



(43) Date de la publication internationale
15 décembre 2016 (15.12.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/198766 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01L 5/16 (2006.01) *G01N 19/02* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/051316

(22) Date de dépôt international :
2 juin 2016 (02.06.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1555388 12 juin 2015 (12.06.2015) FR

(71) Déposants : **ECOLE CENTRALE DE LYON** [FR/FR];
36 Avenue Guy de Collongue, 69134 ECULLY Cedex
(FR). **CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE** [FR/FR]; 3 rue Michel Ange, 75016 Pa-
ris (FR). **ECOLE NATIONALE D'INGÉNIEURS DE
SAINT-ETIENNE** [FR/FR]; 58 rue Jean Parot, 42100
Saint-Etienne (FR).

(72) Inventeurs : **GUIBERT, Matthieu**; 66 Rue Pierre Audry,
69009 Lyon (FR). **FONTAINE, Julien**; 16 rue des
Alouettes, 69890 La Tour de Salvagny (FR). **DURAND,
Thibaut**; 11 avenue de la prédecelle, 91470 Limours (FR).
LE MOGNE, Thierry; 25 Le grand pré, 69210 Lentilly
(FR).

(74) Mandataires : **GUERIN, Jean-Philippe** et al.; Innovation
Competence Group, 310 avenue Berthelot, 69372 LYON
cedex 08 (FR).

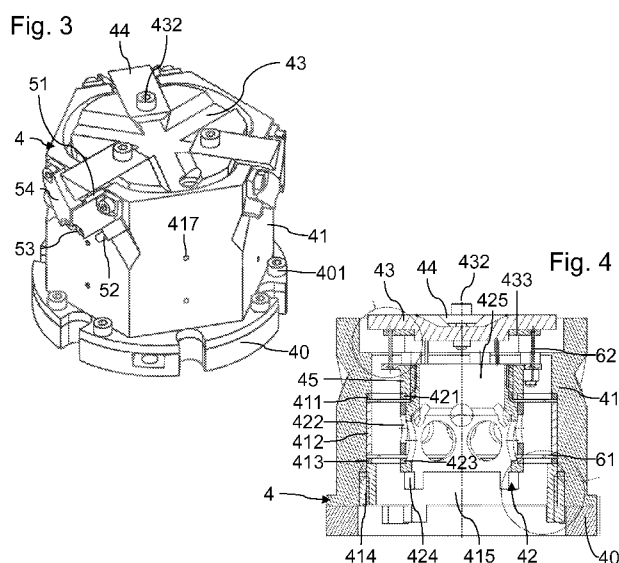
(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, 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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : HIGH-PRECISION DEVICE FOR MEASURING FORCES

(54) Titre : DISPOSITIF DE MESURE D'EFFORTS À PRÉCISION ÉLEVÉE



(57) Abstract : The invention relates to a device for measuring forces, comprising: a first body (41) intended to be immobilised; a second body guided in at least one first translational direction with respect to the first body by a first link; a third body (43) intended to be stressed and guided with a least three degrees of freedom with respect to the second body via a second link that is elastically deformable in at least one second direction perpendicular to the first; at least first to fourth contactless sensors (51) of the movement of the third body with respect to the first body, said first to fourth sensors measuring said movement in four respective non-collinear directions; and a processing circuit for calculating the forces applied to said third body depending on the movements measured by said first to fourth sensors.

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif de mesure d'efforts, comprenant : -un premier corps (41) destiné à être immobilisé; -un deuxième corps guidé selon au moins une première direction de translation par rapport au premier corps par une première liaison; -un troisième corps (43) destiné à être sollicité et guidé selon au moins trois degrés de liberté par rapport au deuxième corps par l'intermédiaire d'une deuxième liaison

[Suite sur la page suivante]



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))

déformable élastiquement selon une deuxième direction perpendiculaire à la première; -au moins des premier à quatrième capteurs sans contact (51) du déplacement du troisième corps par rapport au premier corps, lesdits premier à quatrième capteurs mesurant ledit déplacement selon quatre directions respectives non colinéaires; -un circuit de traitement calculant des efforts appliqués sur ledit troisième corps en fonction des déplacements mesurés par lesdits premier à quatrième capteurs.

DISPOSITIF DE MESURE D'EFFORTS A PRECISION ELEVEE

L'invention concerne les dispositifs de mesure d'efforts, en particulier les dispositifs de mesure d'efforts pour laboratoire impliquant une grande précision
5 des mesures.

Les dispositifs de mesure d'efforts sont par exemple utilisés dans le domaine de la tribologie afin de déterminer un coefficient de frottement entre deux solides. Dans un certain nombre d'applications, les niveaux d'efforts mesurés sont relativement réduits et toute imprécision ou perturbation de
10 mesure peut induire des erreurs dépassant l'ordre de grandeur des efforts à mesurer. Certaines mesures réalisées sous vide ou dans des atmosphères contrôlées exigent notamment des précisions de mesure d'efforts que les dispositifs de mesure connus sont incapables de fournir.

Pour une application en tribologie, on doit mesurer à la fois un effort
15 tangentiel et un effort normal sur un échantillon. Toute imprécision d'alignement des axes de mesure altère fortement la précision des mesures suivant ces axes, et donc le coefficient de frottement calculé par ce biais. Par ailleurs, les dispositifs de mesure d'efforts connus permettent difficilement de dissocier le niveau de précision ou le niveau d'efforts selon différents axes de mesure.

20 Le document US2013/0061689 décrit un dispositif de mesure d'efforts. Ce dispositif comporte deux masselottes en forme de parallélépipède. Les masselottes comportent des surfaces de montage parallèles. Les masselottes sont superposées et reliées par quatre parois verticales. L'épaisseur de ces parois est nettement inférieure à leur longueur, leur longueur définissant
25 l'espacement entre les masselottes. Les masselottes peuvent ainsi être déplacées l'une par rapport à l'autre suivant des directions transversales à ces parois. Chaque paroi est équipée d'un capteur de mesure d'efforts, combinant de multiples jauges de contraintes présentant différentes orientations. Les jauges des différentes parois sont connectées dans des ponts de Wheatstone et
30 permettent de déterminer des forces selon différents axes.

Un tel dispositif présent un certain nombre d'inconvénients. La précision sur les axes mesurés est insuffisante pour discriminer une force tangentielle et une force normale par exemple par ailleurs, la linéarité de la mesure d'efforts avec un tel dispositif est insuffisante et n'est donc utilisable que pour une
35 gamme réduite d'efforts. Par ailleurs, la précision de mesure d'un tel dispositif est insuffisante, en particulier dans une application de mesure de coefficients de frottement très réduits.

Le document décrit un dispositif de mesure d'efforts, comprenant une platine d'application d'effort, relié à un support par l'intermédiaire de 4 bras

disposés en croix. Ces 4 bras comportent 4 transducteurs électro-magnétiques respectifs. Ces transducteurs électro-magnétiques mesurent chacun un déplacement vertical du dispositif de mesure d'efforts. Les différents efforts sont déterminés de façon simplifiée à partir de ces différents déplacements verticaux.

5 Un tel dispositif présente des inconvénients. La précision de mesure est relativement limitée. Par ailleurs, une erreur impacte l'ensemble des mesures de déplacement.

L'invention vise à résoudre un ou plusieurs de ces inconvénients. L'invention porte ainsi sur un dispositif de mesure d'efforts, tel que défini dans la
10 revendication 1. L'invention porte également sur les variantes des revendications dépendantes. L'homme du métier comprendra que chacune des caractéristiques de ces revendications dépendantes peut être combinée indépendamment aux caractéristiques ci-dessus, sans pour autant constituer une généralisation intermédiaire.

15

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

-les figures 1 à 3 sont respectivement des vues de dessus, de face et en
20 perspective d'un dispositif de mesure d'efforts selon un exemple de mode de réalisation de l'invention ;

-les figures 4 et 5 sont des vues en coupe du dispositif de mesure d'efforts selon la figure 1 ;

-la figure 6 est une vue en coupe de détail d'une variante du dispositif de
25 mesure d'efforts de la figure 1 ;

-la figure 7 est une vue en perspective d'une embase du dispositif de mesure d'efforts de la figure 1 ;

-les figures 8 et 9 sont respectivement des vues en perspectives et de dessus d'un corps fixe du dispositif de mesure d'efforts de la figure 1 ;

30 -les figures 10 et 11 sont des vues en coupe du corps fixe du dispositif de mesure d'efforts de la figure 1 ;

-la figure 12 est une vue en perspective d'une bride pour un capteur de déplacement ;

35 -la figure 13 est une vue de côté d'une bague de serrage pour le corps fixe;

-la figure 14 est une vue de dessus d'un élément de liaison avec le corps fixe ;

-la figure 15 est une vue en perspective d'un corps mobile intermédiaire ;

-la figure 16 est une vue en perspective d'une entretoise pour le corps mobile intermédiaire ;

-les figures 17 et 18 illustrent une bague de serrage pour le corps mobile intermédiaire ;

5 -la figure 19 est une vue en perspective d'une plaque annulaire fixée sur la bague de serrage de la figure 17 ;

-les figures 20 et 21 illustrent une plaque annulaire d'un corps mobile porte échantillon ;

10 -la figure 22 est une vue en perspective des plaques annulaires solidarisées par des tiges flexibles ;

-les figures 23 et 24 illustrent une platine porte échantillon sur lequel la plaque annulaire de la figure 20 est fixée

-la figure 25 est une vue en perspective d'un support pour miroir ;

15 Les figures 1 à 3 sont respectivement des vues de dessus, de face et en perspective d'un dispositif de mesure d'efforts 1 selon un exemple de mode de réalisation de l'invention. Le dispositif 1 comporte notamment un dispositif de traitement 2 et un support 4 (destiné à être sollicité ou destiné à recevoir un échantillon à solliciter) comportant des capteurs de déplacement connectés au
20 dispositif de traitement 2. Les figures 4 et 5 sont des vues en coupe du support 4.

Le support 4 comporte une embase 40 et un corps fixe 41 fixés sur l'embase 40 par l'intermédiaire de vis 401. Des capteurs de déplacement sans contact 51 sont fixés sur une paroi externe du corps fixe 41 par l'intermédiaire
25 de brides 54 et de vis 53. Les capteurs sans contact 51 sont ici de type capacitif et mesurent l'espacement entre le capteur 51 et une paroi métallique respective d'un support 44. Les capteurs 51 comportent des connecteurs 52 raccordés au dispositif de traitement 2.

Le corps fixe 41 comporte une partie tubulaire verticale. Le corps fixe 41
30 comporte un alésage central, vertical et traversant 415, ménagé dans la partie tubulaire. Un corps mobile intermédiaire 42 est logé dans l'alésage 415. Le corps mobile intermédiaire 42 est relié au corps fixe 41 par l'intermédiaire d'au moins une première liaison déformable élastiquement. La liaison déformable élastiquement est notamment destinée à permettre un déplacement du corps
35 mobile intermédiaire 42 par rapport au corps fixe 41, en translation suivant l'axe Z, et en rotation autour de l'axe Z. Les translations selon les axes X et Y sont globalement bloquées.

L'élément de liaison comporte ici deux pièces de liaison 61 davantage détaillées par la suite. Du fait de l'utilisation de deux pièces de liaison

superposées et espacées selon l'axe Z, des rotations autour des axes X et Y sont globalement bloquées.

Un épaulement est ménagé dans l'alésage 415. Le corps fixe 41 comporte en outre une bague de serrage 414 vissée à l'intérieur de l'alésage 415. Une entretoise 411, un anneau externe 611 (d'une pièce de liaison 61), une entretoise 422, un autre anneau externe 611 (d'une autre pièce de liaison 61) et une entretoise 413 sont comprimés dans cet ordre entre la bague de serrage 414 et l'épaulement ménagé dans l'alésage 415.

Le corps mobile intermédiaire 42 comporte une partie tubulaire munie d'un épaulement dans sa partie inférieure. Le corps mobile intermédiaire 42 comporte en outre une bague de serrage 45 sur laquelle est vissée la partie tubulaire. Une entretoise 421, un anneau interne 613 (d'une pièce de liaison 61), une entretoise 422, un autre anneau interne 613 (d'une autre pièce de liaison 61) et une entretoise 423 sont comprimés dans cet ordre entre la bague de serrage 45 et l'épaulement de la partie tubulaire. Chaque anneau interne 613 est relié à un anneau externe concentrique 611, par l'intermédiaire de plusieurs tiges 612 détaillées ultérieurement. La pièce de liaison 61 comporte ici trois tiges réparties angulairement autour de l'anneau interne 613 et s'étendant radialement entre l'anneau interne 613 et l'anneau externe 611.

Une plaque annulaire 436 est vissée sur la bague de serrage 45 du corps mobile intermédiaire 42. Des pièces de liaison 62 (en l'occurrence sous forme de tiges) sont encastrées par une extrémité dans la plaque annulaire 436 et s'étendent selon la direction Z. Les pièces de liaison 62 sont par ailleurs encastrées par une autre extrémité dans une autre plaque annulaire 456.

La plaque annulaire 456 appartient à un corps de support mobile 43. Le corps de support mobile 43 et ainsi relié au corps mobile intermédiaire 42 par l'intermédiaire d'une deuxième liaison déformable élastiquement. La liaison déformable élastiquement est notamment destinée à permettre un déplacement du corps mobile 43 par rapport au corps mobile intermédiaire 42, en translation suivant les axes X et Y. La translation selon l'axe Z et globalement bloquée par la rigidité des pièces de liaison 62 suivant cet axe.

Ce corps de support 43 est par exemple destiné à la fixation d'un échantillon ou d'un porte échantillon sur lequel des efforts doivent être appliqués. Une platine porte échantillon 437 est fixée sur la plaque annulaire 456. Un support pour miroir 44 est fixé sur la platine 437 par l'intermédiaire de vis 432. Les capteurs de déplacement 51 sont en pratique fixés en vis-à-vis de surfaces respectives du support 44, de sorte que la variation de distance entre

un capteur 51 et sa surface en vis-à-vis implique une variation de la capacité formée entre le capteur 51 et cette surface.

Du fait de l'utilisation de capteurs de déplacement sans contact 51, la mesure de déplacement n'induit pas de contraintes parasites durant un déplacement relatif entre le corps fixe 41 et le corps mobile de support 43.

En fonction des différents déplacements mesurés par les capteurs 51 entre le corps mobile 43 et le corps fixe 41, le dispositif de traitement 2 extrapole les efforts appliqués sur le corps mobile 43 selon différents axes : par exemple une force appliquée selon les axes X, Y ou Z, ou un couple appliqué autour des axes X, Y ou Z.

La matrice de transformation des déplacements en efforts peut-être étalonnée selon une procédure prédéfinie. On peut par exemple fixer un cadre de sollicitations sur le corps mobile 43, pour exercer différents efforts et/ou couple calibré sur ce corps 43. Une interface homme/machine pilotée par le dispositif de traitement 2 peut par exemple solliciter l'utilisateur pour qu'il positionne des masses calibrées en des emplacements appropriés du cadre de sollicitation, par exemple plus ou moins excentrés de l'axe Z. D'autres efforts calibrés peuvent être appliqués sur le cadre de sollicitation suivant les axes X et Y, de façon excentrée ou non. La matrice de transformation des déplacements en efforts peut alors être générée à partir de l'ensemble des mesures de déplacements correspondantes, en utilisant une méthode de calibration décrite ci-dessous de façon générique. Les efforts peuvent être appliqués avec des amplitudes et des localisations prédéfinies sur le corps mobile 43, par exemple en fixant un support sur le corps mobile 43, permettant d'appliquer des poids en différents emplacements avec des bras de levier.

Pour extrapoler une matrice de transformation, on peut considérer qu'un plateau de mesure est relié à une embase fixe par l'intermédiaire de six capteurs d'efforts indépendants correspondant à 6 liaisons respectives.

On prendra par la suite les notations suivantes :

O un point d'origine ;

Ai une extrémité inférieure de la ième liaison entre le plateau de mesure et l'embase fixe ;

Bi une extrémité supérieure de la ième liaison entre le plateau de mesure et l'embase fixe ;

Fi : la force mesurée par le capteur d'indice i

$$\frac{A_i B_i}{\|A_i B_i\|} = \begin{pmatrix} u_i \\ v_i \\ w_i \end{pmatrix}$$

- 5 Un vecteur unitaire de la direction d'effort mesurée par le capteur d'indice
i.

Le vecteur d'effort mesuré par le capteur i peut aussi être exprimé par

$$\vec{f}_i = f_i \begin{pmatrix} u_i \\ v_i \\ w_i \end{pmatrix}$$

On définit les coordonnées des points A_i et B_i par :

$$O\vec{A}_i = \begin{pmatrix} xa_i \\ ya_i \\ za_i \end{pmatrix} \quad O\vec{B}_i = \begin{pmatrix} xb_i \\ yb_i \\ zb_i \end{pmatrix}$$

On exprime les moments L , M et N selon les axes x , y et z à l'origine du système de coordonnées de la façon suivante :

$$M_O(f_i) = O\vec{A}_i \wedge \vec{f}_i = f_i \begin{pmatrix} (ya_i w_i - za_i v_i) \\ (za_i u_i - xa_i w_i) \\ (xa_i v_i - ya_i u_i) \end{pmatrix}$$

En sommant les forces et les moments exprimés à l'origine du système de coordonnées pour chaque axe de projection, on obtient :

$$\begin{pmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \\ L \\ M \\ N \end{pmatrix}_O = \begin{pmatrix} \sum f_i u_i \\ \sum f_i v_i \\ \sum f_i w_i \\ \sum f_i (ya_i w_i - za_i v_i) \\ \sum f_i (za_i u_i - xa_i w_i) \\ \sum f_i (xa_i v_i - ya_i u_i) \end{pmatrix}_O$$

Ce qui peut s'exprimer de la façon suivante sous forme d'équation matricielle :

$$\begin{pmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \\ L \\ M \\ N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_1 & u_2 & u_3 & u_4 & u_5 & u_6 \\ v_1 & v_2 & v_3 & v_4 & v_5 & v_6 \\ w_1 & w_2 & w_3 & w_4 & w_5 & w_6 \\ ya_1 w_1 - za_1 v_1 & \dots & \dots & \dots & \dots & ya_6 w_6 - za_6 v_6 \\ za_1 u_1 - xa_1 w_1 & \dots & \dots & \dots & \dots & za_6 u_6 - xa_6 w_6 \\ xa_1 v_1 - ya_1 u_1 & \dots & \dots & \dots & \dots & xa_6 v_6 - ya_6 u_6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \\ f_5 \\ f_6 \end{pmatrix}$$

Cette matrice permettant alors d'exprimer les 6 types d'effort appliqués à un plateau à partir de 6 mesures des capteurs.

La calibration du système consiste alors à appliquer des efforts connus et à réaliser des mesures pour les différents capteurs pour extrapoler la matrice. Ce principe de calibration peut aisément être transposé à des mesures de déplacements obtenus pour des efforts connus.

5

Des éléments m_{ij} d'une telle matrice peuvent notamment être déduits de la résolution de

$$[Y] = [A][X]$$

10

Avec

$$[X] = \begin{pmatrix} m_{11} \\ m_{12} \\ m_{13} \\ m_{14} \\ m_{15} \\ m_{16} \\ m_{21} \\ \dots \\ m_{66} \end{pmatrix}$$

20

La matrice $[A]$ peut alors être obtenue à partir de 6 mesures pour des efforts connus et exprimé de la façon suivante :

25

30

35

$$A = \begin{pmatrix} V_{11} & V_{12} & \dots & V_{61} & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \dots & \dots & 0 & V_{11} & V_{21} & \dots & V_{61} & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & V_{11} & V_{21} & \dots & V_{61} & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & V_{11} & V_{21} & \dots & V_{61} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ V_{1p} & V_{2p} & \dots & V_{6p} & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \dots & \dots & 0 & V_{1p} & V_{2p} & \dots & V_{6p} & 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & V_{1p} & V_{2p} & \dots & V_{6p} & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & V_{1p} & V_{2p} & \dots & V_{6p} \end{pmatrix}$$

Avec V_{ip} la mesure pour la liaison d'indice i lorsque une force p est appliquée.

La matrice Y est alors exprimée à partir du torseur appliqué à la structure :

$$Y = \begin{pmatrix} F_{z1} \\ F_{z2} \\ F_{z3} \\ L_1 \\ M_1 \\ N_1 \\ F_{x2} \\ \vdots \\ N_6 \end{pmatrix}$$

On peut bien entendu appliquer plus de 6 efforts à la structure, ce qui conduit à la résolution d'un système surdéterminé, dont la solution peut être approximée par une méthode des moindres carrés.

Des simulations ont permis de déterminer une résolution de 10µN et 0,1N.mm à 50KHz respectivement pour les efforts suivant l'axe Z et les moments autour de l'axe Z. L'axe Z ayant été privilégié, la résolution des efforts selon les axes X ou Y est de 100µN et la résolution des moments autour des axes X ou Y est de 1 N.mm à 50kHz.

Pour une application particulière à des mesures de coefficients de frottement, on peut obtenir une incertitude de mesure de coefficient de l'ordre de 10^{-4} ou moins.

Les valeurs de réactions croisées mesurées entre les axes sont inférieures à 1% en efforts et en moment.

Le défaut de linéarité des mesures sur tous les axes est resté inférieur à 1% pour une gamme allant de 0,01N à 10 N.

La figure 6 est une vue en coupe de détail d'une variante de liaison entre le corps fixe 41 et le corps mobile intermédiaire 42. Dans cet exemple, des tiges indépendantes 63 sont introduites à travers les orifices 617. Des tiges inférieures 63 ont une extrémité comprimée entre l'entretoise 417 et l'entretoise 422 et une autre extrémité comprimée entre l'entretoise 412 et l'entretoise 413. Des tiges supérieures 63 ont une extrémité comprimée entre l'entretoise 422 et l'entretoise 421, et une autre extrémité comprimée entre l'entretoise 422 et l'entretoise 411.

La figure 7 est une vue en perspective d'une embase 40 pour le corps fixe du support 4. L'embase 40 présente une forme annulaire délimitant un orifice dans sa partie centrale. L'embase 40 comporte une surface d'appui plate supérieure et une surface d'appui plate inférieure. L'embase comporte des lamages au niveau desquels des alésages traversants sont ménagés, afin respectivement de loger une tête de vis et de permettre le passage du corps de cette vis. De telles vis permettent de fixer l'embase 40 par exemple à un bâti d'une installation de test.

Les figures 8 à 11 sont différentes vues du corps fixe 41. Le corps fixe 41 comporte une collerette 416 dans sa partie inférieure. La face inférieure de la collerette 416 est plane et destinée à être positionnée contre l'embase 40. La partie tubulaire s'étend vers le haut depuis l'embase 416. Cette partie tubulaire présente une section externe hexagonale et une section interne circulaire.

Des orifices 417 sont ménagés dans les parois de la partie tubulaire et mettent en communication l'alésage 415 avec l'extérieur. Les orifices 417 peuvent à la fois faciliter la mise sous vide de l'alésage 415, ou permettre la fixation de tiges 63 telles qu'illustrées dans la variante de la figure 6.

Des rainures 418 sont ménagées dans des faces externes de la partie tubulaire. Ces rainures 418 sont orientées à 45° par rapport à la verticale. Les rainures 418 sont destinées à recevoir des capteurs sans contact 51. Les capteurs 51 positionnés dans les rainures 418 présentent des directions de mesure de déplacement non colinéaires dans la configuration illustrée. Des alésages filetés sont ménagés de part et d'autre de chaque rainure 418, de façon à permettre la fixation des brides 54 par l'intermédiaire de vis 53. Des encoches 419 sont ménagées au niveau de l'extrémité supérieure de la partie tubulaire. Ces encoches 419 sont positionnées à l'intersection entre deux rainures 418. Les encoches 419 permettent de positionner un support 44 pour miroirs, commun à deux capteurs sans contact 51. Les capteurs 51 peuvent ainsi être répartis par paires autour de l'axe Z.

Un épaulement est ménagé dans la partie supérieure de l'alésage 415 afin de pouvoir maintenir l'entretoise 411. La partie inférieure de l'alésage 415 est filetée, afin de permettre le vissage de la bague 414.

La figure 12 est une vue en perspective d'une bride 54 de fixation d'un capteur sans contact 51 sur le corps fixe 41. La bride 54 comporte une partie centrale dans laquelle une gorge 541 est ménagée. Des alésages 542 sont ménagés de part et d'autre de cette gorge 541. Les alésages 542 sont destinés à la fixation de la bride 54 sur le corps fixe 41 par des vis, de façon à positionner

un capteur sans contact 51 dans la gorge 541 et à le maintenir pincé entre la bride 54 et le corps fixe 41.

La figure 13 est une vue de côté d'une bague de serrage 414 du corps fixe 41. Sur sa face inférieure, la bague de serrage 414 comporte des ergots permettant de l'entraîner en rotation autour d'un axe vertical. La bague de serrage 414 comporte un orifice dans sa partie centrale. La bague de serrage 414 présente une section cylindrique dans sa partie supérieure et une section cylindrique dans sa partie intermédiaire. La face externe de la partie intermédiaire comporte un filetage permettant de visser la bague de serrage 414 dans le corps fixe 41.

La figure 14 est une vue de dessus d'une pièce de liaison 61 d'une variante de mise en œuvre de l'invention. Cette pièce de liaison 61 comporte un anneau externe 611 et un anneau interne 613. L'anneau externe 611 est destiné à être fixé au corps fixe 41. L'anneau interne 613 est destiné à être fixé au corps mobile 42. L'anneau externe 611 et l'anneau interne 613 sont reliés par des tiges 612. Les tiges 612 sont ici au nombre de trois et sont réparties autour de l'axe Z. Les tiges 612 sont ici formées monobloc avec l'anneau externe 611 et l'anneau interne 613. On limite ainsi le nombre de composants nécessaires pour former le support 4, ce qui permet de limiter des dispersions mécaniques et de limiter le nombre de poches potentielles de gaz pour une application dans le vide.

La longueur de chacune des tiges 612 est ici relativement élevée par rapport à sa section. La relation suivante peut par exemple être respectée : $L > 10 * \sqrt{S}$ avec L la longueur d'une tige 612 et S sa section transversale. Ainsi, un effort exercé selon la direction Z sur l'anneau interne 613 permet de faire fléchir une poutre 612, ce qui permet d'induire une translation du corps mobile 42 par rapport au corps fixe 41. Par ailleurs, un couple exercé sur l'anneau interne 613 autour de la direction Z permet d'induire un déplacement en rotation du corps mobile 42 par rapport au corps fixe 41. Le corps mobile 42 peut également être guidé en rotation par rapport audit corps 41 par d'autres moyens que par les tiges 612.

A contrario, chacune des tiges 612 s'avère rigide face à des sollicitations en contraction/compression selon sa longueur. Ainsi, les déplacements du corps mobile 42 par rapport au corps fixe 41 dans le plan X, Y présentent une amplitude extrêmement réduite.

Une telle pièce de liaison 61 est avantageusement démontable pour être séparée du corps fixe 41 et du corps mobile 42. Ainsi, par remplacement des

pièces de liaison 61 par d'autres pièces de liaison ayant des tiges de sections différentes, on peut adapter différentes rigidités de la liaison entre le corps fixe 41 et le corps mobile 42 en conservant les autres pièces du support 4. On peut ainsi adapter l'amplitude des déplacements entre le corps fixe 41 et le corps mobiles 42 aux efforts à appliquer, afin de rester dans une gamme de déformation élastique de la pièce de liaison 61.

Dans l'exemple illustré, six tiges 612 assurent la liaison entre le corps fixe 41 et le corps mobiles intermédiaires 42. Ces tiges 612 présentent une section transversale carrée de 1 mm de côté en acier inoxydable. De telles tiges 612 s'avèrent par exemple appropriées pour appliquer une force selon l'axe Z de 50N sur le corps mobile 42, ou pour appliquer un couple autour de l'axe Z de 100 μ N sur le corps mobile 42.

De façon générale, les pièces de liaison 61 et les pièces de liaison 62 permettent avantageusement d'obtenir une course de déplacement du corps de support 43 par rapport au corps fixe 41 d'une amplitude au moins 50 fois inférieure à la distance entre deux quelconques des capteurs 51. On peut ainsi caractériser un déplacement relatif entre le corps de support 43 et le corps fixe 41 de faible amplitude, pour lequel la relation entre les efforts appliqués et les déplacements obtenus présente une grande linéarité.

L'indépendance entre les pièces de liaison 61 et 62 permet aisément de dissocier la résolution de mesure suivant différents axes d'efforts, en fonction des besoins.

La figure 15 est une vue en perspective du corps mobile intermédiaire 42 sur lequel différents éléments viennent se fixer. Le corps mobile 42 comporte un alésage traversant 425 en son centre. Le corps mobile 42 présente une partie cylindrique 428 dans sa partie supérieure, cette partie cylindrique entourant l'alésage 425 et ayant une face externe filetée.

L'alésage traversant 425 fournit un accès permettant d'atteindre le corps mobile de support 43 par le dessous. Ainsi, une instrumentation de mesure, une caméra ou une résistance de chauffage peuvent être positionnées à proximité du corps mobile 43 et de l'échantillon qu'il peut être amené à supporter.

La partie inférieure du corps mobile 42 est avantageusement ajourée, afin de faciliter la mise sous vide dans l'alésage traversant 425. Le corps mobile 42 comporte un épaulement 429 dans sa partie inférieure afin de permettre un maintien d'une entretoise 423. Par ailleurs, le corps mobile 42 présente des ergots au niveau de son extrémité inférieure, afin de permettre son entraînement en rotation.

La figure 16 est une vue en perspective d'une entretoise 422 pour le corps mobile intermédiaire 42. L'entretoise 422 présente un alésage traversant dans sa partie centrale. L'entretoise 422 est destinée à venir à l'aplomb de l'épaule 429, pour permettre un maintien de l'anneau interne entre cette 5 entretoise 422 et l'épaule 429. La paroi latérale de l'épaule 422 est avantageusement ajourée afin de faciliter la mise sous vide dans l'alésage traversant 425.

Les figures 17 et 18 illustrent une bague de serrage 45 pour le corps 10 mobile intermédiaire 42. La bague de serrage 45 comporte une partie cylindrique 453. Un alésage traversant 454 est ménagé dans la partie centrale de la partie cylindrique 453. Des ergots 452 sont en saillie radialement vers l'extérieur depuis la partie cylindrique 453. Des alésages filetés verticaux sont ménagés dans les ergots 452. La face supérieure des ergots 452 est plate. La 15 paroi 455 de l'alésage 454 est filetée. La bague de serrage 45 peut aussi venir se visser sur la partie cylindrique 428. Un épaulement est ménagé dans la partie inférieure de la bague de serrage 45, de façon à pouvoir maintenir un anneau 613 entre cet épaulement et l'entretoise 422.

20 La figure 19 illustre une plaque annulaire 456 appartenant au corps mobile intermédiaire 42. Un alésage est ménagé en son centre. Cet alésage central est destiné à se positionner autour de la partie cylindrique 453 de la bague de serrage 45. La plaque annulaire 456 comporte des faces supérieure et inférieure plates. La face inférieure de la plaque 456 vient se plaquer contre les 25 ergots 452 de la bague de serrage 45. Des alésages traversants 457 sont ménagés dans sa partie annulaire. Les alésages 457 sont avantageusement répartis angulairement autour de l'alésage central. Les alésages 457 sont destinés à être traversés par une vis et sont destinés à être disposés en vis-à-vis des alésages 451 de la bague 45. Des alésages traversants 458 sont 30 également ménagés dans la partie annulaire. Les alésages 458 sont avantageusement répartis angulairement autour de l'alésage central. Les alésages 458 sont destinés à recevoir une extrémité d'une tige 62.

Les figures 20 et 21 illustrent une plaque annulaire 433 appartenant au 35 corps de support 43. Un alésage 436 est ménagé en son centre. La plaque annulaire 433 comporte une face supérieure plate ménagée dans sa partie annulaire. Des alésages traversants 435 sont ménagés dans la partie annulaire. Les alésages 435 sont avantageusement répartis angulairement autour de l'alésage 436. Des alésages filetés 434 sont ménagés dans la partie annulaire

et se prolongent dans des plots en saillie depuis une face inférieure de la plaque.

La figure 22 illustre une plaque annulaire 433 reliée à une plaque annulaire 456 par l'intermédiaire de tiges 62. Les tiges 62 sont orientées verticalement. Les tiges 62 ont une extrémité encastrée dans des alésages respectifs de la plaque annulaire 433 et une autre extrémité encastrée dans des alésages respectifs de la plaque annulaire 456.

Les figures 23 et 24 illustrent une platine porte échantillon 437. La platine 437 comporte des rainures 439 se rejoignant en son centre et orientées à 60° les unes par rapport aux autres. Certaines rainures comportent des alésages traversants 438. La platine 437 peut être configurée pour la fixation d'un échantillon ou d'un porte échantillon. La platine 437 comporte ici une face inférieure plane et des plots sur sa face supérieure, formant des surfaces planes.

La figure 25 est une vue en perspective d'un exemple de support 44 pour miroir. Le support 44 comporte une face supérieure plane et une extrémité de fixation dont la face inférieure est plane. Un alésage 441 est ménagé à travers l'extrémité de fixation. Cette face inférieure est destinée à venir se loger dans une rainure 439 de la platine 437. L'alésage 441 est destiné à une fixation par une vis 432 venant en prise dans l'alésage fileté 434 de la plaque annulaire 433. Une telle vis 432 traverse un alésage 438 de la platine 437. La platine 437 est ainsi maintenue plaquée entre les supports 44 et la plaque annulaire 433.

Le support 44 comporte une extrémité placée en saillie par rapport à la platine 437. Cette extrémité présente ici des surfaces inclinées et réfléchissantes 442. Les surfaces 442 sont ici obtenues par polissage d'un support 44 en acier. Les surfaces 442 sont ici inclinées à 45° par rapport à la face supérieure plane du support. Chaque surface 442 est donc ici parallèle à l'extrémité d'un capteur capacitif 51 respectif et positionné en vis-à-vis.

La fixation des capteurs avec une inclinaison (par rapport aux degrés de liberté définis entre le corps 41, le corps 42 et le corps 43) permet d'améliorer la précision de la mesure en induisant une redondance de mesure pour un même degré de liberté.

Le dispositif de traitement 2 inclut avantageusement un réseau de portes programmables in situ (usuellement désigné par le terme FPGA) connecté au capteur sans contact 51 est configuré pour extrapoler les efforts appliqués sur le

corps 43 en fonction des déplacements mesurés par les capteurs 51. Un tel dispositif de traitement 2 permet par exemple de disposer d'un calcul des efforts quasiment en temps réel, ce qui permet par exemple de réaliser un asservissement avec une consigne de valeur d'effort. Un tel dispositif de traitement 2 permet également de choisir entre des valeurs d'effort moyennes ou des valeurs d'effort instantanées. Un tel réseau de portes programmables peut par exemple être mis en œuvre sous la forme d'un contrôleur commercialisé sous la référence 9224 associé à des modules d'acquisition analogique commercialisés sous la référence CompactRIO 9239 par la société National Instruments.

La plupart des composants du support seront avantageusement réalisés en acier inoxydable. Un tel matériau s'avère particulièrement avantageux dans le cadre de mesures effectuées dans le vide, du fait de la très faible quantité de composés volatils qu'il est à même d'émettre.

Dans l'exemple illustré, on utilise des capteurs 51 sans contact de type capacitif. De tels capteurs s'avèrent en particulier avantageux pour de faibles courses de déplacement entre le corps fixe 41 et le corps mobiles 43. Des mesures ont été réalisées en associant des capteurs commercialisés sous la référence MCC10 par la société Fogale avec des électroniques associées commercialisées sous la référence MC900. Les signaux ont été acquis via des convertisseurs delta sigma 24 bits anti repliés de référence NI-9239. Les signaux de déplacements ont été acquis à 50kHz, puis filtrés numériquement au moyen d'un filtre passe bas de Tchebitchev d'ordre 2 réglés sur 10Hz. Les résolutions obtenues sont de quelques μN en forces, et de quelques 1.10^{-4} N.m sur les moments. D'autres types de capteurs sans contact peuvent également être utilisés, en fonction des applications visées.

On peut par exemple également envisager de remplacer les capteurs capacitifs 51 par des capteurs interférométriques de déplacement, tels que le capteur commercialisé sous la référence ECS3040 par la société AttoCube. Les miroirs sont alors par exemple placés en vis-à-vis de tels capteurs. De tels capteurs s'avèrent par exemple particulièrement avantageux dans un environnement à haute température et lorsque de tels capteurs sont distants de leur circuit de traitement.

On peut également envisager de remplacer les capteurs capacitifs 51 par des capteurs optiques de déplacement. De tels capteurs optiques sont par exemple basés sur la réceptivité d'un signal lumineux vers une fibre optique.

On peut encore envisager de remplacer les capteurs capacitifs 51 par des capteurs de déplacement du type à courant de Foucault.

Dans l'exemple illustré, le corps 41 et le corps 42 sont reliés par l'intermédiaire de tiges 612. On peut cependant envisager d'autres types de liaison, par exemple une liaison par une (ou plus) membrane annulaire flexible et s'étendant au repos dans un plan comprenant les axes X et Y.

- 5 Ces membranes peuvent être ajourées de manière à créer des sensibilités différentes en fonction de l'utilisation du capteur.

Pour éviter la formation de poches de gaz néfastes à une application dans le vide, tous les alésages des composants du support 4 sont avantageusement débouchants.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure d'efforts, caractérisé en ce qu'il comprend :
 - un premier corps (41) destiné à être immobilisé ;
 - 5 -un deuxième corps (42) guidé selon au moins une première direction de translation par rapport au premier corps par l'intermédiaire d'au moins une première liaison déformable élastiquement (61) ;
 - un troisième corps (43) destiné à être sollicité et guidé selon au moins trois degrés de liberté par rapport au deuxième corps par l'intermédiaire d'au
 - 10 moins une deuxième liaison déformable élastiquement selon une deuxième direction perpendiculaire à la première, ladite deuxième liaison étant rigide (62) selon ladite première direction;
 - au moins des premier à quatrième capteurs sans contact (51) du déplacement du troisième corps par rapport au premier corps, lesdits premier
 - 15 à quatrième capteurs mesurant ledit déplacement selon quatre directions respectives non colinéaires ;
 - un circuit de traitement (2) calculant des efforts appliqués sur ledit troisième corps en fonction des déplacements mesurés par lesdits premier à quatrième capteurs.
 - 20
2. Dispositif de mesure d'efforts selon la revendication 1, dans lequel ledit deuxième corps (42) est également guidé en rotation autour de ladite première direction par rapport audit premier corps (41) par l'intermédiaire de ladite première liaison.
- 25
3. Dispositif de mesure d'efforts selon la revendication 2, dans lequel ladite première liaison comprend au moins trois tiges (612) perpendiculaires à ladite première direction et réparties angulairement autour de cette première direction.
- 30
4. Dispositif de mesure d'efforts selon la revendication 3, dans lequel ladite première liaison comprend deux anneaux concentriques (611, 613), lesdites trois tiges (612) étant formées monobloc avec lesdits deux anneaux concentriques.
- 35
5. Dispositif de mesure d'efforts selon la revendication 3 ou 4, dans lequel chacune desdites tiges (612) est rigide selon une direction respective perpendiculaire à ladite première direction.
- 40
6. Dispositif de mesure d'efforts selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite deuxième liaison (62) comprend au moins

trois tiges parallèles à ladite première direction et réparties angulairement autour de ladite première direction.

- 5 7. Dispositif de mesure d'efforts selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdits capteurs sans contact (51) sont des capteurs capacitifs et dans lequel des premier à quatrième miroirs (442) sont fixés audit troisième corps (43) en vis-à-vis des premiers à quatrième capteurs respectivement.
- 10 8. Dispositif de mesure d'efforts selon la revendication 7, comprenant des cinquième et sixième capteurs sans contact du déplacement du troisième corps par rapport au premier corps selon deux directions respectives non colinéaires avec les directions de mesure de déplacement desdits premiers à quatrième capteur sans contact.
- 15 9. Dispositif de mesure d'efforts selon la revendication 8, dans lequel lesdits capteurs sont répartis par paires autour de ladite première direction.
- 20 10. Dispositif de mesure d'efforts selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la course de déplacement du troisième corps par rapport au premier corps selon une direction quelconque est au moins 50 fois inférieure à la distance entre deux quelconques desdits capteurs.
- 25 11. Dispositif de mesure d'efforts selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lesdits capteurs sont connectés à au moins un réseau de portes programmables in situ inclus dans ledit circuit de traitement et extrapolant des efforts appliqués sur ledit troisième corps en fonction des déplacements mesurés par lesdits premier à quatrième capteurs.

1/9

Fig. 1

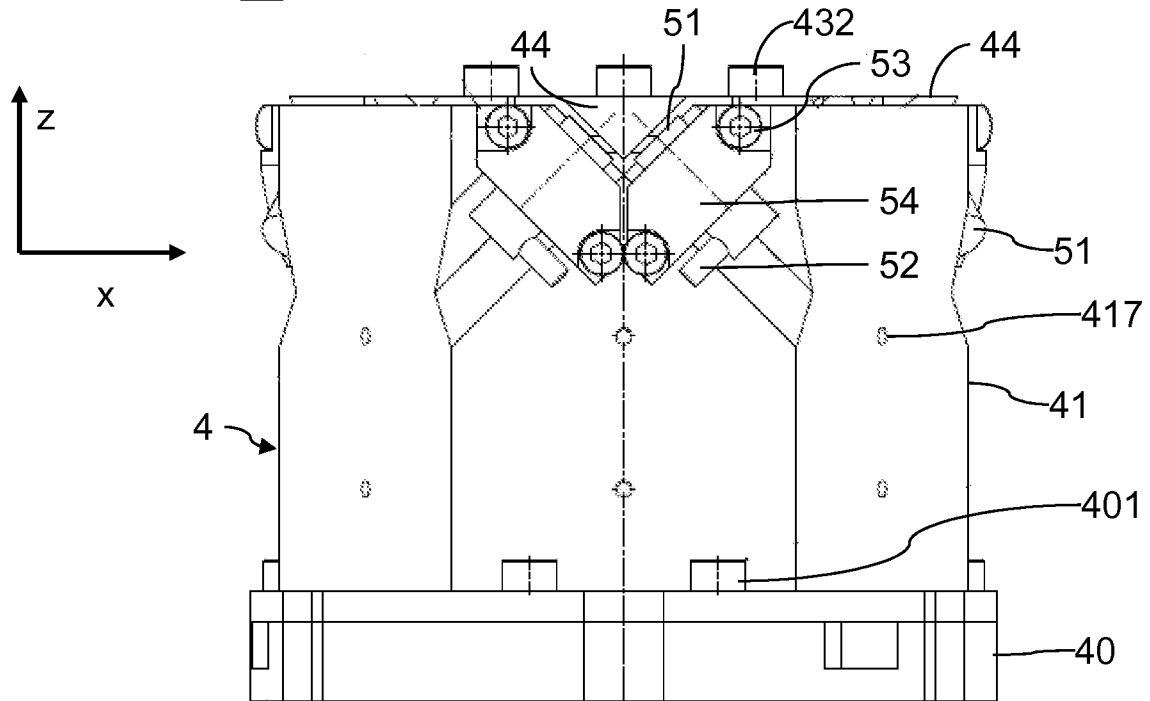
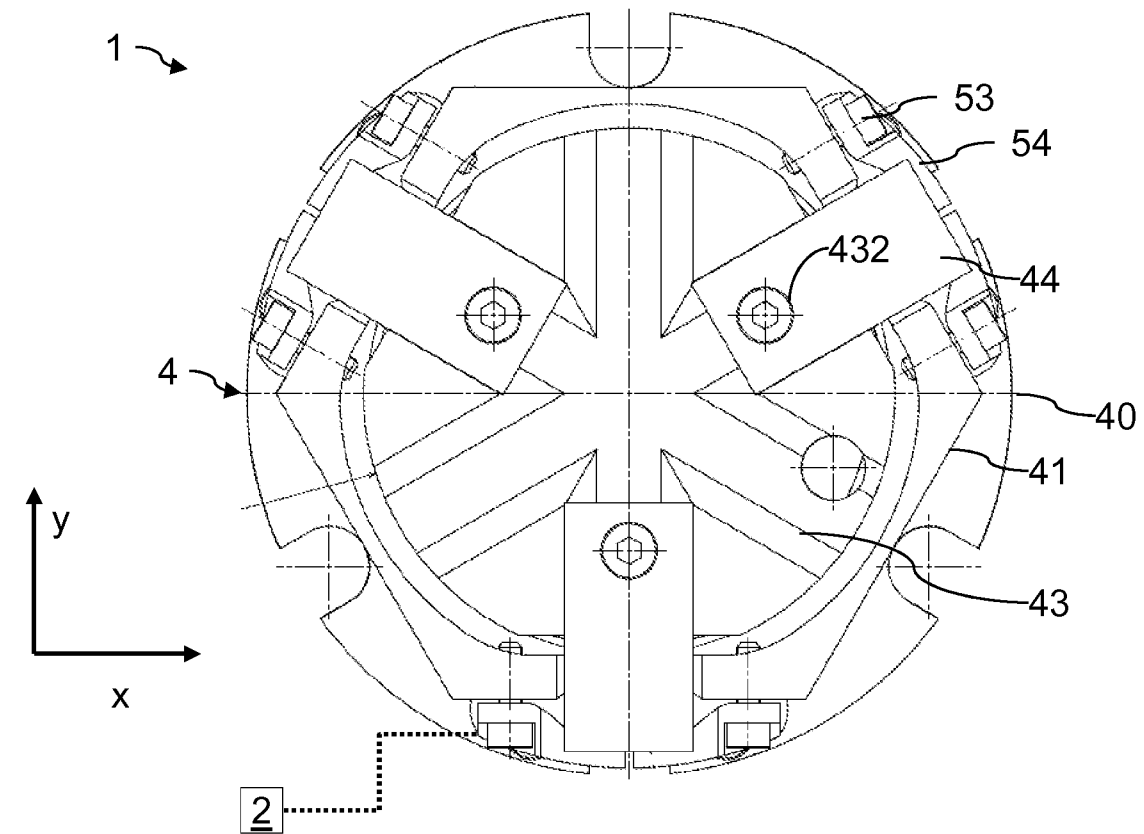


Fig. 2

Fig. 3

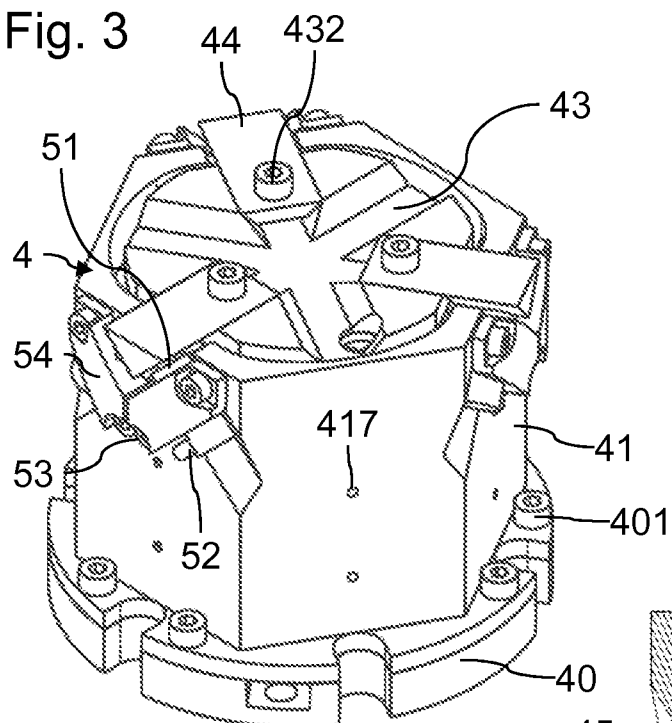


Fig. 4

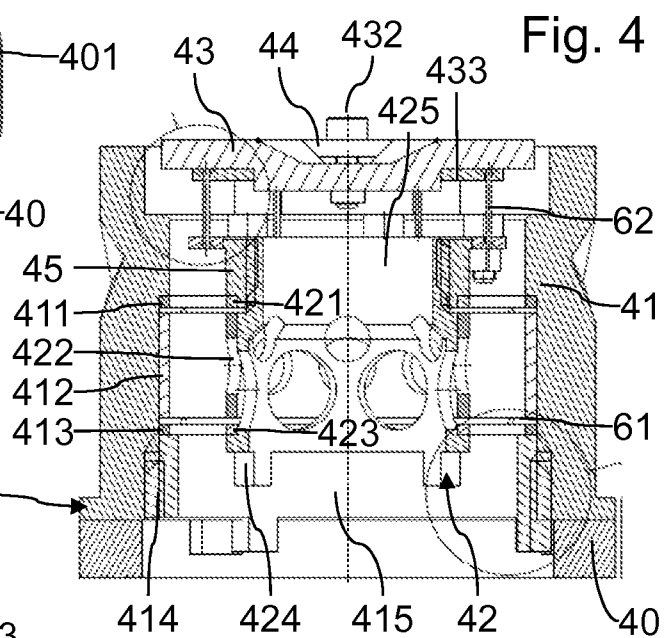


Fig. 5

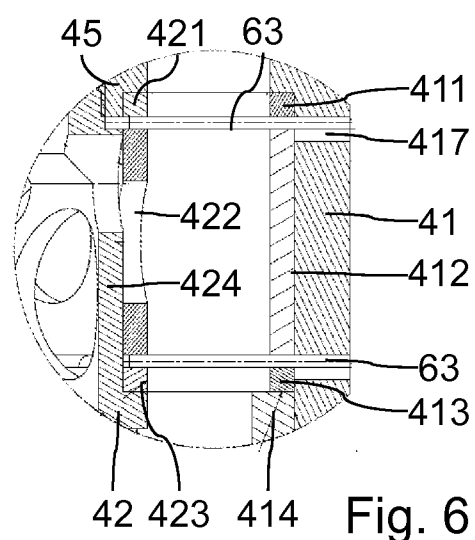
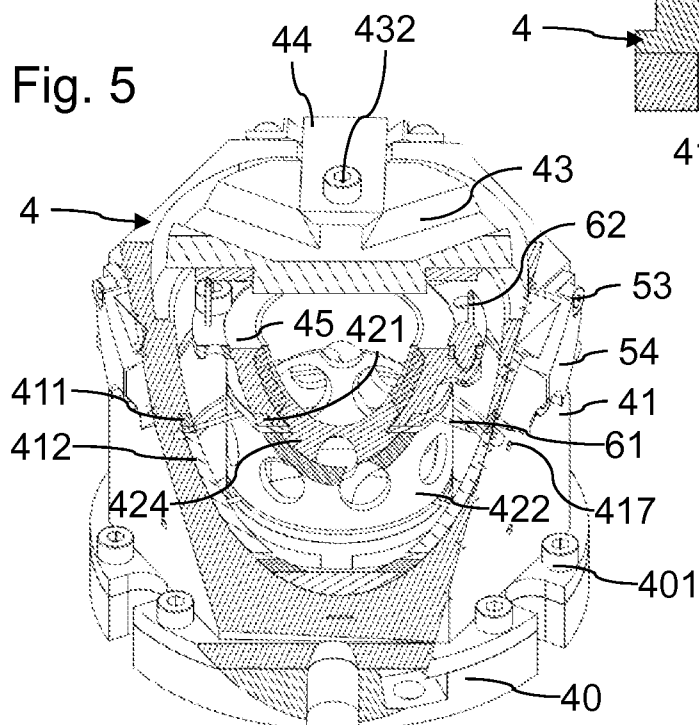
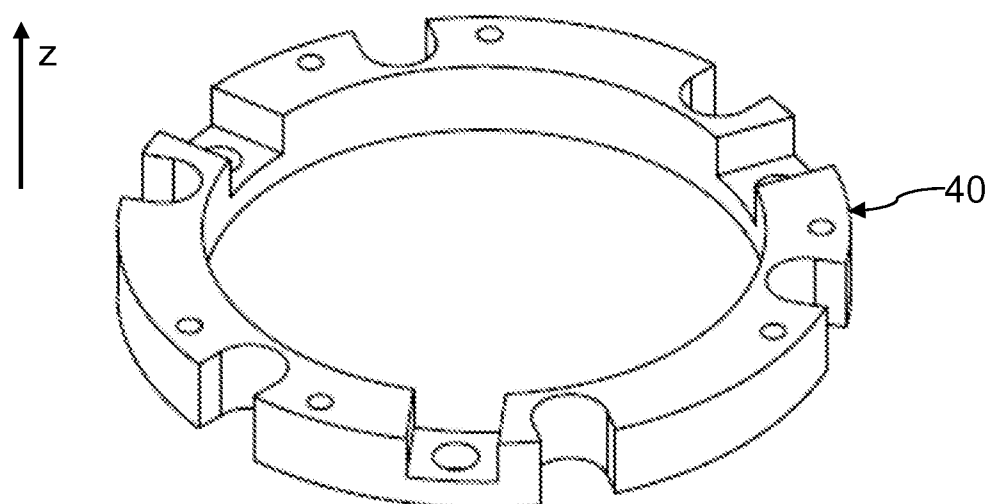


Fig. 6

3/9

Fig. 7



4/9

Fig. 8

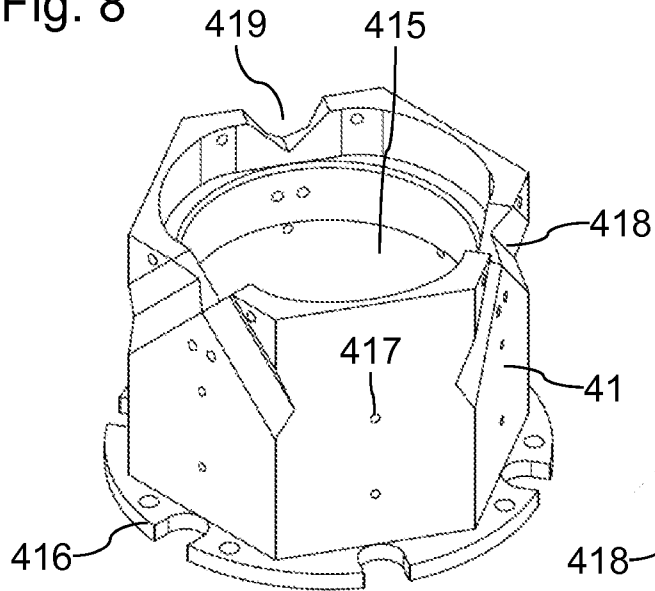


Fig. 10

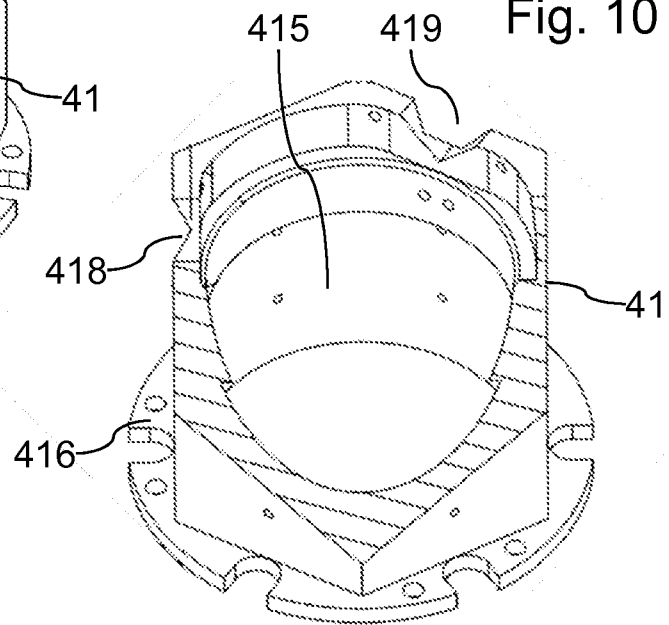


Fig. 9

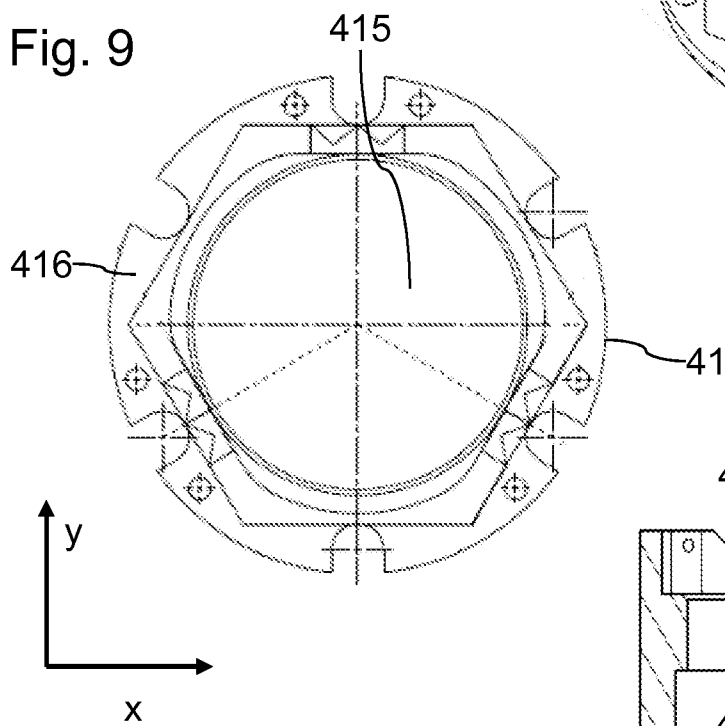
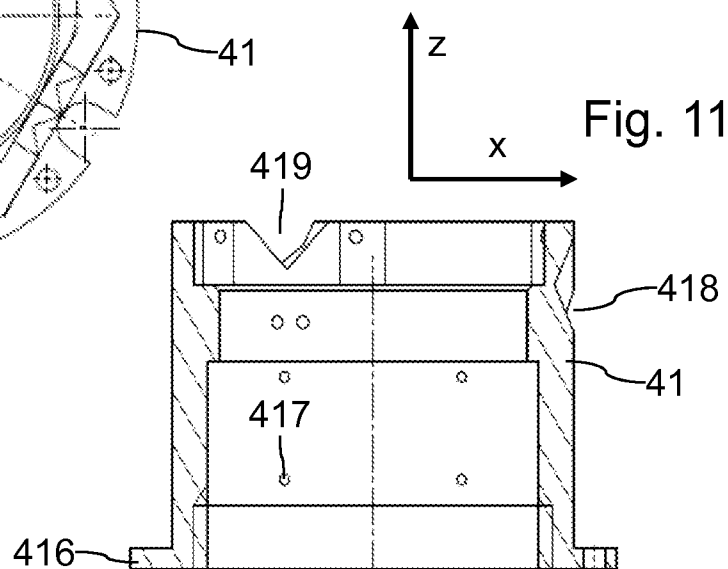


Fig. 11



5/9

Fig. 12

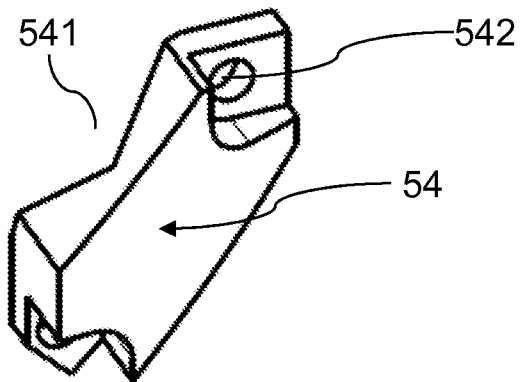


Fig. 13

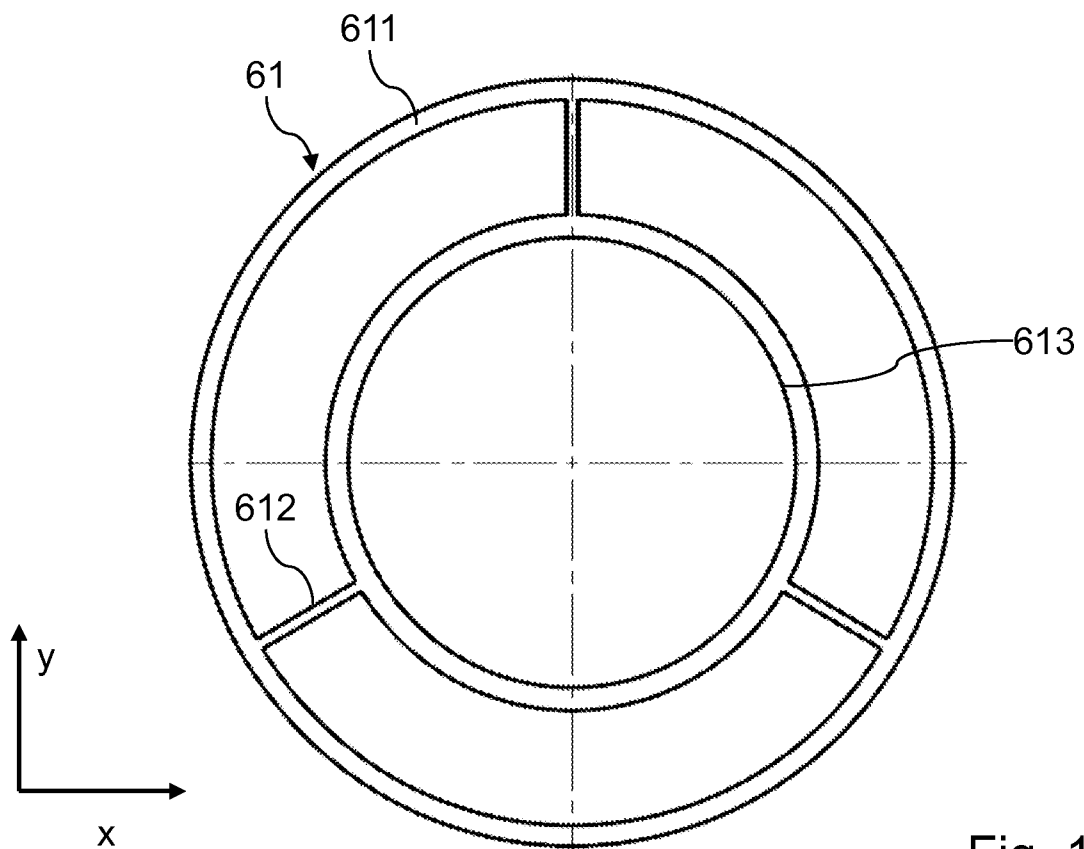
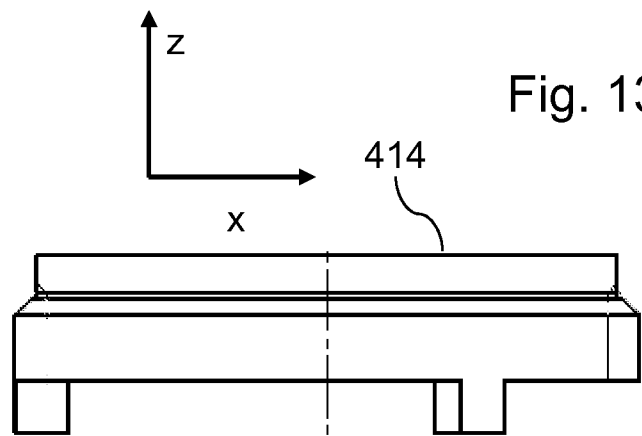


Fig. 14

6/9

Fig. 15

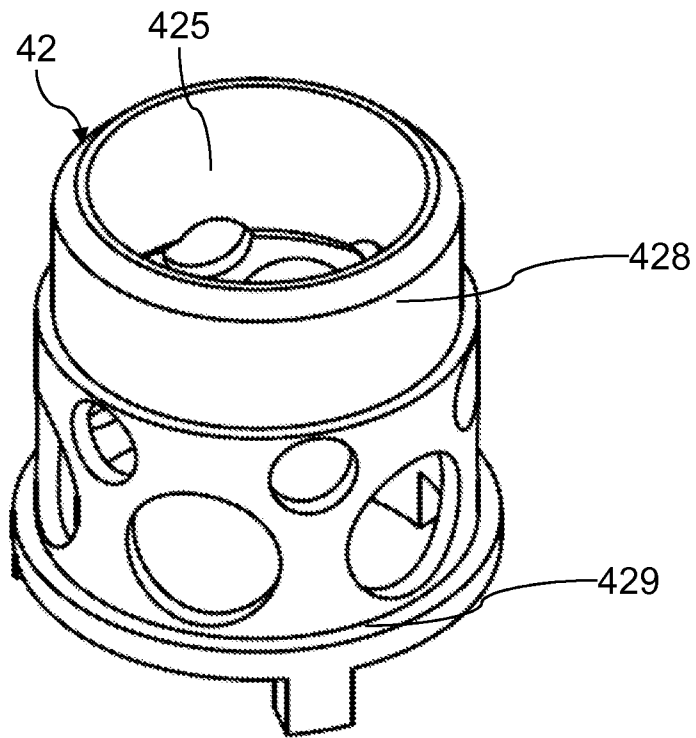
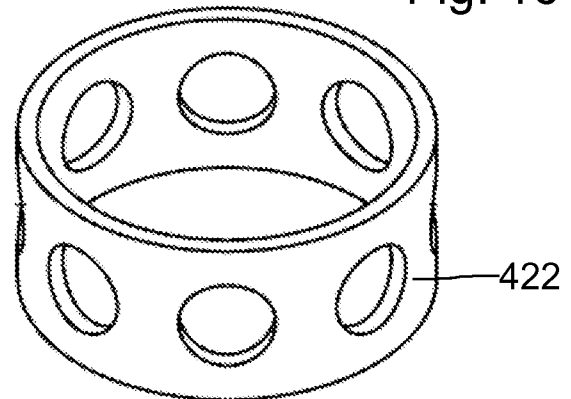


Fig. 16



7/9

Fig. 17

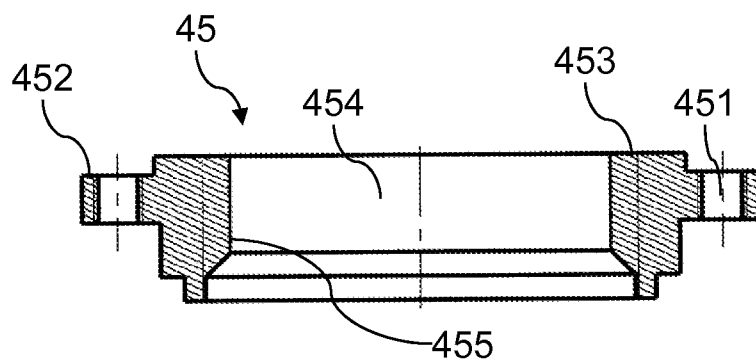
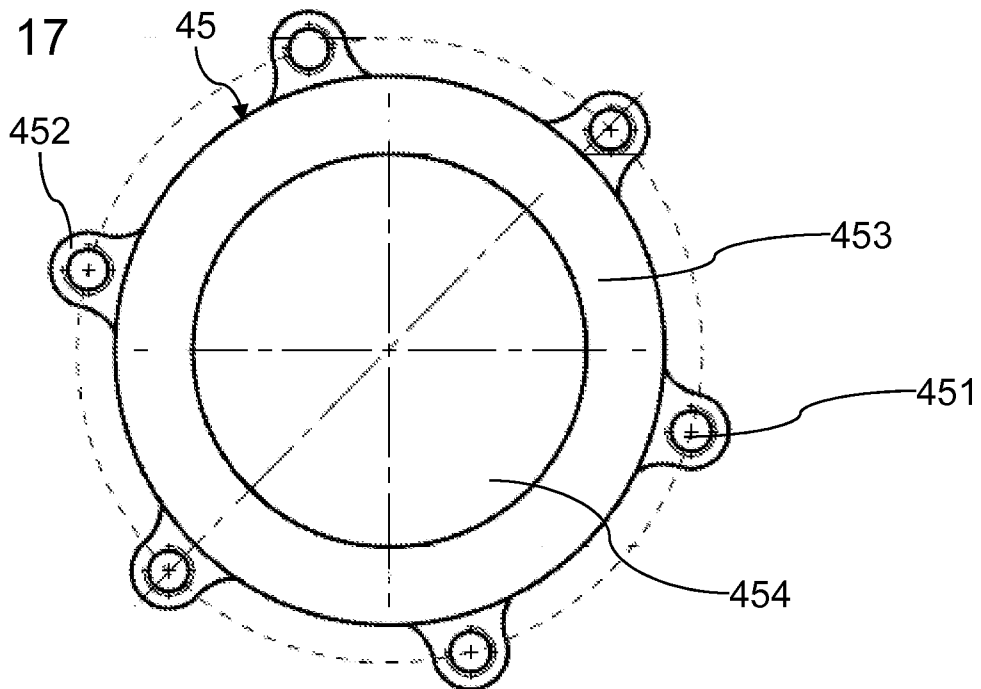


Fig. 18

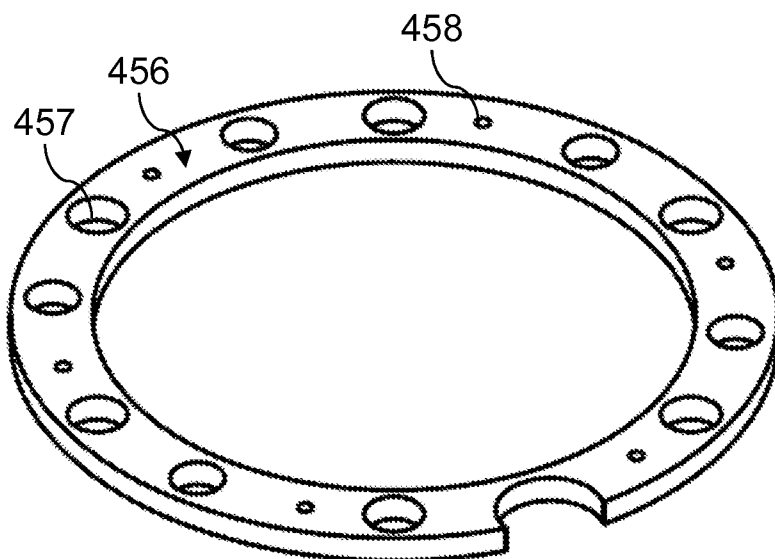


Fig. 19

8/9

Fig. 20

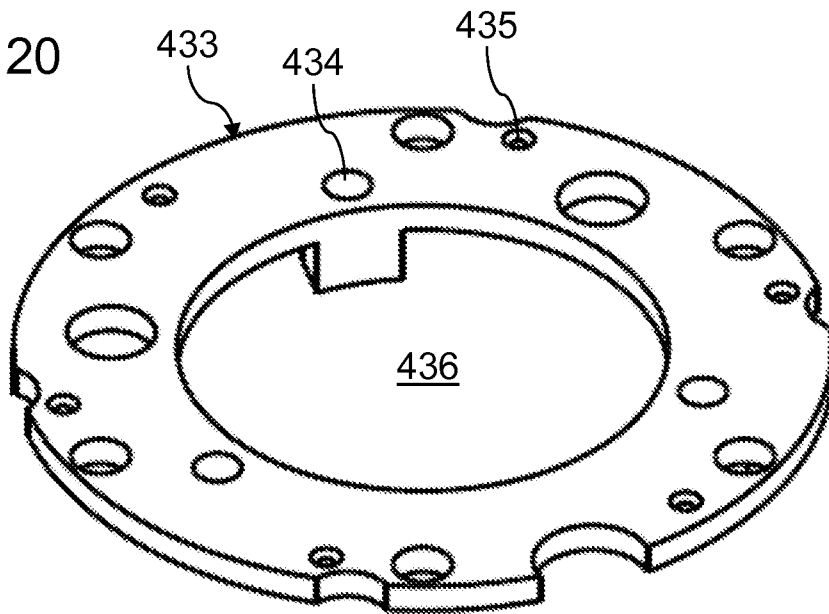
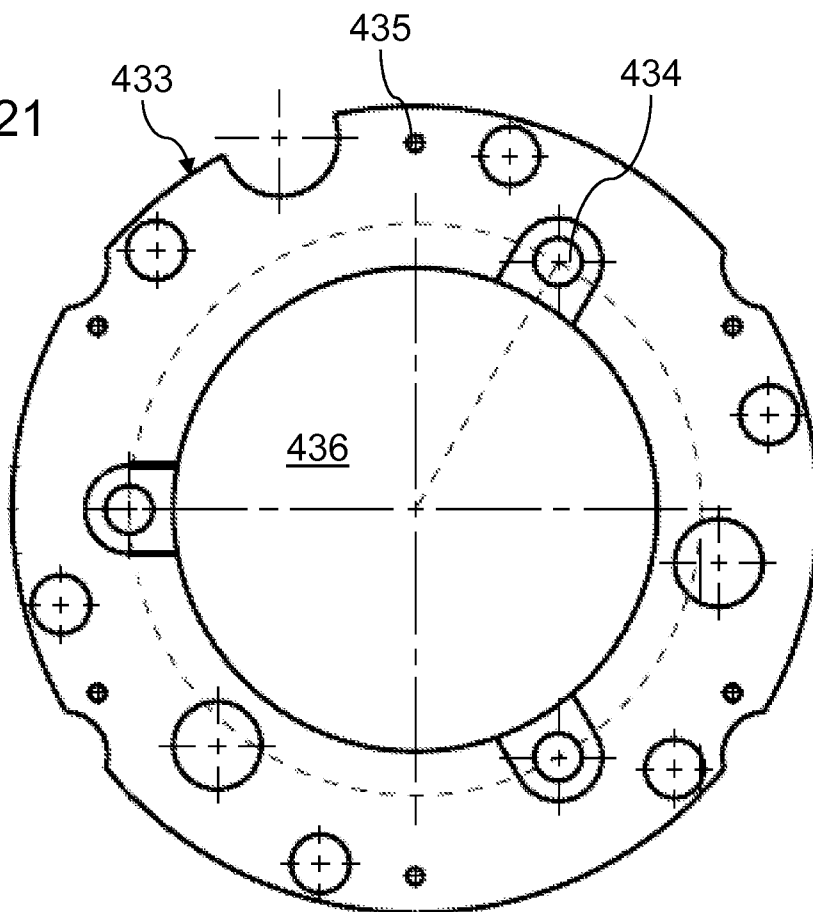
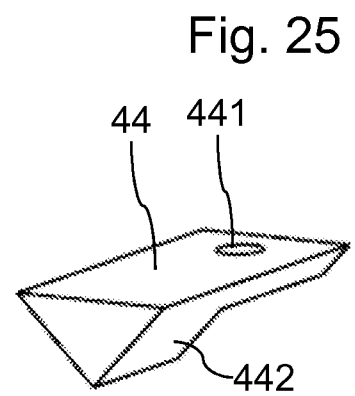
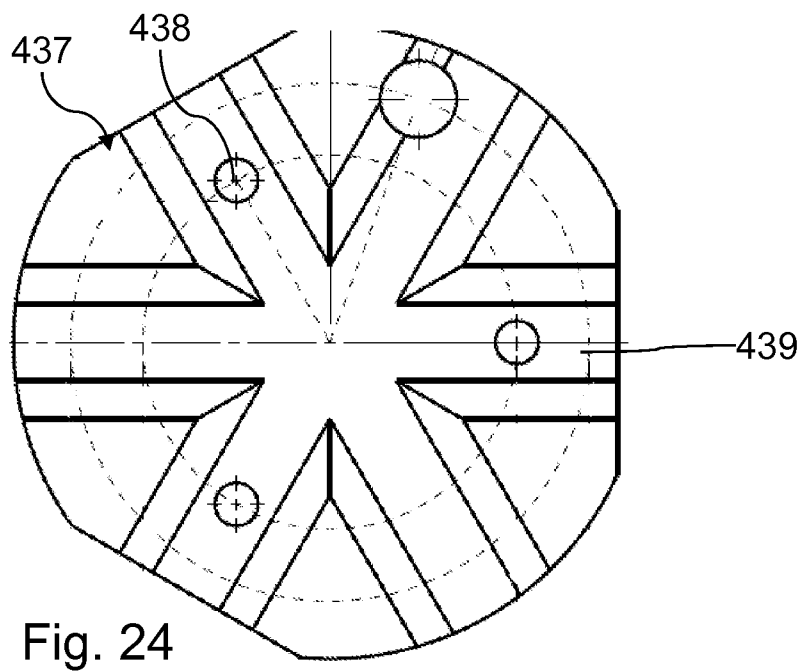
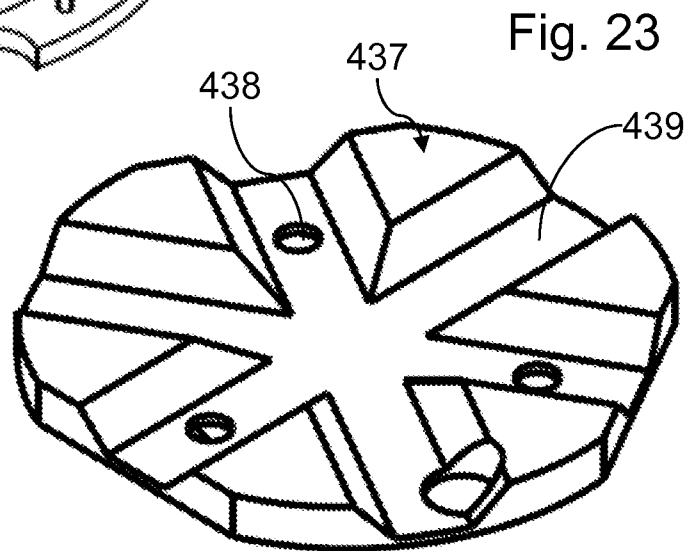
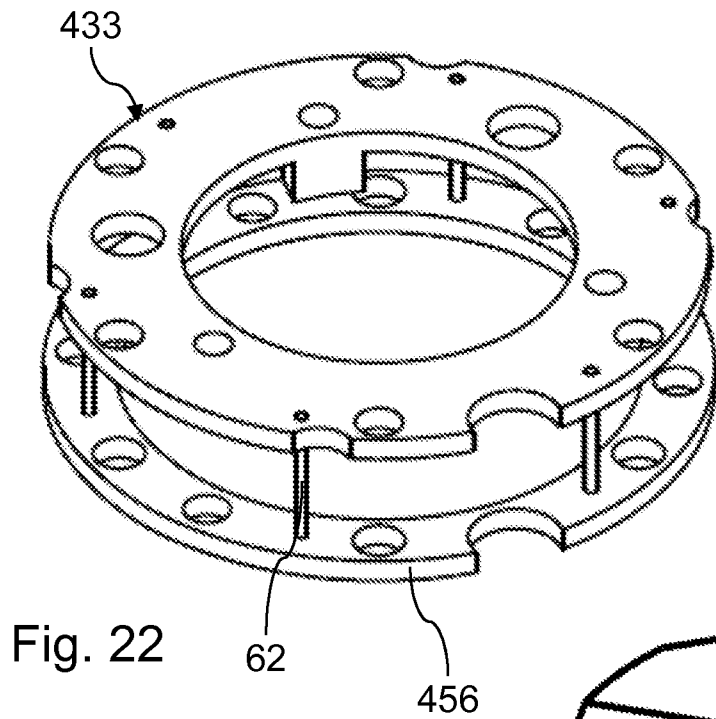


Fig. 21



9/9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2016/051316

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01L5/16 G01N19/02
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 G01N

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2012/153643 A1 (CANON KK [JP]; UENO MASAMICHI [JP]) 15 November 2012 (2012-11-15)	1-3,5-8, 11
A	paragraphs [0027] - [0041]; figures 2-4 -----	4,9,10
A	HIRZINGER G ET AL: "MULTI-SENSOR-SYSTEM FÜR ROBOTER", TECHNISCHES MESSEN TM, R.OLDENBOURG VERLAG. MUNCHEN, DE, vol. 53, no. 7/08, 1 January 1986 (1986-01-01), pages 286-292, XP0000003877, ISSN: 0171-8096 Section 2.1; figure 1 ----- -/-	1-11



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

30 August 2016

Date of mailing of the international search report

12/09/2016

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

Debesset, Sébastien

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2016/051316

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011/239783 A1 (KURTZ ANTHONY D [US] ET AL) 6 October 2011 (2011-10-06) paragraphs [0041] - [0046]; figures 2,3 -----	1-11
A	US 6 363 798 B1 (GITIS NORM [US] ET AL) 2 April 2002 (2002-04-02) abstract; figure 1 -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/051316

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2012153643	A1	15-11-2012	EP 2707684 A1 19-03-2014
			JP 5836633 B2 24-12-2015
			JP 2012237570 A 06-12-2012
			KR 20140018378 A 12-02-2014
			KR 20150123341 A 03-11-2015
			US 2014041461 A1 13-02-2014
			WO 2012153643 A1 15-11-2012

US 2011239783	A1	06-10-2011	NONE

US 6363798	B1	02-04-2002	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051316

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G01L5/16 G01N19/02
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)
G01L G01N

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2012/153643 A1 (CANON KK [JP]; UENO MASAMICHI [JP]) 15 novembre 2012 (2012-11-15)	1-3,5-8, 11
A	alinéas [0027] - [0041]; figures 2-4 -----	4,9,10
A	HIRZINGER G ET AL: "MULTI-SENSOR-SYSTEM FÜR ROBOTER", TECHNISCHES MESSEN TM, R.OLDENBOURG VERLAG. MUNCHEN, DE, vol. 53, no. 7/08, 1 janvier 1986 (1986-01-01), pages 286-292, XP0000003877, ISSN: 0171-8096 Section 2.1; figure 1 ----- -/-	1-11



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



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

30 août 2016

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

12/09/2016

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

Debesset, Sébastien

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051316

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	US 2011/239783 A1 (KURTZ ANTHONY D [US] ET AL) 6 octobre 2011 (2011-10-06) alinéas [0041] - [0046]; figures 2,3 -----	1-11
A	US 6 363 798 B1 (GITIS NORM [US] ET AL) 2 avril 2002 (2002-04-02) abrégé; figure 1 -----	1-11

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/051316

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2012153643 A1	15-11-2012	EP 2707684 A1	19-03-2014
		JP 5836633 B2	24-12-2015
		JP 2012237570 A	06-12-2012
		KR 20140018378 A	12-02-2014
		KR 20150123341 A	03-11-2015
		US 2014041461 A1	13-02-2014
		WO 2012153643 A1	15-11-2012

US 2011239783 A1	06-10-2011	AUCUN	

US 6363798 B1	02-04-2002	AUCUN	
