

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

(11) Nº de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 027 445

(21) Nº d'enregistrement national :

15 59897

(51) Int Cl⁸ : G 12 B 9/08 (2016.01), G 02 B 23/16

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 16.10.15.

(30) Priorité : 17.10.14 JP 2014212884.

(71) Demandeur(s) : CANON KABUSHIKI KAISHA — JP.

(72) Inventeur(s) : OOTA TETSUJI.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 22.04.16 Bulletin 16/16.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

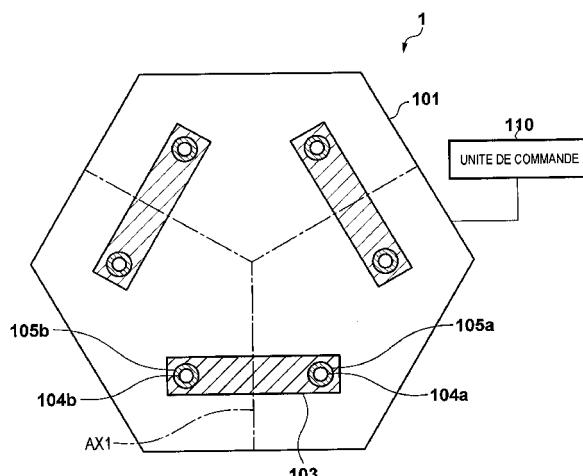
(73) Titulaire(s) : CANON KABUSHIKI KAISHA.

Demande(s) d'extension :

(74) Mandataire(s) : SANTARELLI.

(54) APPAREIL ET PROCEDEá DE SUPPORT, APPAREIL DE MESURE, ET PROCEDE DE FABRICATION D'ARTICLE.

(57) L'appareil (1) comporte des mécanismes de support. Chaque mécanisme comporte un premier organe qui comporte des parties de support (104a, 104b) pour supporter un objet et un deuxième organe qui supporte le premier organe, le premier organe étant basculant autour d'un axe par rapport à au moins un degré de liberté. Les mécanismes supportent l'objet au moyen de chacun des premiers organes amenés à basculer autour de l'axe qui lui correspond en supportant l'objet de façon qu'une pluralité de forces appliquées à la pluralité de parties de support des premiers organes soient équilibrées. Chacun des premiers organes comporte, par rapport à chacune des parties de support, un actionneur configuré pour recevoir au moins une partie de la charge agissant sur l'une des parties de support correspondant à celui-ci au lieu de ladite partie de support.



CONTEXTE DE L'INVENTION

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne un appareil de support et un procédé destiné à supporter un objet, un appareil de mesure, et un procédé de fabrication d'un article.

Description de l'art connexe

[0002] Pour l'observation astronomique/cosmique et dans l'industrie des semi-conducteurs et analogues, on assiste à une demande croissante d'augmentation de la taille d'un élément optique devant être utilisé à des valeurs d'un à plusieurs mètres. Un élément optique dont la taille a augmenté est généralement aminci afin d'obtenir une réduction de poids. Cet amincissement va provoquer une déformation ou une biréfringence due à une force externe telle que le poids propre lorsque l'élément optique est supporté par un appareil, ayant pour résultats de fortes variations des caractéristiques optiques (par exemple le front d'onde de transmission) de l'élément. C'est pourquoi de nombreux appareils de support qui supportent des éléments optiques utilisent une technique consistant à réduire le degré de déformation en augmentant le nombre de points de support.

[0003] La forme d'un élément optique est mesurée par un appareil de mesure et est obtenue par un appareil de traitement. Le traitement de correction de la forme sur la base des résultats de mesure est appelé traitement de correction. Dans le traitement de correction, une région associée à la différence entre la forme de conception et le résultat de mesure est traitée sélectivement.

[0004] Dans le cas mentionné ci-dessus, un élément optique est monté sur différents appareils au moment de la mesure et au moment du traitement. Étant donné que différentes caractéristiques sont exigées au moment de la mesure et au

moment du traitement, ces états de support sont mis en œuvre par différents appareils de support. Plus précisément, au moment de la mesure, il est préférable d'utiliser un appareil de support qui présente une rigidité appropriée pour ne pas être sujet à l'influence des vibrations et permet de réduire la déformation provoquée par des forces externes telles que le poids propre de l'élément optique et les forces de frottement au niveau des points de support. D'autre part, au moment du traitement, il est préférable d'utiliser un appareil de support présentant une rigidité suffisante pour la charge appliquée par un appareil de traitement.

[0005] En outre, un élément optique doit pouvoir reproduire des caractéristiques optiques mesurées au moment de l'utilisation dans un produit ou analogue. C'est pourquoi il est nécessaire de reproduire suffisamment les états de support au moment de la mesure et au moment de l'utilisation.

[0006] À titre d'exemple, la littérature 1 n'ayant pas trait aux brevets mentionne un appareil de support qui supporte un élément optique de grande taille ayant une taille d'environ 1,5 m dans un télescope astronomique de très grande taille. Dans ce cas, l'appareil de support supporte l'élément optique en 27 points sur la surface arrière afin de réduire la déformation de poids propre. À ce stade, les points de support sont agencés sur un plateau de maintien par l'intermédiaire d'éléments de flexion déformables. En outre, le plateau de maintien présente un haut degré de liberté de basculement par rapport à un organe de référence, reproduisant ainsi avec précision la déformation du support.

[0007] Cependant, avec l'appareil de support mentionné dans la littérature 1 n'ayant pas trait aux brevets, on parvient difficilement à fixer/séparer un élément optique à/de l'appareil en raison du fait que les points de support sont collés à la surface arrière de l'élément

optique. Lorsque l'élément optique est traité et mesuré alors qu'il est fixé à l'appareil de support, l'élément optique est supporté par l'intermédiaire d'éléments de flexion ayant une faible rigidité. Cela rend difficile le
5 traitement de l'élément optique en appliquant une charge, ou augmente l'erreur de mesure provoquée par les vibrations.

[0008] L'appareil de support mentionné dans la littérature
2 ayant trait aux brevets est pourvu d'un moyen destiné à
10 initialiser un organe de support basculant qui supporte un
objet (de façon à légèrement basculer l'organe par rapport
à l'élément optique à l'état monté). Cela est avantageux
du point de vue de la reproductibilité d'une (légère)
déformation provoquée par les forces de frottement aux
15 points de support.

[0009] [LISTE DE CITATIONS]

[LITTÉRATURE 1 N'AYANT PAS TRAIT AUX BREVETS] Williams E.
E. et al., "Advancement of the Segment Support System for
the Thirty Meter Telescope Primary Mirror", Proceeding of
20 SPIE, 7018, 2008)

[LITTÉRATURE 1 AYANT TRAIT AUX BREVETS] Brevet japonais
mis à l'inspection publique No. 2014-181986

[0010] Cependant, l'appareil de support mentionné dans la
littérature 2 ayant trait aux brevets peut provoquer une
25 déformation d'un objet en raison des forces de frottement
générées entre les points de support et l'objet par le
déplacement des points de support.

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

[0011] À titre d'exemple, la présente invention concerne
30 un appareil de support avantageux du point de vue de la
reproductibilité d'un état de support d'un objet et de la
faiblesse de la déformation de l'objet provoquée par une
force de frottement appliquée à celui-ci.

[0012] Selon un aspect de la présente invention, un
35 appareil de support comprend une pluralité de mécanismes
de support comportant chacun un premier organe qui

comporte une pluralité de parties de support destinées à supporter un objet, et un deuxième organe qui supporte le premier organe, le premier organe étant basculant autour d'un axe par rapport à au moins un degré de liberté, dans 5 lequel la pluralité de mécanismes de support est configurée pour supporter l'objet au moyen de chacun des premiers organes amenés à basculer autour de l'axe correspondant à celui-ci en supportant l'objet de façon qu'une pluralité de forces appliquées à la pluralité de 10 parties de support des premiers organes soient équilibrées, et chacun des premiers organes comporte, par rapport à chacune de la pluralité de parties de support, un actionneur configuré pour recevoir au moins une partie 15 de la charge agissant sur l'une de la pluralité de parties de support correspondant à celui-ci au lieu de ladite partie de support.

[0013] D'autres caractéristiques de la présente invention ressortiront à la lecture de la description présentée ci-après d'exemples de modes de réalisation (en référence aux 20 dessins annexés).

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0014] Les figures 1A et 1B sont des vues représentant l'agencement d'un appareil de support selon le premier mode de réalisation ;

25 [0015] les figures 2A à 2D sont des vues destinées à expliquer un processus de montage d'un objet de support sur l'appareil de support selon le premier mode de réalisation ;

[0016] les figures 3A à 3C sont des vues représentant 30 l'agencement d'une partie de basculement selon le premier mode de réalisation ;

[0017] les figures 4A à 4E sont des vues représentant un exemple d'agencement d'un actionneur selon le premier mode de réalisation ;

[0018] la figure 5 est un organigramme représentant un processus de montage de l'objet de support selon le premier mode de réalisation ;

5 [0019] les figures 6A et 6B sont des vues représentant l'agencement d'un appareil de support selon le deuxième mode de réalisation ;

[0020] les figures 7A à 7G sont des vues représentant l'agencement d'une partie de basculement selon le deuxième mode de réalisation ;

10 [0021] les figures 8A et 8B sont des vues représentant l'agencement d'un appareil de support selon le troisième mode de réalisation ;

[0022] les figures 9A et 9B sont des vues représentant l'agencement d'un appareil de support selon le quatrième mode de réalisation ;

15 [0023] les figures 10A et 10B sont des vues représentant une variante de l'agencement de l'appareil de support selon le quatrième mode de réalisation ;

20 [0024] les figures 11A à 11C sont des vues représentant l'agencement d'un appareil de support selon le cinquième mode de réalisation ; et

[0025] la figure 12 est une vue représentant l'agencement d'un appareil de mesure selon le sixième mode de réalisation.

25 DESCRIPTION DES MODES DE RÉALISATION

[0026] Divers exemples de modes de réalisation, caractéristiques, et aspects de l'invention vont être décrits ci-après en détail en référence aux dessins.

30 [0027] Des modes de réalisation de la présente invention vont être décrits ci-après en détail en référence aux dessins annexés. Les modes de réalisation présentés ci-après sont ne doivent pas être considérés comme limitant la présente invention et ne sont que des exemples concrets avantageux de mise en pratique de l'invention. Par 35 ailleurs, toutes les combinaisons de caractéristiques qui seront décrites dans les modes de réalisation présentés

ci-après ne sont pas essentielles à la résolution des problèmes de la présente invention.

[0028] <Premier mode de réalisation>

Un appareil de support et un procédé de mesure utilisant l'appareil de support selon ce mode de réalisation vont être décrits ci-après.

[0029] Les figures 1A et 1B sont des vues représentant l'agencement de l'appareil de support selon le premier mode de réalisation. La figure 1A est une vue en plan d'un appareil de support 1. La figure 1B est une vue de côté de l'appareil de support 1. Le symbole de référence DG désigne une direction gravitationnelle. Les figures 2A à 2D sont des vues de côté de l'appareil de support 1 lors d'un processus de montage d'un objet de support W sur l'appareil de support 1. L'appareil de support 1 est monté dans un appareil (par exemple un appareil de mesure qui sera décrit plus loin) dans lequel l'appareil de support 1 doit être monté, par l'intermédiaire d'un plateau de montage 101. L'appareil de support 1 présente une pluralité de mécanismes de support sur le plateau de montage 101. Chacun de la pluralité de mécanismes de support comporte un plateau de maintien 103 en tant que premier organe présentant une pluralité de parties de support 104a et 104b destinées à supporter un objet. En outre, chacun de la pluralité de mécanismes de support comporte une partie de basculement 102 en tant que deuxième organe qui supporte le plateau de maintien 103 en tant que premier organe de façon à le rendre basculant autour d'un axe ayant au moins un degré de liberté. Les deux parties de support 104a et 104b et la partie de basculement 102 sont couplées au plateau de maintien 103. Chaque partie de basculement 102 couple le plateau de maintien 103 au plateau de montage 101 de façon à faire en sorte que le plateau de maintien soit basculant avec un degré de liberté. Plus précisément, chaque plateau de

maintien 103 peut basculer autour d'un axe central de basculement AX1 de la partie de basculement 102.

[0030] On notera, en référence aux figures 1A et 2D, qu'il apparaît clairement que lorsqu'un objet W est monté sur l'appareil de support 1, les trois degrés de liberté d'un corps rigide de l'objet W sont restreints de façon appropriée. En effet, la posture du plateau de maintien 103 peut être amenée à basculer librement de façon à équilibrer les forces de réaction aux points de support respectifs par l'intermédiaire des trois parties de basculement 102.

[0031] Les figures 3A à 3C sont des vues représentant un exemple d'agencement de la partie de basculement 102. L'opération de basculement de la partie de basculement 102 peut être mise en œuvre par le mouvement de roulement d'un arbre 1021 ou d'un palier 1022, comme illustré sur la figure 3A sous la forme d'une vue de côté et sur la figure 3B sous la forme d'une vue en coupe depuis la surface supérieure. Dans ce cas, le palier 1022 est couplé au plateau de montage 101 par l'intermédiaire d'un carter de palier 1023. D'autre part, l'arbre 1021 est couplé au plateau de maintien 103 par l'intermédiaire d'un bras basculant 1024. Cela permet de mettre en œuvre le basculement de chaque plateau de maintien 103 par rapport au plateau de montage 101 dans un état de frottement dans lequel le degré de frottement de roulement du palier est très faible.

[0032] En variante, comme illustré sur la figure 3C, l'opération de basculement de la partie de basculement 102 peut être mise en œuvre en couplant le plateau de montage 101 à chaque plateau de maintien 103 par l'intermédiaire d'une charnière uniaxiale 1025 capable de basculer avec ledit degré de liberté décrit ci-dessus.

[0033] Lorsqu'on les observe dans la direction gravitationnelle DG, les parties de support 104a et 104b sont respectivement agencées dans deux régions délimitées

par l'axe central de basculement AX1 de chaque partie de basculement 102. Les parties de support 104a et 104b présentent respectivement des régions de contact qui viennent au contact de l'objet W. Les régions de contact 5 sont par exemple formées d'une résine de façon à empêcher (réduire) l'endommagement de l'objet W.

[0034] Cela permet à l'appareil de support 1 de supporter l'objet W au moyen des deux parties de support 104a et 104b tout en faisant basculer chaque plateau de maintien 10 103 autour de l'axe de la partie de basculement 102 de façon à équilibrer les forces agissant sur les deux parties de support 104a et 104b. Ce mode de réalisation comporte six parties de support pour l'objet W. Ce nombre de parties de support est principalement choisi pour 15 empêcher (réduire) la dégradation des caractéristiques optiques provoquée par la déformation de poids propre de l'objet W. Afin de réduire la déformation de poids propre, un support en un plus grand nombre de points peut être exigé. Il est donc facilement compréhensible que le nombre 20 total de parties de support soit augmenté/réduit en fonction de propriétés physiques telles que la taille et le poids de l'objet W, et d'envisager un mode de réalisation approprié pour cette augmentation/diminution. Le deuxième mode de réalisation et les suivants décriront 25 à titre d'exemple des appareils de support destinés à cet effet.

[0035] Ce mode de réalisation est pourvu d'une pluralité d'actionneurs 105a et 105b en correspondance avec la pluralité de parties de support 104a et 104b. Les 30 actionneurs 105a et 105b sont configurés pour recevoir au moins une partie des charges exercées par l'objet W sur les parties de support correspondantes 104a et 104b au lieu des parties de support. Les actionneurs 105a et 105b sont respectivement disposés à proximité des parties de 35 support 104a et 104b. À titre d'exemple, les actionneurs 105a et 105b sont configurés pour recevoir au moins

partiellement des charges par l'intermédiaire de parties concentriques de l'objet W avec lesquelles les parties de support correspondantes sont en contact. À titre d'exemple, en référence aux figures 1A et 1B, les 5 actionneurs 105a et 105b sont disposés dans des régions qui entourent les parties de support 104a et 104b et leur sont concentriques, et entraînent un objet dans la direction d'extension des parties de support, c'est-à-dire la direction gravitationnelle. Chaque actionneur 105 peut 10 avoir une surface sphérique en tant que région de contact par rapport à l'objet W. En outre, la région de contact de l'actionneur 105 peut être constituée d'une résine de façon à empêcher (réduire) l'endommagement de l'objet W. Une unité de commande 110 commande 15 l'entraînement de l'actionneur 105.

[0036] Chaque actionneur 105 applique une charge sur un objet dans une direction d'entraînement prédéterminée (direction opposée à la direction gravitationnelle). En outre, la rigidité de chaque actionneur dans des 20 directions autres que la direction mentionnée ci-dessus est faible. Plus précisément, l'actionneur soulève un objet depuis la partie de support en appliquant une charge à l'objet dans la direction opposée à la direction gravitationnelle, mais ne restreint pas l'objet dans des 25 directions autres que la direction opposée. Cela permet de relâcher des charges agissant entre l'objet et la partie de support dans des directions autres que la direction d'entraînement.

[0037] Les figures 4A à 4E sont des vues représentant un 30 exemple d'agencement et de fonctionnement de chaque actionneur. Comme illustré sur la figure 4A, chaque actionneur est constitué d'un moteur 1051 et d'une partie de contact 1052, et peut être configuré afin d'obtenir un état de contact/non-contact par rapport à un objet en 35 faisant en sorte qu'un appareil de commande (non représenté) déplace verticalement le moteur. En outre,

comme illustré sur la figure 4B, chaque actionneur est constitué d'un vérin pneumatique 1053 et de la partie de contact 1052, et peut être configuré pour faire en sorte qu'un appareil de commande pneumatique (non représenté) 5 déplace verticalement le vérin pneumatique. En variante, l'actionneur comporte un palier à gaz, et peut être constituée d'un coussin d'air 1054 qui n'est pas en contact avec un objet, comme illustré sur la figure 4C. Dans ce cas, un appareil de commande pneumatique (non 10 représenté) provoque la lévitation d'un objet afin d'augmenter l'intervalle entre l'objet et le coussin d'air.

[0038] En outre, chaque actionneur 105 peut être configuré de façon à favoriser le relâchement de charges dans des 15 directions autres que la direction d'entraînement mentionnée ci-dessus. À titre d'exemple, comme illustré sur la figure 4D, des roulements à billes 1055 peuvent être disposés au niveau de la partie de contact. Dans ce cas, les contraintes agissant sur un objet dans des 20 directions autres que la direction d'entraînement sont relâchées par l'intermédiaire des mouvements de roulement des roulements à billes. En variante, comme illustré sur la figure 4E, la partie de contact 1052 peut être supportée par l'intermédiaire d'un mécanisme de ressort à 25 lames 1056. Le mécanisme de ressort à lames 1056 peut se déformer afin de relâcher les contraintes dans des directions autres que la direction d'entraînement.

[0039] Les agencements mentionnés ci-dessus peuvent être mis en œuvre indépendamment ou peuvent être mis en œuvre 30 de façon combinée. On notera que lorsque chaque actionneur est constitué du coussin d'air 1054, comme illustré sur la figure 4C, étant donné qu'un objet peut être mis en lévitation, les contraintes s'exerçant dans des directions autres que la direction d'entraînement peuvent être 35 relâchées sans prévoir aucun agencement spécifique. En outre, lorsqu'on utilise par exemple un agencement tel que

celui illustré sur la figure 4C ou 4D, un actionneur et une partie de support correspondante peuvent partager la structure de l'agencement.

[0040] Une unité de commande 110 commande les actionneurs 5 105a et 105b de façon à faire en sorte qu'ils supportent temporairement l'objet W au lieu des parties de support 104a et 104b une fois que l'objet W a été amené à être supporté par les parties de support 104a et 104b. Une séquence de montage de l'objet W sur l'appareil de support 10 1 va être décrite ci-après en tant qu'exemple concret de l'opération mentionnée ci-dessus en référence aux figures 2A à 2D et 5. Les figures 2A à 2D sont des vues de côté représentant un processus de montage de l'objet de support W sur l'appareil de support 1. La figure 5 est un 15 organigramme représentant le processus de montage de l'objet de support W sur l'appareil de support 1.

[0041] Comme illustré sur la figure 2A et en S1 sur la figure 5, l'objet W est amené à proximité de l'appareil de support 1 dans la direction gravitationnelle DG. Dans ce 20 cas, le degré de basculement initial de chaque partie de basculement 102 peut être un degré quelconque, et il n'est pas nécessaire que son état de basculement soit un état particulier. Du fait du déplacement de l'objet W, comme illustré sur la figure 2B et en S2 sur la figure 5, 25 l'objet W est supporté sur les parties de support 104a et 104b. À ce stade, le poids propre de l'objet W est appliqué, sous la forme de charges de support Fa et Fb, aux parties de support 104a et 104b.

[0042] Il est possible de modifier arbitrairement le 30 rapport de charges de support de l'objet W au niveau des parties de support respectives en modifiant la distance nominale entre chaque partie de support 104 et l'axe central de basculement AX1. En référence à la figure 1A, étant donné que le rapport entre la distance (distance 35 horizontale) entre la partie de support 104a et l'axe central de basculement AX1 et la distance (distance

horizontale) entre la partie de support 104b et l'axe central de basculement AX1 est égal à 1:1, le rapport de charges de support est égal à 1:1, et plus précisément, $F_a = F_b$. Si ce rapport de distances est égal à 2:1, le 5 rapport de charges de support devient égal à 1:2 en raison de l'équilibre des moments qui empêche l'objet de tourner.

[0043] En outre, il est possible de régler arbitrairement les charges exercées par l'objet W au niveau des six parties de support 104, dont un exemple est fourni dans 10 l'appareil de support 1, en utilisant, en tant que paramètres, les distances entre les parties de support respectives et l'axe central de basculement AX1 et la position de la partie de basculement 102. Dans ce mode de réalisation, étant donné que les plateaux de maintien et 15 les points de support respectifs sont agencés concentriquement à des intervalles égaux, les poids de support au niveau des six points sont tous les mêmes. Cependant, cela n'est pas exhaustif, et divers types d'agencements peuvent être adoptés. Il est possible de 20 modifier arbitrairement l'agencement sur la base d'une stratégie de réglage en fonction de l'objet devant être monté.

[0044] D'autre part, des forces de réaction F_a et F_b égales à des charges s'exerçant au niveau des parties de 25 support 104 sont appliquées à l'objet W. En outre, des forces de frottement F_{fa} et F_{fb} sont générées dans les régions de contact entre l'objet et les parties de support. Ces forces de frottement sont générées par les décalages des régions de contact lorsque l'objet W est 30 monté, et se situent dans les plages définies par les inégalités (1) et (2) lorsqu'un coefficient de frottement statique est représenté par μ_0 .

$$0 < F_{fa} < \mu_0 \cdot F_a \quad \dots (1)$$

$$0 < F_{fb} < \mu_0 \cdot F_b \quad \dots (2)$$

35 [0045] La raison pour laquelle les inégalités (1) et (2) représentent le fait que les forces de frottement se

situent dans certaines plages, est que les degrés de décalage des régions de contact varient en fonction d'états initiaux. Plus précisément, lorsqu'un objet est monté sur chaque plateau de maintien 103 alors qu'il est généralement amené à basculer dans une direction particulière, un degré de rotation important doit pouvoir équilibrer le plateau de maintien 103 au moyen de la partie de basculement 102. Il en résulte qu'une force de frottement proche d'une force de frottement statique maximale est générée. D'autre part, lorsqu'un objet est monté sur chaque plateau de maintien dans un état de léger basculement, une plus faible force de frottement est générée. En outre, lorsqu'un phénomène dit de broutage s'est produit dans les régions de contact, les forces de frottement ne peuvent être prédites que dans les plages définies par les inégalités (1) et (2), et les directions des forces ne peuvent pas être prédites de façon unique. En outre, l'objet W et chaque plateau de maintien 103 sont déformés par les charges. Il s'agit de l'une des causes pour lesquelles des forces de frottement sont générées dans les régions de contact.

[0046] Si D_w et D_b représentent respectivement les formes de l'objet W et du plateau de maintien 103, celles-ci peuvent être exprimées par des fonctions telles que celles qui sont données par

$$D_w(F, F_f) \quad \dots (3)$$

$$D_b(F, F_f) \quad \dots (4)$$

[0047] Parmi les variables indiquées dans les expressions (3) et (4), les charges de support F sont choisies de façon unique à partir du positionnement des parties de support. En revanche, les forces de frottement F_f ne sont pas choisies de façon unique comme indiqué par les inégalités (1) et (2). Par conséquent, ces formes varient en fonction de l'objet monté, et présentent une reproductibilité correspondant aux variations.

[0048] Après cela, comme illustré sur la figure 2C et en S3 sur la figure 5, les actionneurs 105a et 105b soulèvent l'objet W. À ce stade, comme décrit ci-dessus, les actionneurs ne restreignent pas la position de l'objet dans des directions autres que la direction gravitationnelle, et permettent de ce fait de relâcher les forces de frottement générées sur l'objet. Cela permet d'exprimer les formes respectives conformément aux expressions (5) et (6).

$$\begin{aligned} 10 \quad D_w(F, 0) & \dots (5) \\ D_b(F, 0) & \dots (6) \end{aligned}$$

[0049] Plus précisément, étant donné que les forces de frottement s'exerçant dans les régions de contact ne sont plus exercées sur l'objet W et les plateaux de maintien 15 103, leurs formes sont choisies de façon unique en se fondant uniquement sur les charges de support F. On notera que cette condition peut être remplie lorsque la forme de l'objet varie très peu avant et après l'application des charges de support à proximité des parties de support par 20 les actionneurs.

[0050] À ce stade, les distances entre les actionneurs et les parties de support sont choisies à partir du degré admissible de déformation de l'objet W. En effet, lorsque les positions des parties de support et des actionneurs varient, les formes de l'objet et du plateau de maintien varient du fait des charges. Il est donc suffisant de garantir qu'une variation de forme soit suffisamment faible par rapport à la précision de forme exigée de l'objet W. À cet effet, les distances décrites ci-dessus peuvent être choisies en estimant la forme de l'objet W par analyse par FEM ou autre et en vérifiant si l'erreur de forme estimée est suffisamment faible (par exemple inférieure ou égale à un niveau admissible). En d'autres termes, la distance entre une partie d'un objet avec lequel chaque actionneur est en contact et une partie de l'objet avec lequel une partie de support correspondant à

l'actionneur est en contact, est réglée à une valeur qui fait en sorte que les degrés de déformation de l'objet et du plateau de maintien dus aux actionnements des actionneurs deviennent inférieurs ou égaux à des niveaux admissibles. En variante, les distances mentionnées ci-dessus peuvent être choisies en fonction de la rigidité en flexion (résistance à la flexion) obtenue à partir des valeurs d'épaisseur/de propriétés physiques de l'objet W.

[0051] En outre, comme illustré sur la figure 2D et en S4 sur la figure 5, les actionneurs 105a et 105b sont entraînés en direction inverse pour monter à nouveau l'objet W sur les parties de support 104. À ce stade, l'objet W est monté sur les parties de support 104 pratiquement sans aucun décalage dans des directions autres que la direction d'entraînement par rapport aux (relativement aux) parties de support 104. En effet, étant donné que les distances (relations de position) entre les actionneurs et les parties de support sont réglées de la manière décrite ci-dessus, les formes Dw et Db varient très peu. Par conséquent, il est possible de supporter un objet de façon avantageuse du point de vue de la reproductibilité de la forme de l'objet et de la faiblesse des déformations provoquées par les forces de frottement. Après cela, comme indiqué par exemple par l'étape S5, l'objet W (par exemple ses caractéristiques optiques ou autres) est mesuré.

[0052] Comme décrit ci-dessus, l'unité de commande 110 entraîne une pluralité d'actionneurs afin de réduire les contraintes résiduelles s'exerçant sur l'objet W et provoquées par les forces de frottement agissant entre l'objet W et la pluralité de parties de support. L'appareil de support décrit ci-dessus permet donc de réduire l'influence du frottement sur les parties de support. En outre, étant donné qu'un objet peut être supporté avec une rigidité appropriée lors d'une réduction de contrainte, il est possible de réduire les influences

des vibrations ou autres lors des traitements ultérieurs (mesure ou autre).

[0053] <Deuxième mode de réalisation>

Les figures 6A et 6B sont des vues représentant l'agencement d'un appareil de support selon le deuxième mode de réalisation. La figure 6A est une vue en plan d'un appareil de support 2. La figure 6B est une vue de côté de l'appareil de support 2. Le symbole de référence DG désigne une direction gravitationnelle. L'appareil de support 2 est monté dans un appareil dans lequel l'appareil de support 2 doit être monté, par l'intermédiaire d'un plateau de montage 201. Le plateau de montage 201 présente trois parties de basculement 202. Les trois parties de basculement 202 sont couplées à trois plateaux de maintien 203. Les parties de basculement 202 couplent les plateaux de maintien 203 au plateau de montage 201 de façon à faire en sorte que chaque plateau de maintien soit basculant avec deux degrés de liberté. Dans ce cas, deux degrés de liberté indiquent des degrés de liberté de rotation autour d'axes de basculement centraux AX21 et AX22 passant par un centre de basculement CR2 du plateau de maintien 203. Plus précisément, chaque plateau de maintien 203 peut basculer par rapport à un plan perpendiculaire à la direction gravitationnelle DG.

[0054] Les figures 7A à 7G sont des vues représentant un exemple d'agencement de chaque partie de basculement 202. Comme illustré sur la figure 7A sous la forme d'une vue de côté et sur la figure 7B sous la forme d'une vue de côté différente, l'opération de basculement de chaque partie de basculement 202 peut être mise en œuvre par les mouvements de roulement d'un arbre 2021 et d'un palier 2022. Dans ce cas, des paliers 2022a et 2022b (non représentés) sont couplés au plateau de montage 201 par l'intermédiaire de carters de paliers 2023a et 2023b (non représentés). D'autre part, des paliers 2022c et 2022d (non représentés) sont respectivement couplés au plateau de maintien 203 par

l'intermédiaire de carters de paliers 2023c et 2023d (non représentés). En outre, un arbre 2021a est couplé aux paliers 2022a et 2022b (non représentés), et un arbre 2021b est couplé aux paliers 2022c et 2022d (non représentés). Cela permet de mettre en œuvre le basculement de chaque plateau de maintien 203 dans un état de frottement dans lequel le frottement de roulement de chaque palier est très faible. Comme illustré sur la figure 7C, les arbres 2021a et 2021b peuvent être formés de façon solidaire, comme illustré sur la figure 7D ou peuvent être couplés l'un à l'autre par l'intermédiaire d'un organe central 2026 de façon que leurs axes de basculement coïncident l'un avec l'autre.

[0055] En variante, le basculement de chaque partie de basculement 202 peut être mis en œuvre en couplant le plateau de montage 201 au plateau de maintien 203 par l'intermédiaire d'une charnière biaxiale 2025 capable de basculer avec deux degrés de liberté, comme illustré sur la figure 7E sous la forme d'une vue de côté et sur la figure 7F sous la forme d'une vue de côté différente. En variante, comme illustré sur la figure 7G, le basculement de la partie de basculement 202 peut être mis en œuvre en couplant le plateau de montage 201 au plateau de maintien 203 par l'intermédiaire d'un joint de cardan 2027. Pour des raisons de simplicité, ce mode de réalisation décrit l'utilisation des axes de basculement centraux, c'est-à-dire qu'il fournit un exemple des centres de basculement et du plateau de maintien capable de basculer autour des centres de basculement avec deux degrés de liberté, indiquant ainsi que chaque partie de basculement 202 peut basculer par rapport à un plan perpendiculaire à la direction gravitationnelle DG. Plus précisément, la présente invention montre que le positionnement et l'agencement des axes de basculement d'un plateau de maintien réel ne sont pas limités à ceux illustrés dans les dessins annexés.

[0056] Chacun des trois plateaux de maintien 203 comporte trois parties de support 204a, 204b, et 204c. Ces parties de support sont respectivement agencées au moins une par une dans les régions délimitées par les axes de basculement centraux respectifs de chaque partie de basculement 202. Chaque partie de support 204 présente une région de contact qui vient au contact de l'objet W. À titre d'exemple, chaque région de contact est formée par une résine ou analogue pour empêcher (réduire) l'endommagement de l'objet W.

[0057] Les trois parties de support 204a, 204b, et 204c comportent respectivement des actionneurs 205a, 205b, et 205c. Les actionneurs 205a, 205b, et 205c sont respectivement disposés à proximité des trois parties de support 204a, 204b, et 204c. En référence aux figures 6A et 6B, les actionneurs 205a, 205b, et 205c sont disposés dans des régions qui sont respectivement situées à proximité des parties de support 204 et leur sont concentriques. Chaque actionneur 205 peut avoir une surface sphérique en tant que région de contact par rapport à l'objet W. En outre, la région de contact de chaque actionneur 205 peut être constituée d'une résine pour empêcher (réduire) l'endommagement de l'objet W.

[0058] Chaque actionneur 205 peut adopter l'agencement mentionné dans le premier mode de réalisation.

[0059] Une séquence de montage de l'objet W sur l'appareil de support 2 va être décrite ci-après. La séquence illustrée sur la figure 5 peut être appliquée à ce cas. Plus précisément, comme illustré en S1 sur la figure 5, l'objet W est amené à proximité de l'appareil de support 2 dans la direction gravitationnelle DG. Dans ce cas, le degré de basculement initial de chaque partie de basculement 202 peut être un degré quelconque, et il n'est pas nécessaire que son état de basculement soit un état spécifique. Du fait du déplacement de l'objet W, comme illustré en S2 sur la figure 5, l'objet W est supporté sur

les parties de support 204a, 204b, et 204c. À ce stade, le poids propre de l'objet W est appliqué, sous la forme de charges de support Fa, Fb, et Fc, aux parties de support 204.

5 [0060] Après cela, comme illustré en S3 sur la figure 5, les actionneurs 205a, 205b, et 205c entraînent et soulèvent l'objet W dans la direction gravitationnelle. À ce stade, comme décrit ci-dessus, la rigidité de chaque actionneur est faible dans des directions autres que la direction gravitationnelle, et permet de ce fait de relâcher les contraintes de frottement générées sur l'objet.

10 [0061] En outre, comme illustré en S4 sur la figure 5, les actionneurs 205a, 205b, et 205c sont entraînés en direction inverse pour monter à nouveau l'objet W sur les parties de support 204. À ce stade, l'objet W est monté sur les parties de support 204 pratiquement sans aucun décalage dans des directions autres que la direction d'entraînement par rapport aux (relativement aux) parties 15 de support 204. En effet, étant donné que les distributions de charge sur l'objet W et les plateaux de maintien 203 varient très peu, leurs formes sont pratiquement constantes.

20 [0062] L'appareil de support décrit ci-dessus peut supporter un objet de façon avantageuse du point de vue de la reproductibilité de la forme de l'objet et de la faiblesse des déformations provoquées par les forces de frottement.

25 [0063] <Troisième mode de réalisation>

30 Les figures 8A et 8B sont des vues représentant l'agencement d'un appareil de support selon le troisième mode de réalisation. La figure 8A est une vue en plan d'un appareil de support 3. La figure 8B est une vue de côté de l'appareil de support 3. Le symbole de référence DG désigne une direction gravitationnelle. L'appareil de 35 support 3 est monté dans un appareil dans lequel support 3 est monté dans un appareil dans lequel

l'appareil de support 3 doit être monté, par l'intermédiaire d'un plateau de montage 301. Le plateau de montage 301 présente trois parties de basculement 302. Les trois parties de basculement 302 sont respectivement 5 couplées à trois plateaux de maintien 303. Les parties de basculement 302 couplent les plateaux de maintien 303 au plateau de montage 301 de façon à faire en sorte que chaque plateau de maintien soit basculant avec un degré de liberté. Plus précisément, chaque plateau de maintien 303 10 peut basculer autour d'un axe central de basculement AX3 de la partie de support 302. Chaque partie de support 302 peut être constituée d'un palier ou d'un mécanisme de charnière, comme mentionné dans le premier mode de réalisation.

15 [0064] Chaque plateau de maintien 303 comporte en outre deux deuxièmes parties de basculement 312a et 312b. Les deux deuxièmes parties de basculement 312a et 312b sont respectivement couplées à des deuxièmes plateaux de maintien 313a et 313b. Les deuxièmes parties de basculement 312a et 312b 20 couplent respectivement les deuxièmes plateaux de maintien 313a et 313b au plateau de maintien 303 de façon à faire en sorte que chaque deuxième plateau de maintien soit basculant avec un degré de liberté. Plus précisément, les deuxièmes plateaux de maintien 313a et 313b peuvent basculer autour d'axes de 25 basculement centraux AX3a et AX3b des deuxièmes parties de basculement 312a et 312b.

[0065] Chacun des trois plateaux de maintien 313 comporte deux parties de support 314a et 314b. Chaque partie de support 314 présente une région de contact qui vient au contact de l'objet W. La région de contact est par exemple formée d'une résine pour empêcher (réduire) l'endommagement de l'objet W.

30 [0066] Les deux parties de support 314a et 314b comportent respectivement des actionneurs 315a et 315b. Les actionneurs 315a et 315b sont respectivement disposés à

proximité des deux parties de support 314a et 314b. En référence aux figures 8A et 8B, les actionneurs 315a et 315b sont disposés dans des régions qui sont situées à proximité des parties de support 314a et 314b et leur sont concentriques. Chaque actionneur 315 peut avoir une surface sphérique en tant que région de contact par rapport à l'objet W. En outre, la région de contact de l'actionneur 315 peut être constituée d'une résine de façon à empêcher (réduire) l'endommagement de l'objet W.

5 [0067] Chaque actionneur 315 peut adopter l'agencement mentionné dans le premier mode de réalisation.

[0068] Une séquence de montage de l'objet W sur l'appareil de support 3 va être décrite ci-après. La séquence illustrée sur la figure 5 peut être appliquée à ce cas. 15 Plus précisément, l'objet W est amené à proximité de l'appareil de support 3 dans la direction gravitationnelle DG, et est supporté sur les parties de support 314a et 314b. À ce stade, le poids propre de l'objet W est appliqué, sous la forme de charges de support Fa et Fb, 20 aux parties de support 314.

[0069] Après cela, les actionneurs 315a et 315b entraînent et soulèvent l'objet W dans la direction gravitationnelle. À ce stade, comme décrit ci-dessus, les contraintes de frottement générées sur l'objet peuvent être relâchées.

25 [0070] En outre, les actionneurs 315a et 315b sont entraînés en direction inverse pour monter à nouveau l'objet W sur les parties de support 314. À ce stade, l'objet W est monté sur les parties de support 314 pratiquement sans aucun décalage dans des directions autres que la direction d'entraînement par rapport aux (relativement aux) parties de support 314. En effet, étant donné que les distributions de charge sur l'objet W et les plateaux de maintien 303 varient très peu, leurs formes sont pratiquement constantes.

30 [0071] L'appareil de support décrit ci-dessus peut supporter un objet de façon avantageuse du point de vue de

la reproductibilité de la forme de l'objet et de la faiblesse des déformations provoquées par les forces du frottement.

[0072] <Quatrième mode de réalisation>

5 Les figures 9A et 9B sont des vues représentant l'agencement d'un appareil de support selon le quatrième mode de réalisation. La figure 9A est une vue en plan d'un appareil de support 4. La figure 9B est une vue de côté de l'appareil de support 4. Le symbole de référence DG
10 désigne une direction gravitationnelle. L'appareil de support 4 est monté dans un appareil dans lequel l'appareil de support 4 doit être monté, par l'intermédiaire d'un plateau de montage 401. Le plateau de montage 401 comporte trois parties de basculement 402. Les
15 trois parties de basculement 402 sont respectivement couplées à trois plateaux de maintien 403. Les parties de basculement 402 couplent les plateaux de maintien 403 au plateau de montage 401 de façon à faire en sorte que chaque plateau de maintien soit basculant avec deux degrés
20 de liberté. Dans ce cas, deux degrés de liberté indiquent des degrés de liberté de rotation autour d'axes de basculement centraux AX41 et AX42 passant par un centre de basculement CR4 de chaque plateau de maintien. Plus précisément, chaque plateau de maintien 403 peut basculer
25 par rapport à un plan perpendiculaire à la direction gravitationnelle DG. Chaque partie de basculement 402 peut être constituée d'un palier, d'un mécanisme de charnière, ou d'un joint de cardan, comme mentionné dans le deuxième mode de réalisation.

30 [0073] Les trois plateaux de maintien 403 comportent en outre trois deuxièmes parties de basculement 412a, 412b, et 412c. Les trois deuxièmes parties de basculement sont respectivement couplées à des deuxièmes plateaux de maintien 413a, 413b, et 413c. Les deuxièmes parties de basculement 412a, 412b, et 412c couplent respectivement les deuxièmes plateaux de maintien 413a, 413b, et 413c aux

plateaux de maintien 403 de façon à faire en sorte que chaque deuxième plateau de maintien soit basculant avec deux degrés de liberté. Plus précisément, lorsqu'on considère le deuxième plateau de maintien 413a à titre d'exemple, le deuxième plateau de maintien 413a peut basculer autour d'axes de basculement centraux AX41a et AX42a passant par un centre de basculement CR4a. Les plateaux de maintien restants peuvent basculer de la même manière.

10 [0074] Chacun des trois substrats de maintien 413 comporte trois parties de support 414a, 414b, et 414c. Chaque partie de support 414 présente une région de contact qui vient au contact de l'objet W. La région de contact est par exemple formée d'une résine pour empêcher (réduire) 15 l'endommagement de l'objet W.

[0075] Les trois parties de support 414a, 414b, et 414c comportent respectivement des actionneurs 415a, 415b, et 415c. Les actionneurs 415a, 415b, et 415c sont disposés à proximité des trois parties de support 414a, 414b, et 20 414c. En référence aux figures 9A et 9B, chaque actionneur est disposé dans une région qui est située à proximité de la partie de support 414 et lui est concentrique. Chaque actionneur 415 peut avoir une surface sphérique en tant que région de contact par rapport à l'objet W. En outre, 25 la région de contact de l'actionneur 415 peut être constituée d'une résine de façon à empêcher (réduire) l'endommagement de l'objet W.

[0076] Chaque actionneur 415 peut adopter l'agencement mentionné dans le premier mode de réalisation.

30 [0077] Une séquence de montage de l'objet W sur l'appareil de support 4 va être décrite ci-après. La séquence illustrée sur la figure 5 peut être appliquée à ce cas. Plus précisément, l'objet W est amené à proximité de l'appareil de support 4 dans la direction gravitationnelle 35 DG, et est supporté sur les parties de support 414a, 414b, et 414c. À ce stade, le poids propre de l'objet W est

appliqué, sous la forme de charges de support F_a , F_b , et F_c , aux parties de support 414.

[0078] Après cela, les actionneurs 415a, 415b, et 415c entraînent et soulèvent l'objet W dans la direction 5 gravitationnelle. À ce stade, comme décrit ci-dessus, les contraintes de frottement générées sur l'objet peuvent être relâchées.

[0079] En outre, les actionneurs 415a, 415b, et 415c sont entraînés en direction inverse pour monter à nouveau 10 l'objet W sur les parties de support 414. À ce stade, l'objet W est monté sur les parties de support 414 pratiquement sans aucun décalage dans des directions autres que la direction d'entraînement par rapport aux (relativement aux) parties de support 414. En effet, étant 15 donné que les distributions de charge sur l'objet W et les plateaux de maintien 403 varient très peu, leurs formes sont pratiquement constantes.

[0080] On notera que l'appareil de support selon ce mode de réalisation peut être réalisé sous la forme d'un 20 appareil de support 4', comme illustré sur les figures 10A et 10B. L'appareil de support 4' comporte des deuxièmes parties de basculement 412a', 412b', et 412c' situées en-dessous (dans la direction gravitationnelle DG) du plateau de maintien 403. Les trois deuxièmes parties de 25 basculement sont respectivement couplées à des deuxièmes plateaux de maintien 413a', 413b', et 413c'. Dans l'appareil de support 4', un centre de gravité CG de l'ensemble de la partie mobile au-dessus du plateau de maintien 403 est situé en-dessous (dans la direction 30 gravitationnelle) d'un centre de rotation CR4 de la partie de basculement 402. Du fait de cet agencement, la posture de chaque plateau de maintien est stabilisée par gravité alors que l'objet W n'est pas monté. Cela facilite le 35 montage de l'objet W. En outre, étant donné que le décalage (déplacement) de chaque point de contact est faible, cela a pour effet de réduire la contrainte de

frottement initiale sur l'objet W. Cela facilite le relâchement des contraintes de frottement.

[0081] L'appareil de support décrit ci-dessus peut supporter un objet de façon avantageuse du point de vue de la 5 reproductibilité de la forme de l'objet et de la faiblesse des déformations provoquées par les forces du frottement.

[0082] <Cinquième mode de réalisation>

Les figures 11A à 11C sont des vues représentant 10 l'agencement d'un appareil de support selon le cinquième mode de réalisation. La figure 11A est une vue en plan d'un appareil de support 5. La figure 11B est une vue de côté de l'appareil de support 5. Le symbole de référence DG désigne une direction gravitationnelle. La figure 11C 15 est une vue en plan d'un objet de support W supporté sur l'appareil de support. Dans ce mode de réalisation, l'objet de support présente une forme symétrique par rapport à un plan plutôt qu'une forme symétrique de rotation. Par conséquent, l'appareil de support qui sera 20 décrit ci-après présente un agencement symétrique par rapport à un plan. On notera que le mode de réalisation décrit à titre d'exemple l'agencement de l'appareil de support correspondant à la forme d'un élément optique. Il 25 est cependant facilement compréhensible que l'agencement de l'appareil de support peut être facilement modifié en fonction de la forme d'un élément optique.

[0083] L'appareil de support 5 est monté dans un appareil dans lequel l'appareil de support 5 doit être monté, par 30 l'intermédiaire d'un plateau de montage 501. Le plateau de montage 501 présente une partie de basculement 502 et deux parties de basculement 512. La partie de basculement 502 est couplée à un plateau de maintien 503. Les deux parties de basculement 512 sont couplées à deux plateaux de maintien 513. La partie de basculement 502 couple le 35 plateau de maintien 503 au plateau de montage 501 de façon à faire en sorte que le plateau de maintien soit basculant

avec un degré de liberté. D'autre part, les deux parties de basculement 512 couplent les deux plateaux de maintien 513 au plateau de montage 501 de façon à faire en sorte que chaque plateau de maintien soit basculant avec deux 5 degrés de liberté. Plus précisément, le plateau de maintien 503 et les deux plateaux de maintien 513 peuvent basculer par rapport à un plan perpendiculaire à la direction gravitationnelle DG. Les parties de basculement 502 et 512 peuvent adopter des agencements tels que ceux 10 mentionnés dans les premier et deuxième modes de réalisation.

[0084] Le plateau de maintien 503 et chacun des deux plateaux de maintien 513 comportent respectivement deux et trois parties de support 504. Chaque partie de support 504 15 présente une région de contact qui vient au contact de l'objet W. La région de contact est par exemple formée d'une résine pour empêcher (réduire) l'endommagement de l'objet W.

[0085] Chaque partie de support 504 comporte un actionneur 20 505. L'actionneur 505 est disposé à proximité de la partie de support 504. En référence aux figures 11A et 11B, l'actionneur 505 est disposé dans une région qui est située à proximité de la partie de support 504 et lui est concentrique.

25 [0086] Chaque actionneur 505 peut adopter l'agencement mentionné dans le premier mode de réalisation.

[0087] Une séquence de montage de l'objet W sur l'appareil de support va être décrite ci-après. La séquence illustrée 30 sur la figure 5 peut être appliquée à ce cas. Plus précisément, l'objet W est amené à proximité de l'appareil de support dans la direction gravitationnelle DG, et est supporté sur les parties de support 504.

[0088] Après cela, les actionneurs 505 entraînent et soulèvent l'objet W dans la direction gravitationnelle. À 35 ce stade, comme décrit ci-dessus, les contraintes de frottement générées sur l'objet peuvent être relâchées.

[0089] En outre, les actionneurs 505 sont entraînés en direction inverse pour monter à nouveau l'objet W sur les parties de support 504. À ce stade, l'objet W est monté sur les parties de support 504 pratiquement sans aucun décalage dans des directions autres que la direction d'entraînement par rapport aux (relativement aux) parties de support 504. En effet, étant donné que les distributions de charge sur l'objet W et les plateaux de maintien 203 varient très peu, leurs formes sont pratiquement constantes.

[0090] L'appareil de support décrit ci-dessus peut supporter un objet de façon avantageuse du point de vue de la reproductibilité de la forme de l'objet et de la faiblesse des déformations provoquées par les forces du frottement.

[0091]<Sixième mode de réalisation>

La figure 12 est une vue représentant l'agencement d'un appareil de mesure comportant (équipé de) l'appareil de support décrit ci-dessus. Un appareil de mesure M maintient par exemple l'appareil de support 1 selon le premier mode de réalisation sur un plateau de mesure MS, et permet de supporter (monter) l'objet de support W sur l'appareil de support 1. En variante, l'un quelconque des appareils de support 2 à 5 décrits dans les deuxième à cinquième modes de réalisation peut être maintenu sur le plateau de mesure MS. Dans l'appareil de mesure M, l'appareil de support exécute la séquence illustrée sur la figure 5. Après cela, une tête de mesure MH mesure l'objet de support W afin d'obtenir des résultats de mesure de façon avantageuse du point de vue de la reproductibilité de la forme de l'objet W et de la faiblesse de la contrainte de frottement. On notera qu'il est possible d'utiliser, en tant que tête de mesure MH, l'un de divers types de dispositifs de mesure indépendamment des configurations d'interféromètres, d'un type de sonde avec contact/sans contact, ou autres.

[0092] <Mode de réalisation du procédé de fabrication d'article>

Un procédé de fabrication d'un article selon ce mode de réalisation est utilisé pour fabriquer un article tel qu'un composant métallique ou qu'un élément optique. Le procédé de fabrication d'un article selon le mode de réalisation comporte une étape consistant à mesurer la forme ou les caractéristiques optiques d'un objet (objet de support W) au moyen de l'appareil de mesure mentionné ci-dessus et une étape consistant à traiter l'objet sur la base des résultats de mesure obtenus lors de l'étape mentionnée ci-dessus. À titre d'exemple, la forme d'un objet est mesurée au moyen d'un appareil de mesure, et l'objet est traité (fabriqué) de façon qu'il présente une forme respectant les valeurs de conception (se situant dans des gammes admissibles) sur la base des résultats de mesure. Le procédé de fabrication d'un article selon ce mode de réalisation permet de mesurer avec précision la forme d'un objet au moyen de l'appareil de mesure, et est par conséquent avantageux par comparaison à la technique concernée du point de vue d'au moins l'un des performances, de la qualité, de la productivité et du coût de fabrication d'articles par comparaison au procédé.

[0093] Bien que la présente invention ait été décrite en référence à des exemples de modes de réalisation, on notera que l'invention n'est pas limitée aux exemples de modes de réalisation décrits. Le cadre des revendications présentées ci-après doit être considéré selon l'acception la plus large comme couvrant toutes ces variantes et structures et des fonctions équivalentes.

REVENDICATIONS

1. Appareil de support comprenant une pluralité de mécanismes de support comportant chacun un premier organe qui comporte une pluralité de parties de support destinées 5 à supporter un objet et un deuxième organe qui supporte le premier organe, le premier organe étant basculant autour d'un axe par rapport à au moins un degré de liberté, dans lequel :

la pluralité de mécanismes de support est configurée 10 pour supporter l'objet au moyen de chacun des premiers organes amenés à basculer autour de l'axe qui lui correspond en supportant l'objet de façon qu'une pluralité de forces appliquées à la pluralité de parties de support des premiers organes soient équilibrées, et

15 chacun des premiers organes comporte, par rapport à chacune de la pluralité de parties de support, un actionneur configuré pour recevoir au moins une partie de la charge agissant sur l'une de la pluralité de parties de support correspondant à celui-ci au lieu de ladite partie 20 de support.

2. Appareil selon la revendication 1, dans lequel l'actionneur est configuré pour recevoir au moins la partie de la charge par l'intermédiaire d'une partie de l'objet qui est concentrique à une partie de l'objet avec 25 lequel ladite partie de support est mise en contact.

3. Appareil selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'actionneur comporte un palier à gaz et est configuré pour recevoir au moins la partie de la charge par l'intermédiaire du palier à gaz.

30 4. Appareil selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'actionneur comporte un roulement à billes et est configuré pour recevoir au moins la partie de la charge par l'intermédiaire du roulement à billes.

35 5. Appareil selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'actionneur comporte un organe dont la rigidité, dans une direction différente d'une direction de la charge, est

inférieure à sa rigidité dans la direction de la charge, et est configuré pour recevoir au moins la partie de la charge par l'intermédiaire de l'organe.

6. Appareil selon l'une quelconque des revendications 5 1 à 5, dans lequel l'actionneur est configuré pour partager une structure de celui-ci avec l'une de la pluralité de parties de support correspondant à celui-ci.

7. Appareil selon l'une quelconque des revendications 10 1 à 6, dans lequel une distance entre une partie de l'objet avec laquelle l'actionneur vient en contact et une partie de l'objet avec laquelle ladite partie de support vient en contact, est une valeur par laquelle un degré de déformation de l'objet provoqué par un actionnement de l'actionneur se situe dans une plage de tolérance et un degré de déformation du premier organe provoqué par l'actionnement se situe dans une plage de tolérance.

8. Appareil selon l'une quelconque des revendications 20 1 à 7, comprenant en outre une unité de commande configurée pour commander l'actionneur de façon à faire en sorte que l'actionneur reçoive temporairement au moins la partie de la charge une fois que l'objet est supporté par la pluralité de parties de support.

9. Appareil selon la revendication 8, dans lequel l'unité de commande est configurée pour faire en sorte que l'actionneur génère une force afin de réduire une contrainte résiduelle dans l'objet, provoquée par une force du frottement agissant entre l'objet et ladite partie de support.

10. Appareil de mesure destiné à mesurer un objet, 30 l'appareil comprenant :

un appareil de support selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 et configuré pour supporter l'objet.

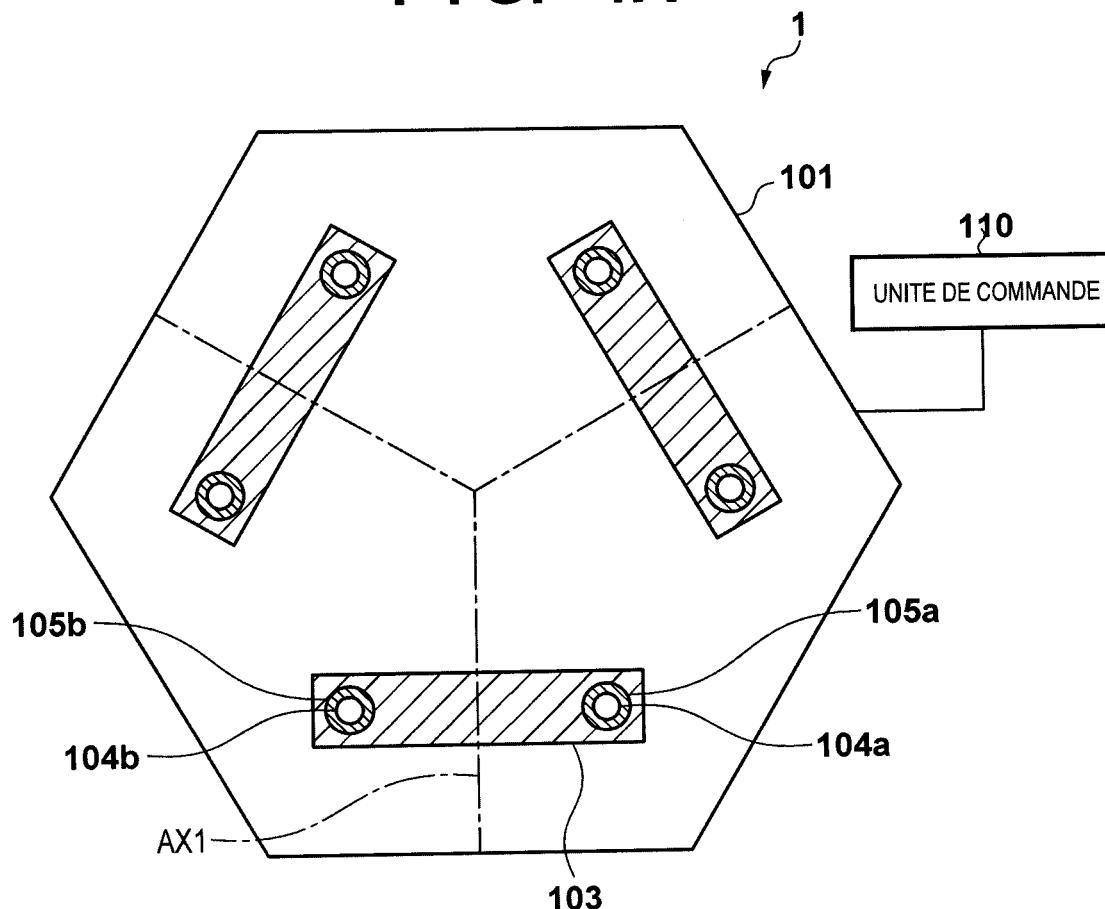
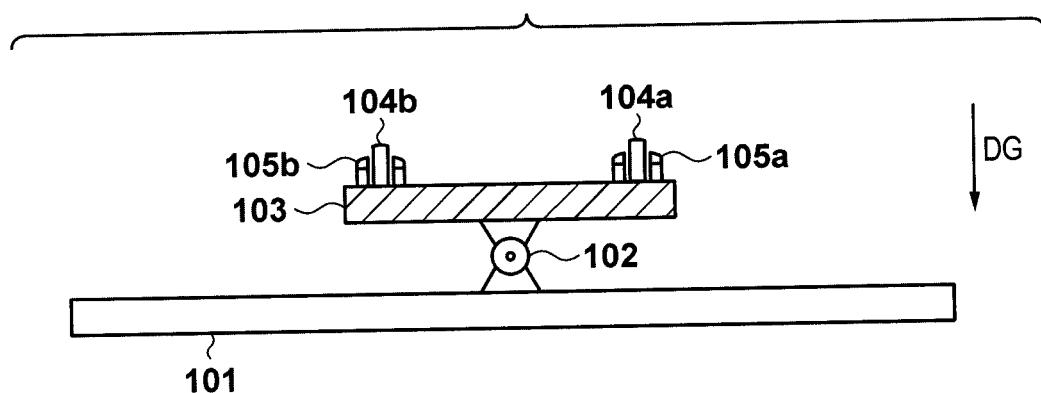
11. Procédé de support destiné à supporter un objet, 35 au moyen d'une pluralité de mécanismes de support, comportant chacun un premier organe qui comporte une pluralité de parties de support destinées à supporter

l'objet et un deuxième organe qui supporte le premier organe, le premier organe étant basculant autour d'un axe par rapport à au moins un degré de liberté, la pluralité de mécanismes de support supportant l'objet au moyen de 5 chacun des premiers organes amenés à basculer autour de l'axe qui lui correspond en supportant l'objet de façon qu'une pluralité de forces appliquées à la pluralité de parties de support des premiers organes soient équilibrées, le procédé consistant à :
10 amener, une fois que l'objet est supporté par la pluralité de parties de support, un actionneur, inclus dans chacun des premiers organes par rapport à chacune de la pluralité de parties de support, à recevoir temporairement au moins une partie de la charge agissant 15 sur l'une de la pluralité de parties de support correspondant à celui-ci au lieu de ladite partie de support.

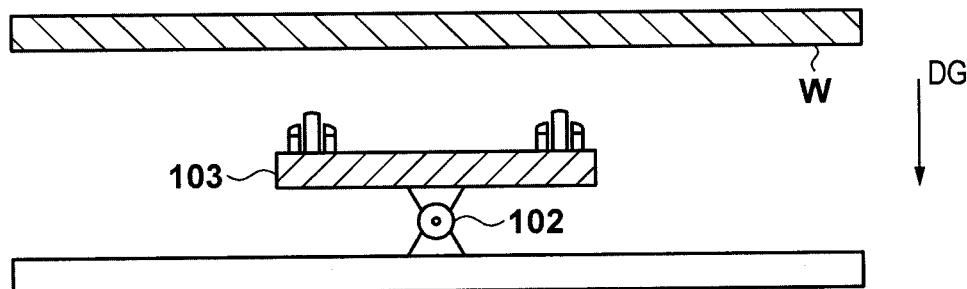
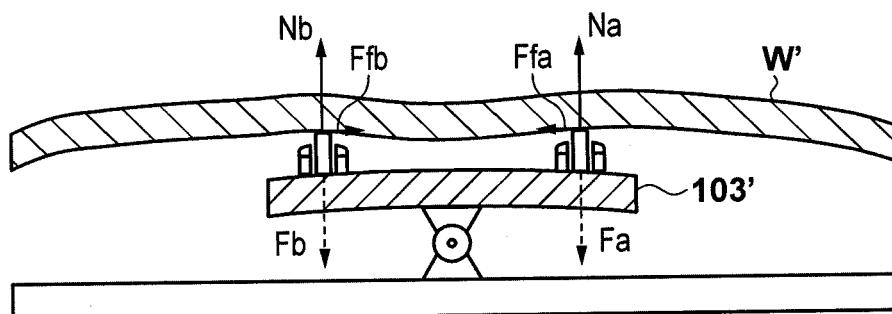
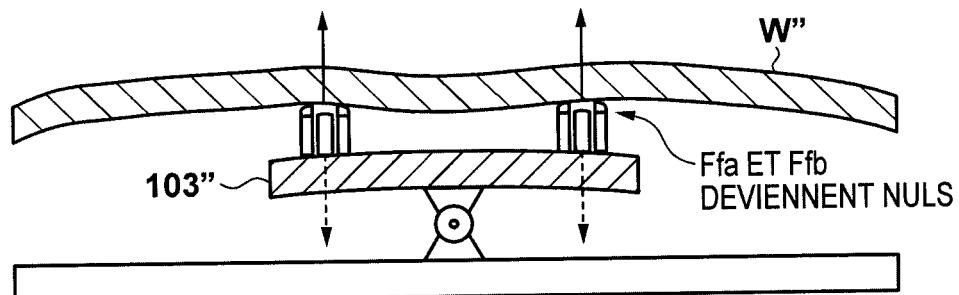
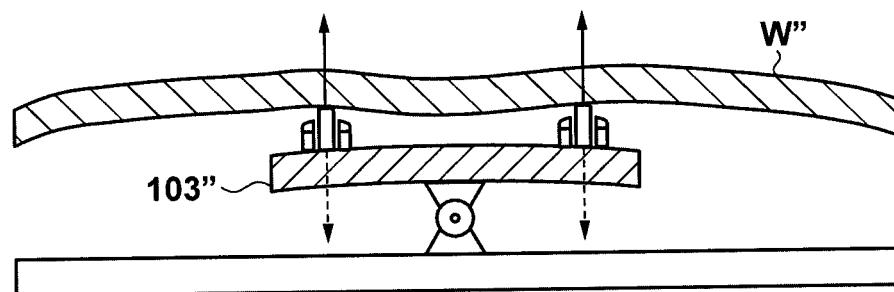
12. Procédé de fabrication d'un article, le procédé consistant à :

20 mesurer un objet au moyen d'un appareil de mesure selon la revendication 10 ; et traiter l'objet sur la base de la mesure effectuée par l'appareil de mesure.

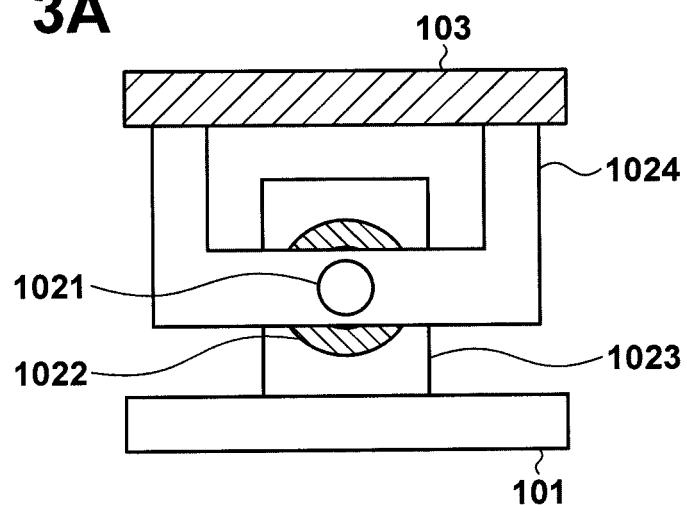
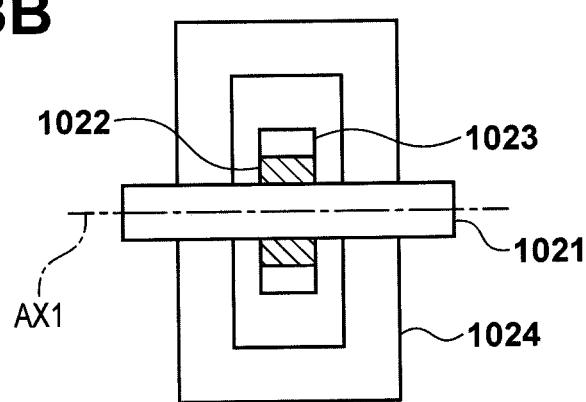
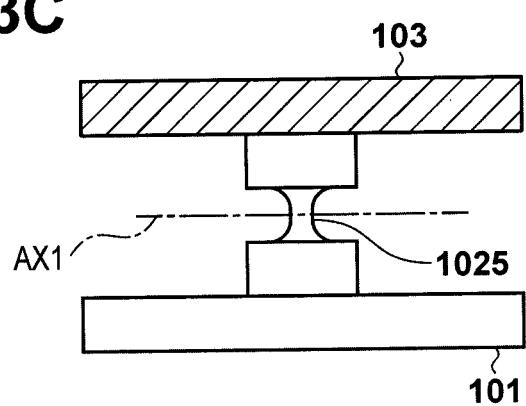
1/12

F I G. 1A**F I G. 1B**

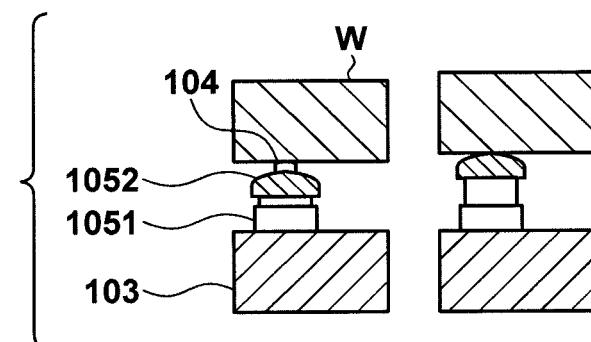
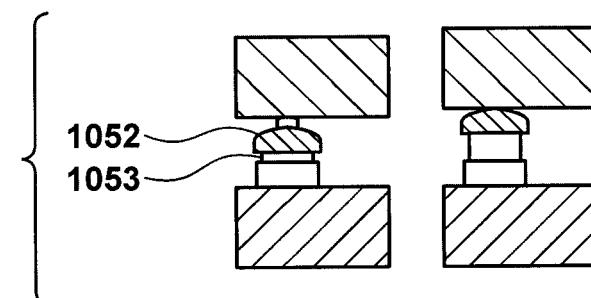
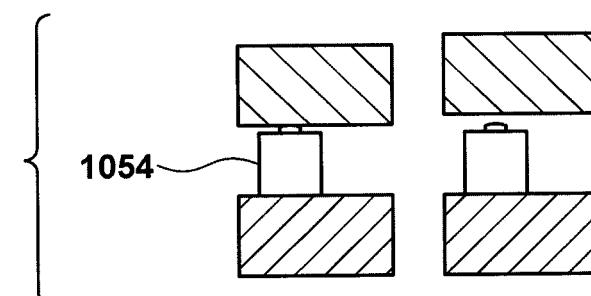
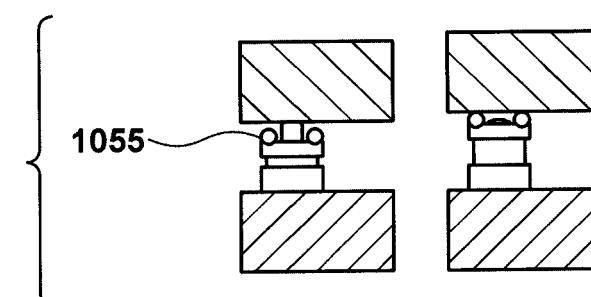
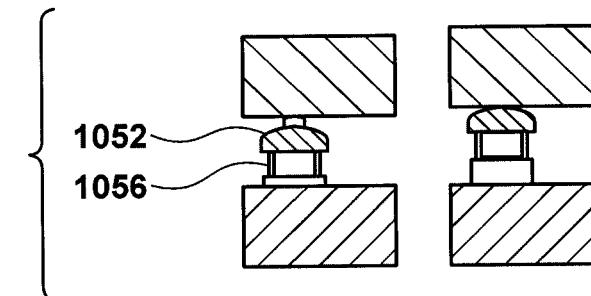
2/12

F I G. 2A**F I G. 2B****F I G. 2C****F I G. 2D**

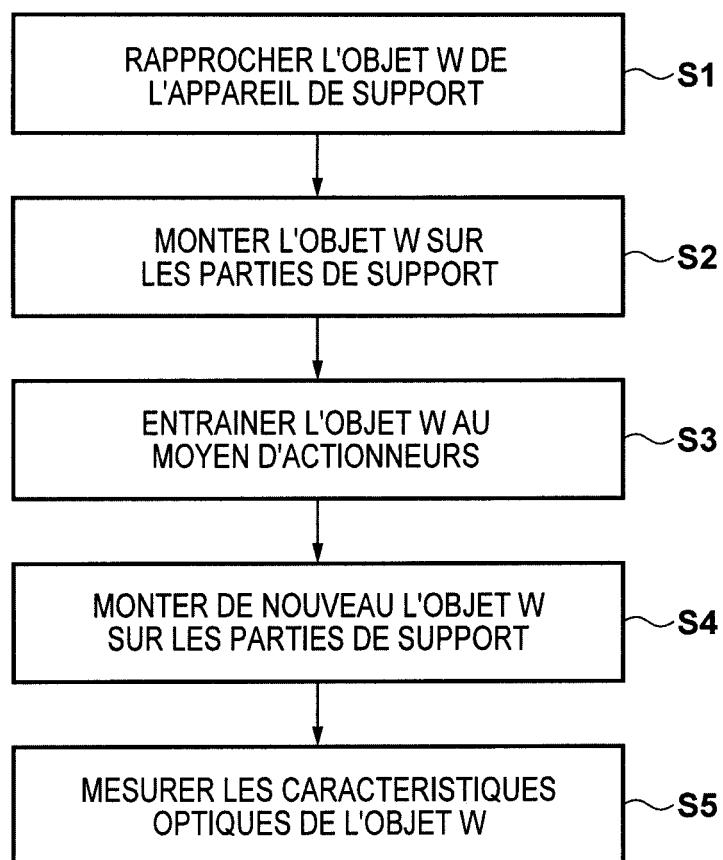
3/12

F I G. 3A**F I G. 3B****F I G. 3C**

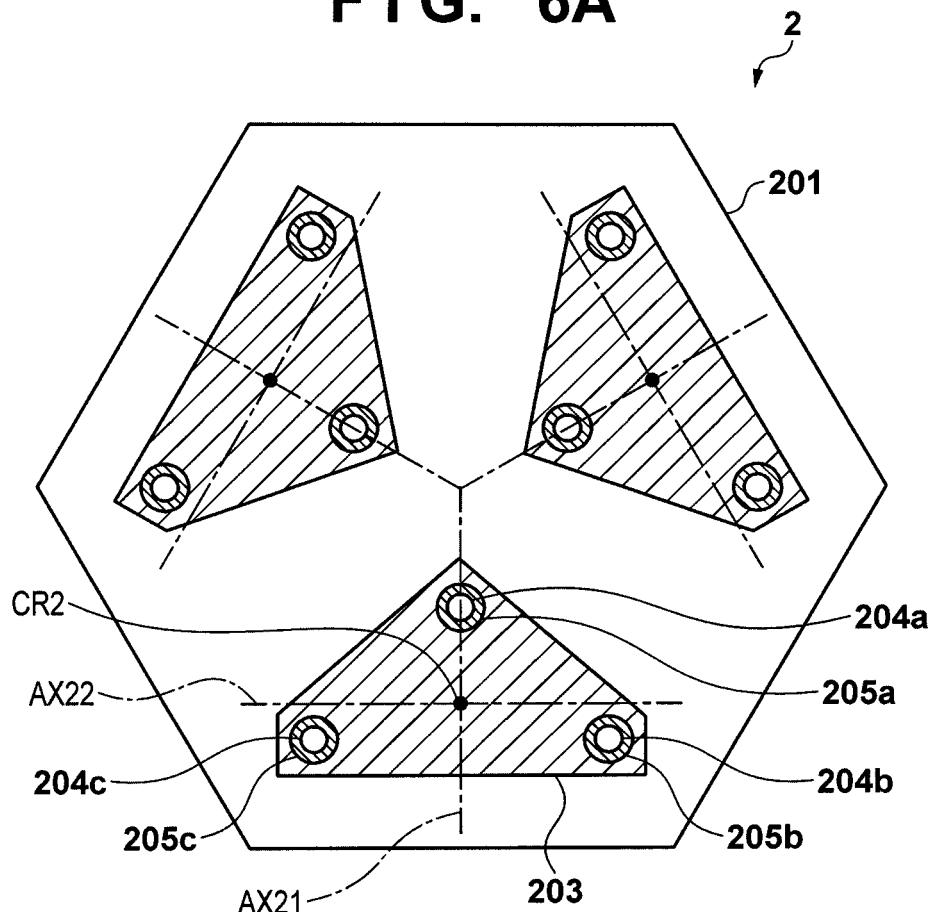
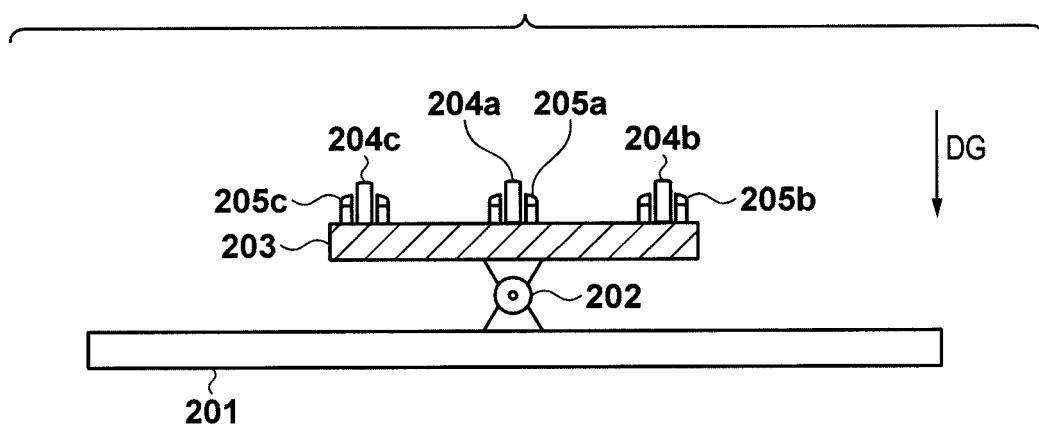
4/12

F I G. 4A**F I G. 4B****F I G. 4C****F I G. 4D****F I G. 4E**

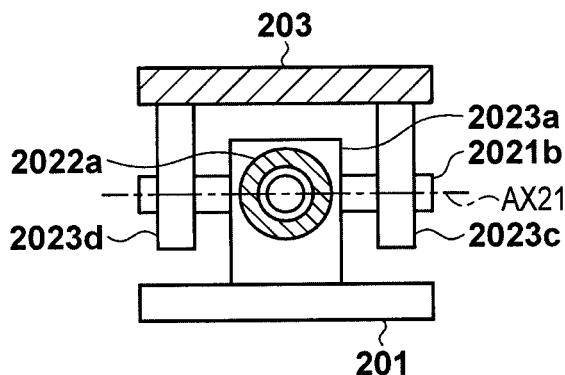
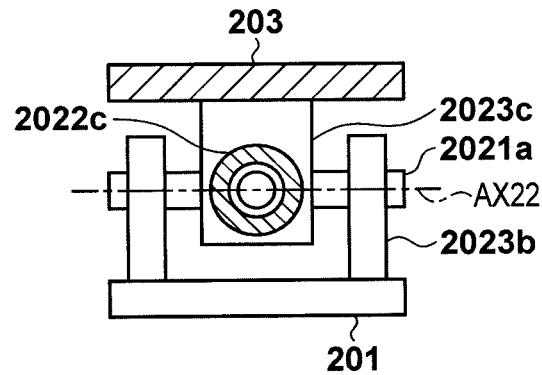
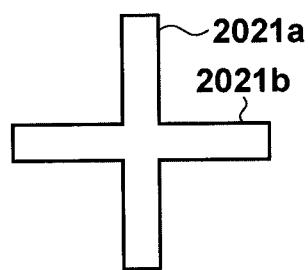
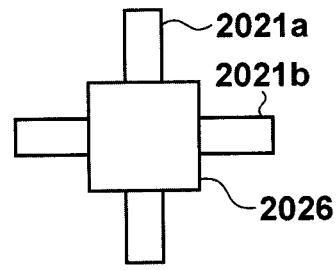
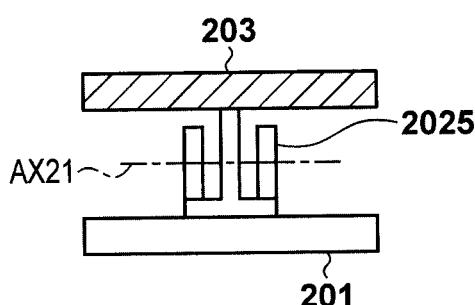
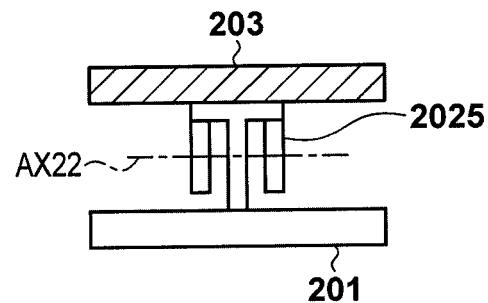
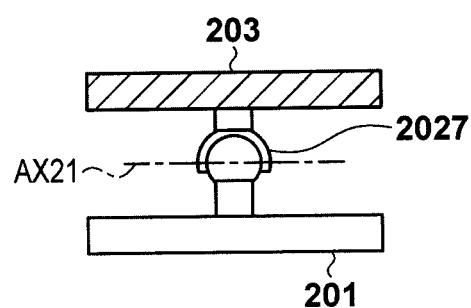
5/12

FIG. 5

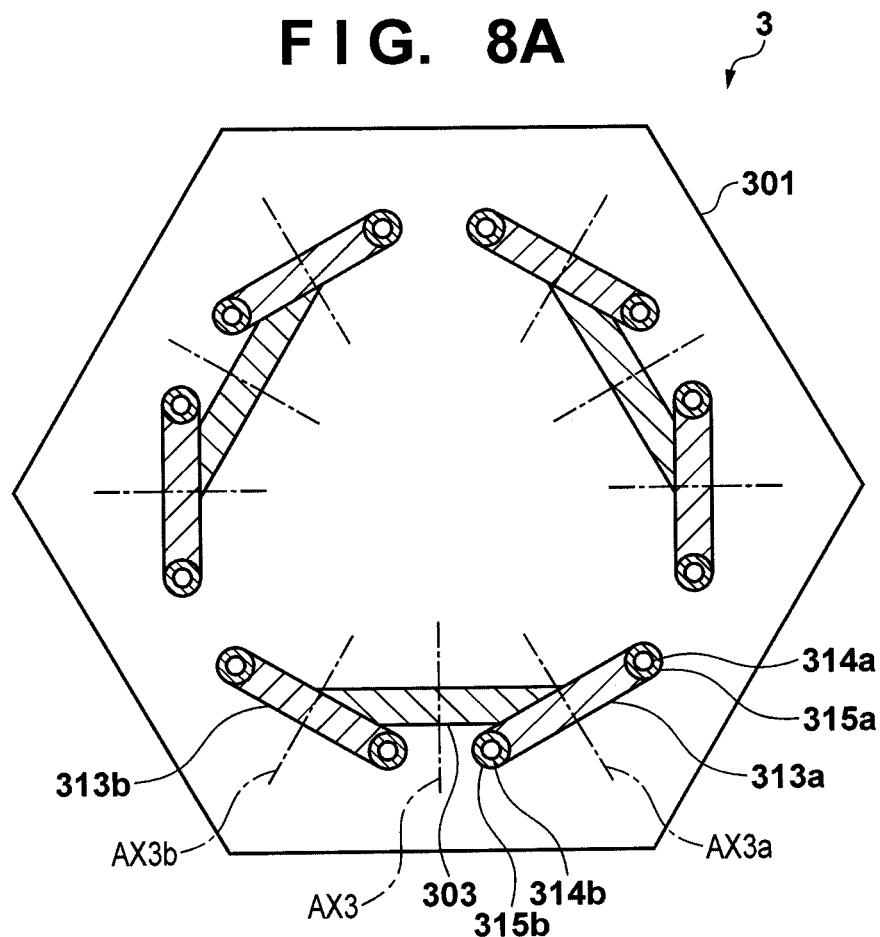
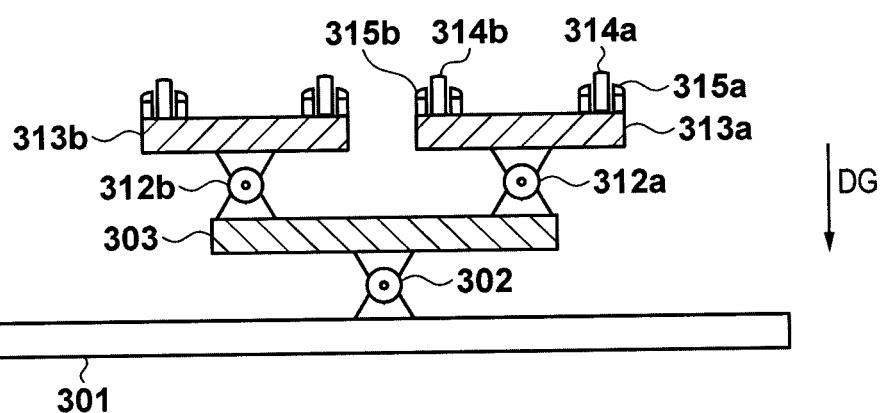
6/12

F I G. 6A**F I G. 6B**

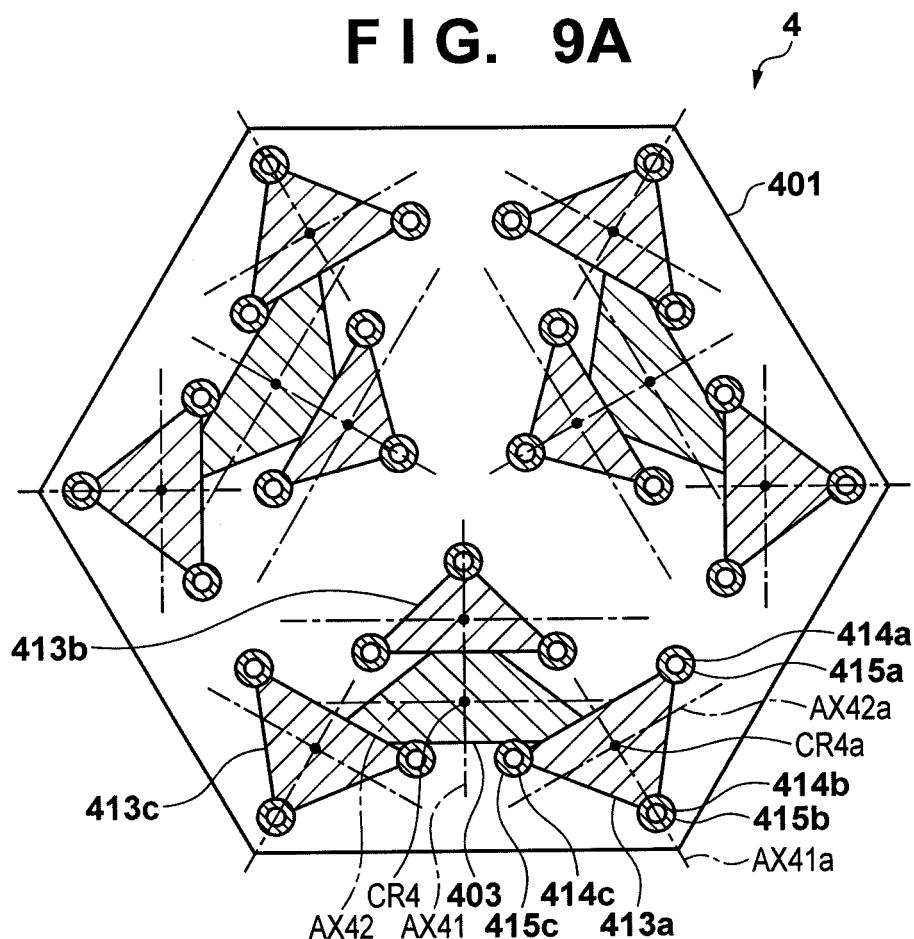
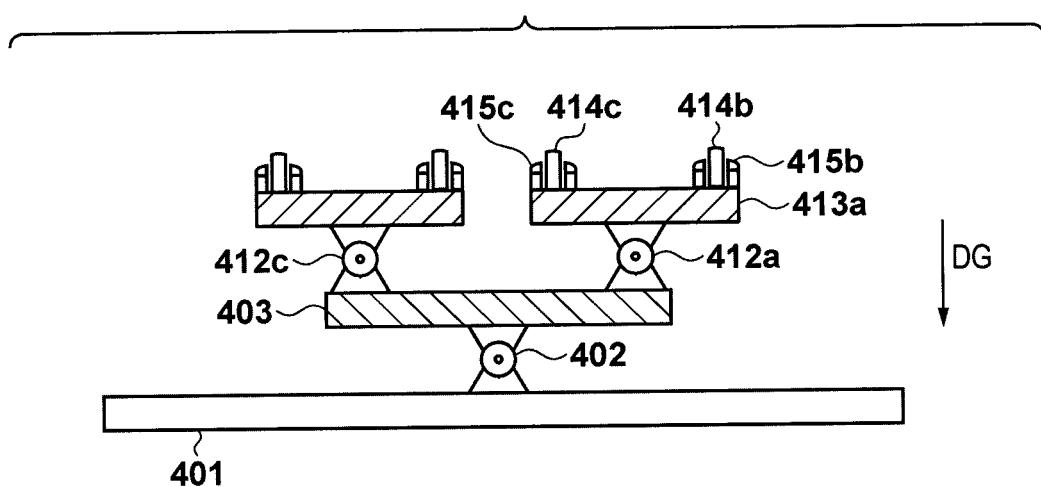
7/12

FIG. 7A**FIG. 7B****FIG. 7C****FIG. 7D****FIG. 7E****FIG. 7F****FIG. 7G**

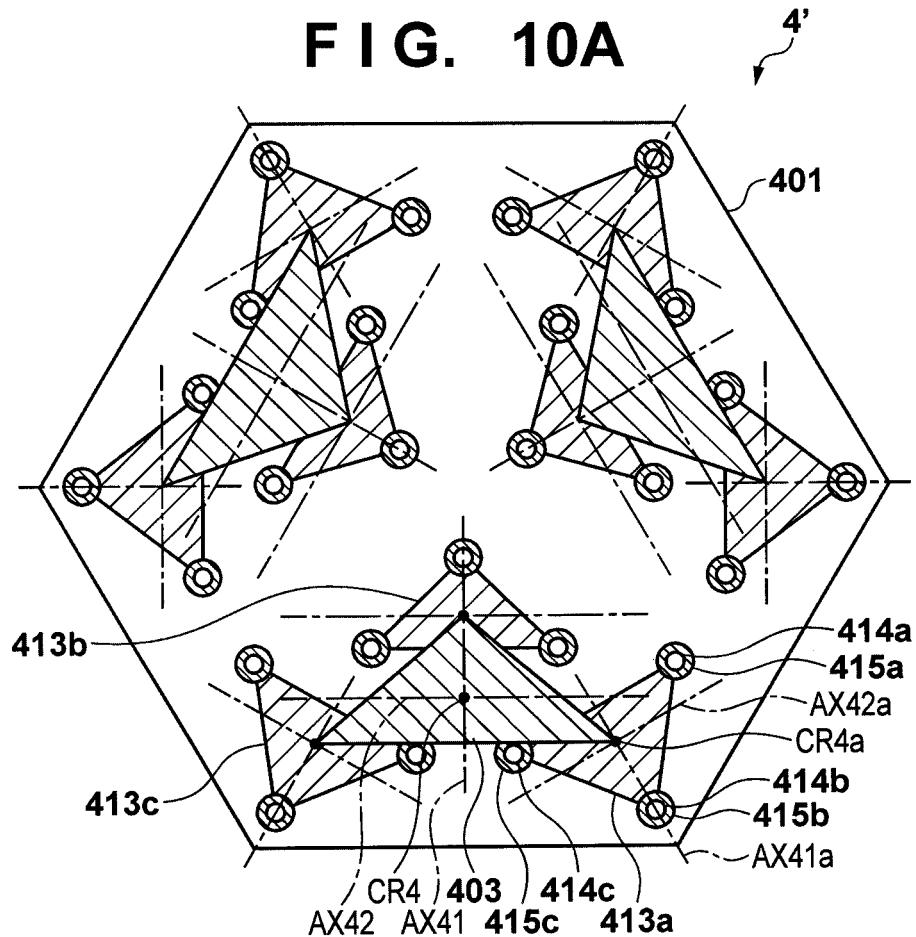
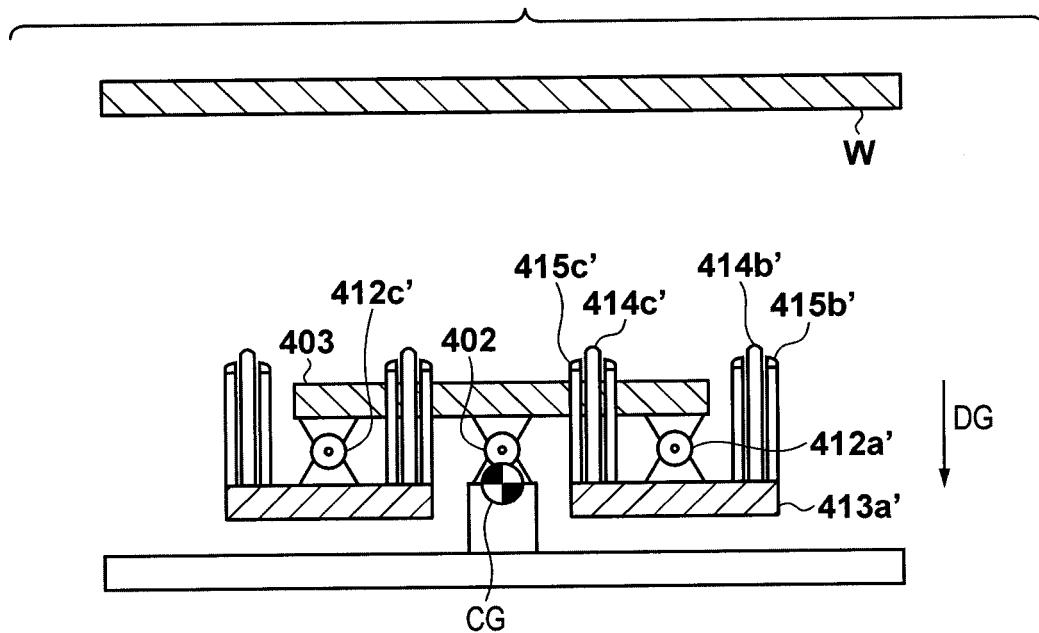
8/12

F I G. 8A**F I G. 8B**

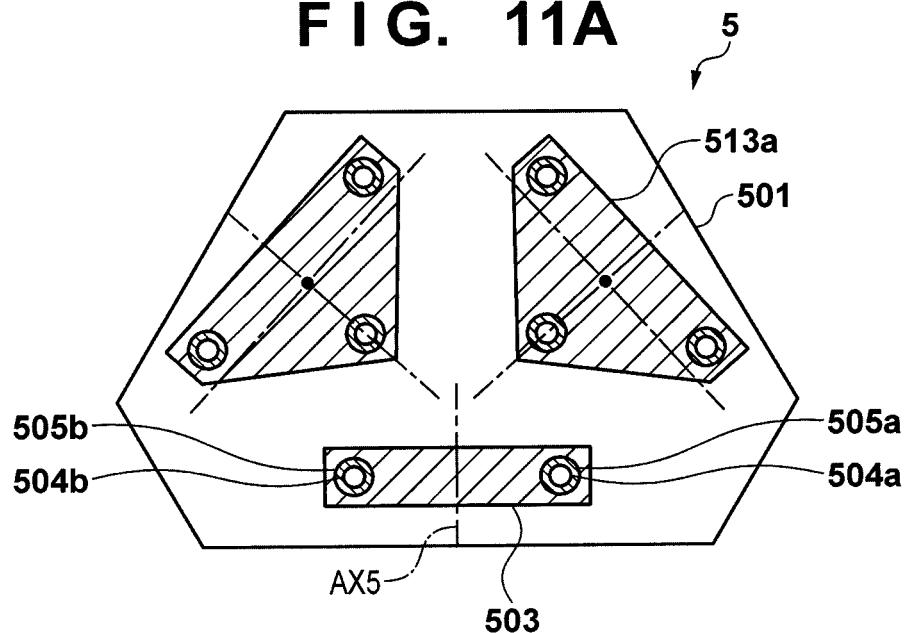
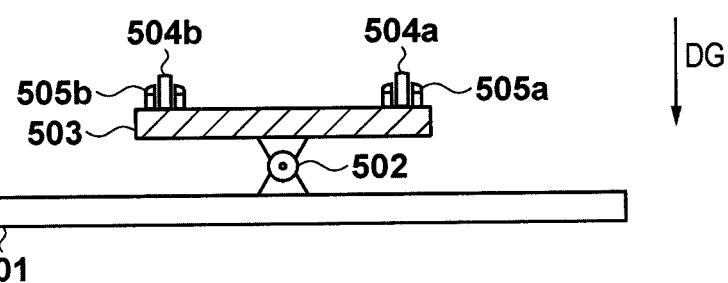
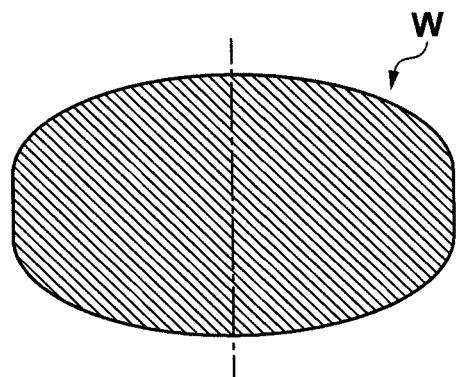
9/12

F I G. 9A**F I G. 9B**

10/12

F I G. 10A**F I G. 10B**

11/12

F I G. 11A**F I G. 11B****F I G. 11C**

12/12

F I G. 12