre-électrode. Cette
15 correction est réalisée lors d'une phase d'étalonnage du capteur pour chacun des trois axes.

De façon avantageuse, lors de cette phase d'étalonnage, il peut être envisagé d'ajuster les signaux sensibles selon chaque axe, à une valeur normée.

Pour la bonne compréhension du principe, dans l'exemple d'une réalisation parfaite des capteurs, sans effets transverses parasites ni défauts d'orientation de l'élément piézoélectrique, des électrodes ou contre-électrode, le circuit de traitement **10** illustré à la **Fig.6** assure la numérisation des signaux de mesure **Sa**, **Sb**, **Sc**, **Sd** et assure par exemple,
25 le traitement de ces signaux de mesure numérisés **Sa**, **Sb**, **Sc**, **Sd** pour délivrer :

- un signal sensible **Sx** selon le premier axe **X**, obtenu à partir par exemple de la différence entre les premier **Sa** et deuxième **Sb** signaux de mesure ;
- 30 - un signal sensible **Sy** selon le deuxième axe **Y**, obtenu à partir par exemple de la différence entre les troisième **Sc** et quatrième **Sd** signaux de mesure ;

- un signal sensible **Sz** selon le troisième axe **Z**, obtenu à partir de la somme par exemple des premier **Sa**, deuxième **Sb**, troisième **Sc** et quatrième **Sd** signaux de mesure.

Ainsi les signaux sensibles deviennent :

$$\begin{Bmatrix} Sx \\ Sy \\ Sz \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} Sa \\ Sb \\ Sc \\ Sd \end{Bmatrix}$$

5 Dans ce cas de symétrie et géométrie parfaites, de simples additions et soustractions des signaux suffisent à restituer les accélérations axe par axe, ce qui peut être fait par de simples circuits analogiques. Tout repose alors sur la géométrie des électrodes et l'état de l'art propose de nombreuses configurations particulières.

10 Dans le cas de la présente invention, un ensemble de coefficients correcteurs **H** est avantageusement déterminé lors de l'étalonnage et est ensuite affecté à chaque signal de mesure **Sa**, **Sb**, **Sc**, ... **Sd**, pour compenser les défauts d'orientation et les effets transverses ainsi que potentiellement toutes les imperfections de réalisation du capteur ou de sa
15 matière piézoélectrique constitutive.

Avantageusement, lors de cette phase d'étalonnage, le circuit de traitement **10** ajuste les signaux sensibles **Sx**, **Sy** et **Sz** à une valeur normée en multipliant les valeurs par un gain de correction **G** propre à chaque axe **X**, **Y**, **Z**.

20 Ainsi, de façon plus générale, les signaux sensibles deviennent pour l'exemple de quatre électrodes pris à titre d'exemple :

$$\begin{Bmatrix} Sx \\ Sy \\ Sz \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} Gx & 0 & 0 \\ 0 & Gy & 0 \\ 0 & 0 & Gz \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Hxa & Hxb & Hxc & Hxd \\ Hya & Hyb & Hyc & Hyd \\ Hza & Hzb & Hzc & Hzd \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} Sa \\ Sb \\ Sc \\ Sd \end{Bmatrix}$$

La décomposition en deux matrices qui précède n'est en réalité présentée que pour la bonne compréhension et la notion de gain (ou de sensibilité) peut être plus simplement généralisée à une matrice de
25 dimension 3 par n, n étant le nombre d'électrodes. Dans le cas général n peut être quelconque supérieur ou égal à 3, soit :

$$\begin{pmatrix} S_x \\ S_y \\ S_z \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} T_{xa} & T_{xb} & T_{xc} & \dots \\ T_{ya} & T_{yb} & T_{yc} & \dots \\ T_{za} & T_{zb} & T_{zc} & \dots \end{bmatrix} \begin{pmatrix} S_a \\ S_b \\ S_c \\ \vdots \end{pmatrix}$$

avec **T**, des coefficients de transfert résultant de la combinaison des coefficients correcteurs **H** et des valeurs du gain de correction **G**. Ces coefficients de transfert **T** sont ainsi déterminés lors d'une phase d'étalonnage pour compenser les défauts de réalisation du capteur visant
5 principalement les défauts de géométrie des électrodes et contre-électrode et le défaut d'homogénéité de la matière de l'élément piézoélectrique.

Tel que cela ressort de la description qui précède, le capteur **1** selon l'invention permet de mesurer les accélérations selon trois axes **X, Y, Z**, avec un seul élément piézoélectrique **2** utilisé en mode longitudinal d33 ou en
10 mode cisaillement d15, avec possibilité de compensation des effets transverses, des défauts d'orientation de l'élément piézoélectrique **2** ou des électrodes **A, B, C, ...** ou d'autres défauts de réalisation du capteur, et avec possibilité d'ajustement des sensibilités finales à des valeurs normées. Cette conception est particulièrement intéressante pour garantir une excellente
15 qualité métrologique tout en réduisant le coût du capteur en évitant des montages mécaniques précis.

Dans les exemples illustrés aux **Fig. 2** et **5**, les électrodes et la contre-électrode présentent un profil de secteur circulaire. Bien entendu, la forme des électrodes et de la contre-électrode peut être différente tout en
20 étant réalisée de manière circulaire.

Selon un exemple préféré de réalisation, l'élément piézoélectrique **2** est réalisé par une unique céramique. Selon un autre exemple de réalisation, l'élément piézoélectrique **2** comporte un empilement de matériaux piézoélectriques. Dans le cas d'utilisation avec des transitoires thermiques
25 importants, l'élément piézoélectrique **2** comporte un empilement de deux matériaux piézoélectriques possédant des axes de polarisation de sens opposé.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.

REVENDEICATIONS

- 1 - Capteur d'accélération triaxial pour mesurer simultanément des forces d'accélération selon un premier axe (**X**), un deuxième axe (**Y**) et un troisième axe (**Z**) perpendiculaires entre eux deux à deux, le capteur
- 5 comportant :
- un élément piézoélectrique (**2**) présentant un axe de révolution (**S**) parallèle au troisième axe (**Z**), l'élément piézoélectrique (**2**) étant monté entre un support (**5**) et une masse sismique (**6**), et présentant un axe de polarisation (**P**) parallèle à l'axe de révolution (**S**) ;
 - 10 - une série d'électrodes (**A, B, C, ...**) aménagées sur une face de l'élément piézoélectrique ;
 - une contre-électrode (**K**) aménagée sur une face de l'élément piézoélectrique opposée de celle pourvue des électrodes ;
 - les électrodes (**A, B, C, ...**) et la contre-électrode (**K**) étant
 - 15 aménagées d'une part de manière circulaire autour de l'axe de révolution (**S**) et d'autre part, en vis-à-vis les unes des autres pour constituer au moins trois paires formées chacune d'une électrode et de la contre-électrode situées en vis-à-vis, et délivrant chacune un signal de mesure (**Sa, Sb, Sc, ...**) ;
 - 20 - un circuit de traitement (**10**) relié aux électrodes et à la contre-électrode pour traiter les signaux électriques de mesure (**Sa, Sb, Sc, ...**) délivrés par les électrodes et la contre-électrode ;
- caractérisé en ce que le circuit de traitement (**10**) assure la numérisation des signaux de mesure et le traitement des signaux de mesure numérisés pour
- 25 délivrer :
- un signal sensible (**Sx**) selon le premier axe (**X**), à partir de la combinaison des signaux de mesure numérisés ;
 - un signal sensible (**Sy**) selon le deuxième axe (**Y**), à partir de la combinaison des signaux de mesure numérisés ;
 - 30 • un signal sensible (**Sz**) selon le troisième axe (**Z**), à partir de la combinaison des signaux de mesure tels que :

$$\begin{Bmatrix} S_x \\ S_y \\ S_z \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{xa} & T_{xb} & T_{xc} & \dots \\ T_{ya} & T_{yb} & T_{yc} & \dots \\ T_{za} & T_{zb} & T_{zc} & \dots \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} S_a \\ S_b \\ S_c \\ \vdots \end{Bmatrix}$$

avec **T**, un ensemble de coefficients de transfert affectés à chaque signal de mesure (**Sa, Sb, Sc, ...**) ;

- 5 - le circuit de traitement (**10**) déterminant lors d'une phase d'étalonnage les coefficients de transfert (**T**) pour compenser les défauts de réalisation du capteur.

2 - Capteur d'accélération triaxial selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément piézoélectrique (**2**) est monté en compression entre le support (**5**) et la masse sismique (**6**) de manière que les accélérations mesurées soient converties en signaux de mesure (**Sa, Sb, Sc, ...**) grâce à son mode de déformation longitudinale et en ce que l'élément piézoélectrique (**2**) est réalisé sous la forme d'un disque présentant deux faces planes opposées sur l'une desquelles les électrodes sont aménagées et sur l'autre desquelles est aménagée la contre-électrode.

3 - Capteur d'accélération triaxial selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément piézoélectrique (**2**) est monté entre le support (**5**) et la masse sismique (**6**) dont le centre de masse est déporté du plan de symétrie de l'élément piézoélectrique (**2**) normale à son axe de révolution (**S**) de manière que les accélérations mesurées soient converties en signaux de mesure (**Sa, Sb, Sc, ...**) grâce à son mode de déformation en cisaillement et en ce que l'élément piézoélectrique (**2**) est réalisé sous la forme d'un disque présentant deux faces planes opposées reliées entre elles par des faces cylindriques interne (**2i**) et externe (**2e**) sur l'une desquelles les électrodes sont aménagées et sur l'autre desquelles est aménagée la contre-électrode.

4 - Capteur d'accélération triaxial selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la série d'électrodes comporte une première (**A**) et une deuxième électrodes (**B**) disposées diamétralement opposées par rapport à l'axe de révolution (**S**) pour récupérer des charges de l'élément selon le premier axe (**X**), et une troisième (**C**) et une quatrième (**D**)

électrodes disposées diamétralement opposées par rapport à l'axe de révolution (**S**) pour récupérer des charges de l'élément selon le deuxième axe (**Y**).

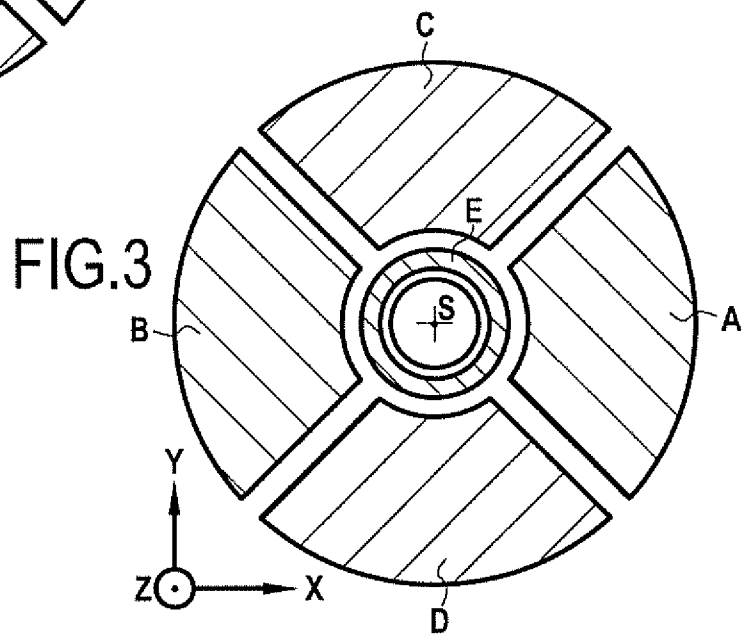
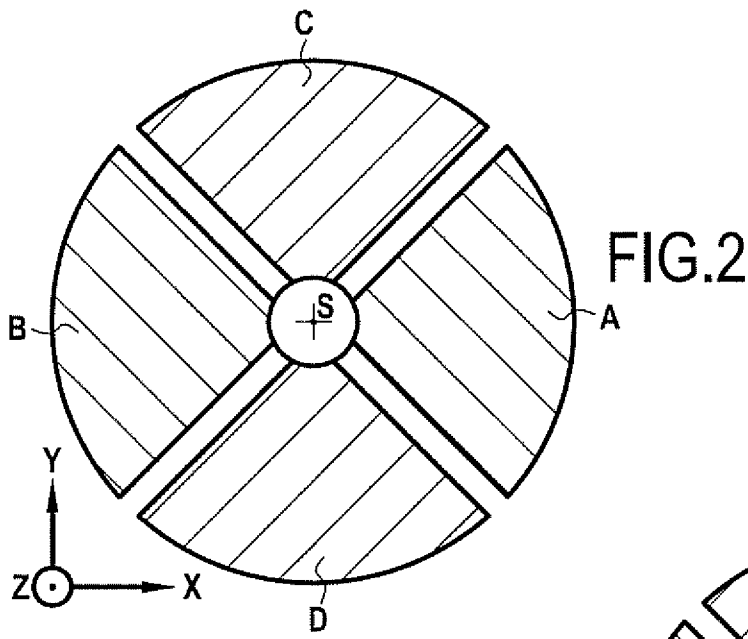
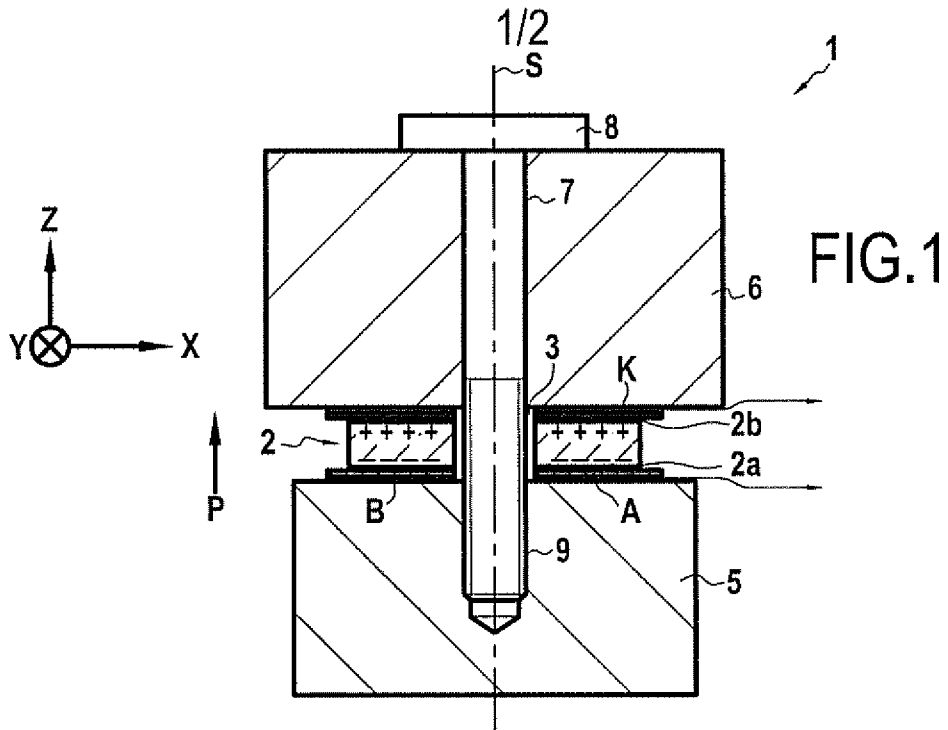
5 **5** - Capteur d'accélération triaxial selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte une électrode annulaire (**E**) aménagée de manière symétrique autour de l'axe de révolution et en vis-à-vis d'une contre-électrode pour délivrer un signal sensible selon le troisième axe (**Z**).

10 **6** - Capteur d'accélération triaxial selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le circuit de traitement (**10**) comporte en entrée, au moins un circuit de numérisation des signaux délivrés par les électrodes et la contre-électrode.

7 - Capteur d'accélération triaxial selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'élément piézoélectrique (**2**) comporte un empilement de matériaux piézoélectriques.

15 **8** - Capteur d'accélération triaxial selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'élément piézoélectrique (**2**) comporte un empilement de deux matériaux piézoélectriques possédant des axes de polarisation (**P**) de sens opposé.

20 **9** - Capteur d'accélération triaxial selon l'une des revendications 1 à 2 et 4 à 8, caractérisé en ce que l'embase (**5**) et la masse sismique (**6**) sont reliées entre elles par un dispositif (**7**) assurant la compression de l'élément piézoélectrique.



2/2

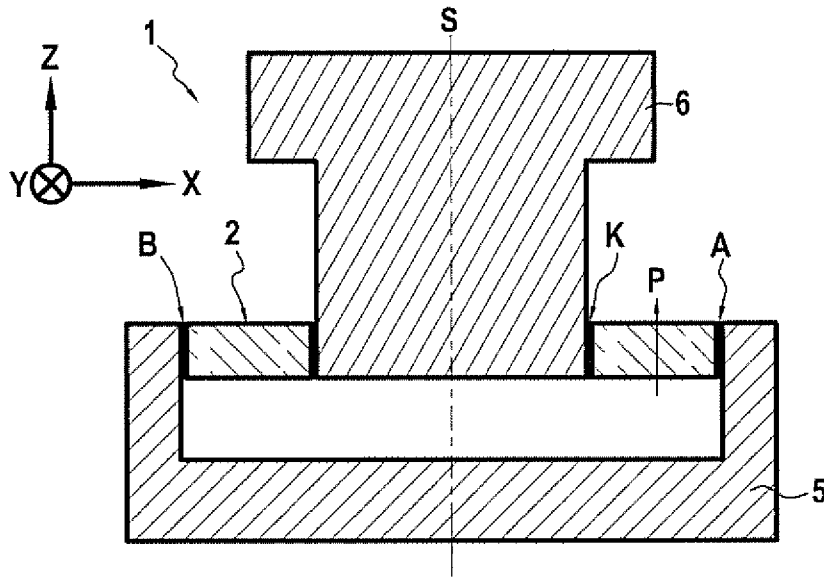


FIG. 4

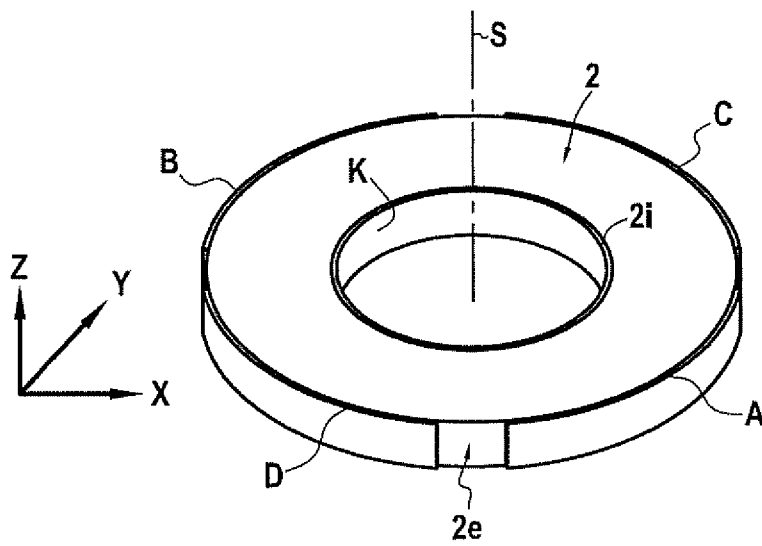


FIG. 5

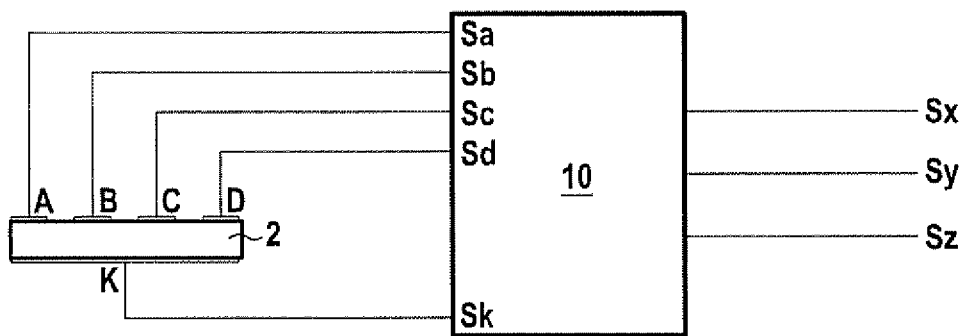


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2018/050746

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. G01P15/18 G01P15/09 G01P21/00 G01L5/16
 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)
 G01P 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.
Y	US 2002/014126 A1 (OKADA KAZUHIRO [JP]) 7 February 2002 (2002-02-07) page 7, paragraph 140 - page 8, paragraph 154 page 10, paragraph 169 - page 11, paragraph 173; figures 7, 14, 23a, 23b -----	1-9
Y	US 2004/027033 A1 (SCHILLER PETER J [US]) 12 February 2004 (2004-02-12) page 2, paragraph 33 - page 6, paragraph 60; figures 1-4 -----	1-9
Y	US 5 531 092 A (OKADA KAZUHIRO [JP]) 2 July 1996 (1996-07-02) column 17, line 28 - column 19, line 64; figures 1, 2 -----	1-9
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 29 June 2018	Date of mailing of the international search report 12/07/2018
---	--

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 Springer, Oliver
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2018/050746

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 498 051 A2 (SAMSUNG ELECTRO MECH [KR]) 12 September 2012 (2012-09-12) the whole document -----	1-9
A	US 6 347 555 B1 (NAMERIKAWA MASAHIKO [JP] ET AL) 19 February 2002 (2002-02-19) the whole document -----	1-9
A	EP 0 316 498 A1 (VIBRO METER AG [CH]) 24 May 1989 (1989-05-24) the whole document -----	1-9
A	US 4 495 433 A (SHERIDAN ANTHONY A [US]) 22 January 1985 (1985-01-22) the whole document -----	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/FR2018/050746

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002014126 A1	07-02-2002	US 6314823 B1	13-11-2001
		US 2002014126 A1	07-02-2002
		US 2003015043 A1	23-01-2003
		US 2003024328 A1	06-02-2003
		US 2004255697 A1	23-12-2004
		US 2007012109 A1	18-01-2007
		US 2007204692 A1	06-09-2007
US 2004027033 A1	12-02-2004	AU 2003265401 A1	25-02-2004
		US 2004027033 A1	12-02-2004
		WO 2004015429 A1	19-02-2004
US 5531092 A	02-07-1996	US 5531092 A	02-07-1996
		US 5744718 A	28-04-1998
EP 2498051 A2	12-09-2012	EP 2498051 A2	12-09-2012
		JP 2012189569 A	04-10-2012
		KR 20120103027 A	19-09-2012
		US 2012227488 A1	13-09-2012
US 6347555 B1	19-02-2002	JP 2000275127 A	06-10-2000
		US 6347555 B1	19-02-2002
EP 0316498 A1	24-05-1989	EP 0316498 A1	24-05-1989
		US 5052226 A	01-10-1991
		US 5117696 A	02-06-1992
US 4495433 A	22-01-1985	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2018/050746

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01P15/18 G01P15/09 G01P21/00 G01L5/16 ADD.				
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB				
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01P 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				
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS				
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées		
Y	US 2002/014126 A1 (OKADA KAZUHIRO [JP]) 7 février 2002 (2002-02-07) page 7, alinéa 140 - page 8, alinéa 154 page 10, alinéa 169 - page 11, alinéa 173; figures 7, 14, 23a, 23b -----	1-9		
Y	US 2004/027033 A1 (SCHILLER PETER J [US]) 12 février 2004 (2004-02-12) page 2, alinéa 33 - page 6, alinéa 60; figures 1-4 -----	1-9		
Y	US 5 531 092 A (OKADA KAZUHIRO [JP]) 2 juillet 1996 (1996-07-02) colonne 17, ligne 28 - colonne 19, ligne 64; figures 1, 2 ----- -/--	1-9		
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe </td> </tr> </table>			<input checked="" 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
<input checked="" 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 29 juin 2018		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 12/07/2018		
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 Springer, Oliver		

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2018/050746

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 2 498 051 A2 (SAMSUNG ELECTRO MECH [KR]) 12 septembre 2012 (2012-09-12) le document en entier -----	1-9
A	US 6 347 555 B1 (NAMERIKAWA MASAHIKO [JP] ET AL) 19 février 2002 (2002-02-19) le document en entier -----	1-9
A	EP 0 316 498 A1 (VIBRO METER AG [CH]) 24 mai 1989 (1989-05-24) le document en entier -----	1-9
A	US 4 495 433 A (SHERIDAN ANTHONY A [US]) 22 janvier 1985 (1985-01-22) le document en entier -----	1-9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2018/050746

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002014126	A1	07-02-2002	US 6314823 B1	13-11-2001
			US 2002014126 A1	07-02-2002
			US 2003015043 A1	23-01-2003
			US 2003024328 A1	06-02-2003
			US 2004255697 A1	23-12-2004
			US 2007012109 A1	18-01-2007
			US 2007204692 A1	06-09-2007

US 2004027033	A1	12-02-2004	AU 2003265401 A1	25-02-2004
			US 2004027033 A1	12-02-2004
			WO 2004015429 A1	19-02-2004

US 5531092	A	02-07-1996	US 5531092 A	02-07-1996
			US 5744718 A	28-04-1998

EP 2498051	A2	12-09-2012	EP 2498051 A2	12-09-2012
			JP 2012189569 A	04-10-2012
			KR 20120103027 A	19-09-2012
			US 2012227488 A1	13-09-2012

US 6347555	B1	19-02-2002	JP 2000275127 A	06-10-2000
			US 6347555 B1	19-02-2002

EP 0316498	A1	24-05-1989	EP 0316498 A1	24-05-1989
			US 5052226 A	01-10-1991
			US 5117696 A	02-06-1992

US 4495433	A	22-01-1985	AUCUN	
