

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11) N° de publication : **2 932 576**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **08 03316**

51) Int Cl⁸ : **G 02 B 23/16** (2006.01), B 64 G 1/66

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 13.06.08.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 18.12.09 Bulletin 09/51.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : *THALES Société anonyme* — FR.

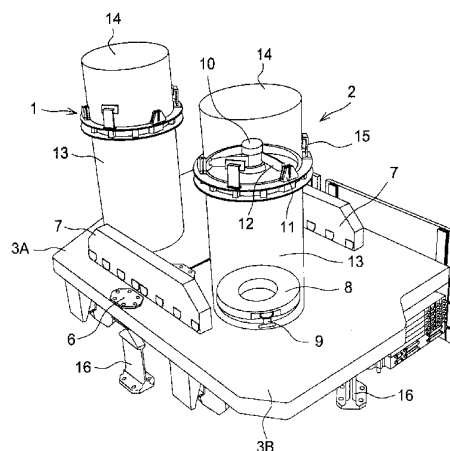
72) Inventeur(s) : MATHIEU JEAN CLAUDE.

73) Titulaire(s) : *THALES Société anonyme*.

74) Mandataire(s) : *MARKS & CLERK FRANCE*.

54) **ENSEMBLE MULTI-INSTRUMENTS EMBARQUE ULTRA-STABLE.**

57) La présente invention est relative à un ensemble multi-télescopes embarqué ultra-stable, peu onéreux et simple et rapide à réaliser et à mettre au point, permettant l'utilisation de moyens d'essais plus simples qu'auparavant. Il assure un très bon positionnement optique des télescopes par rapport à leurs « star trackers » et qui permette de réduire le nombre de bancs optiques pour supporter la charge utile des télescopes. L'ensemble conforme à l'invention est caractérisé en ce qu'il comporte un banc-support unique supportant au moins deux télescopes et au moins deux « star trackers ».



FR 2 932 576 - A1



ENSEMBLE MULTI-INSTRUMENTS EMBARQUE ULTRA-STABLE

La présente invention se rapporte à un ensemble multi-instruments embarqué ultra-stable. Ces instruments peuvent être des télescopes, des radars, des lidars, etc.

5 Les satellites d'observation embarquent généralement plusieurs télescopes ainsi que des optiques de pointage de moindre résolution (dits « star trackers ») permettant de pointer les télescopes sur une région déterminée de l'espace (ou de la Terre) observée. Ces télescopes, souvent au nombre de deux afin de couvrir un champ plus large, sont disposés chacun sur un banc-support, supporté lui-même par
10 un autre banc-support. Un tel montage nécessite un troisième banc, ce qui en diminue la précision du fait que les « star trackers » sont fixés sur le troisième banc. En outre, l'assemblage en est plus long et complexe, les moyens de mise au point sont bien plus importants que ceux nécessités par chacun des deux premiers bancs, ce qui augmente de façon non négligeable le coût de réalisation de cette partie optique.

15 La présente invention a pour objet un ensemble multi-télescopes embarqué ultra-stable, qui soit le moins onéreux possible et le plus simple et le plus rapide à réaliser et à mettre au point, permettant l'utilisation de moyens d'essais plus simples qu'auparavant (essais à température variable et/ou sous vide), qui assure un très bon positionnement optique des télescopes par rapport à leurs « star trackers » et qui
20 permette de réduire le nombre de bancs optiques pour supporter la charge utile des télescopes, cette charge utile comprenant tout ce qui ne fait pas partie de la propulsion, c'est-à-dire l'instrumentation au sens large. Au sens de l'invention, « ultra-stable » signifie que la stabilité des télescopes par rapport aux « star trackers » qui leur sont associés doit être telle que leur décalage angulaire relatif soit
25 constamment inférieur à $9 \mu\text{rad}$.

L'ensemble conforme à l'invention est caractérisé en ce qu'il comporte un banc-support unique supportant au moins deux télescopes et au moins deux « star trackers ».

30 La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation, pris à titre d'exemple non limitatif et illustré par le dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est un ensemble de deux vues en perspective d'un ensemble conforme à l'invention, la vue de gauche étant une vue extérieure de cet ensemble, muni de ses « star trackers », et celle de droite une vue sans les « star trackers », certains éléments étant vus en transparence, cette vue montrant des détails de réalisation des éléments de fixation des télescopes,
5
- la figure 2 est une vue en perspective d'un ensemble conforme à la présente invention, similaire à la vue de droite de la figure 1, montrant des détails de réalisation d'un des télescopes,
- la figure 3 un ensemble de deux vues en perspective montrant des détails de réalisation, conformes à l'invention, des supports des éléments moteurs relatifs à chacun des deux instruments,
10
- la figure 4 est une vue de dessous en perspective de l'ensemble conforme à la présente invention, montrant les détails de réalisation des éléments associés aux télescopes et fixés sur le même banc-support,
- la figure 5 est une vue en plan simplifiée d'un banc-support conforme à la présente invention pour la fixation de quatre télescopes à optiques différentes,
15
- les figures 6 à 8 sont des vues de côté de détails de réalisation d'un banc-support conforme à la présente invention, et
- la figure 9 est une vue en perspective simplifiée de deux variantes de réalisation de renforts pour un banc-support conforme à la présente invention.
20

La présente invention est décrite ci-dessous en référence à l'assemblage de deux ou trois télescopes d'un satellite d'observation. Ces télescopes peuvent être tous identiques ou non, et tout type de télescope peut ainsi être monté, et leur combinaison optique peut être de tout type (Korsch, TMA, Cassegrain,...).
25

L'ensemble tel que représenté dans ses détails essentiels sur les figures 1 à 4 comporte principalement deux instruments optiques 1, 2 montés sur un banc-support unique 3, sur lequel est monté également un ensemble 4 de « star trackers ».

Le banc-support 3 est composé, dans cet exemple, de deux sous-ensembles ou plaques de support 3A, 3B assemblées par des dispositifs permettant un positionnement relatif précis des sous-ensembles, tels que des inserts en titane 6
30

(figure 1, vue de droite, figures 2, 4 et 5) et/ou d'autres types de dispositifs de liaison, tels que des poutrelles 7 (figure 1, vue de droite, figure 2) ou encore d'autres types d'assemblage détaillés en figures 6 à 9 et décrits ci-dessous. De tels types d'assemblages permettent de réaliser un instrument optique monolithique très stable, possédant des alignements optiques inférieurs à 9 μ rad par rapport au référentiel des « star trackers. »

Comme représenté en détail en figure 2 pour le télescope 2, la partie optique classique de chaque télescope comprend essentiellement, sur une face du support 3, un premier miroir annulaire 8 (par exemple en « Zerodur »TM) associé à un panneau rayonnant 9 assurant son contrôle thermique, et un deuxième miroir secondaire 10 (qui peut également être en « Zerodur »TM) associé à un mécanisme 11 de focalisation et monté sur un support 12 en « étoile » (« CFRP spider », soit Carbon fiber Reinforced Plastics en anglais). Ce télescope est protégé par un tube cylindrique 13 (par exemple en carbone-résine) prolongé par un « baffle » 14 (en aluminium anodisé, par exemple) relié au tube 1 » par des fixations isostatiques 15 assurant un découplage thermique et mécanique entre le tube 13 et le chapeau 14. Sur l'autre face du support 3 est montée la « charge utile », et en particulier les montures isostatiques 16 (« kinematic mounts » en anglais) pour l'alignement optique des miroirs des télescopes, au nombre de trois pour chacun des télescopes. Cette charge utile est représentée sur les figures 3 et 4. Toutefois, on ne mentionnera ici que les principaux composants de cette charge utile sans les décrire plus en détail, du fait que ces composants sont bien connus en soi dans les montages de télescopes de l'art antérieur, la présente invention ne modifiant pas ces composants, mais seulement leurs dispositions respectives par rapport au support des télescopes.

Sur la figure 3, on a représenté séparément les deux plaques de support 3A, 3B vues du côté de la charge utile et montrant plus en détail cette charge utile qui comprend essentiellement les montures 16 précitées et des coffrets 17, 18 de circuits électroniques de détection associés aux télescopes 1 et 2 respectivement.

On a représenté en figure 4 les deux plaques 3A, 3B de la figure 3 après leur assemblage à l'aide des inserts 6. Cet assemblage comporte trois montures 16 dont une est commune aux plaques 3A, 3B, et chacune des deux autres est fixée

respectivement sur une des plaques. En outre, chacune des plaques de l'assemblage 3A+3B comporte principalement : un obturateur 19, un miroir de repliement (ou « miroir de renvoi ») 20, et un miroir tertiaire 21 monté sur une équerre de support 22 (réalisée par exemple en titane).

5 La figure 5 se rapporte à un mode de réalisation à quatre télescopes. On n'a représenté sur cette figure que les quatre plaques de support individuelles 23 à 26 avec leurs inserts 6 d'assemblage et trois supports isostatiques 16. Bien entendu, les formes, dimensions relatives et dispositions mutuelles de ces plaques peuvent être différentes de celles représentées en figure 5. Il est également bien entendu que dans
10 ce mode de réalisation, comme dans ceux des figures 6 à 9, l'on pourrait utiliser une seule plaque au lieu de plusieurs, mais cela rendrait plus onéreuse la réalisation de l'appareillage.

Les grandes étapes de réalisation de l'ensemble conforme à l'invention sont :

- 1 - réalisation des bancs optiques élémentaires,
- 15 2 - assemblage /ajustage / appairage « piontage » des bancs optiques,
- 3 - démontage des bancs,
- 4 - intégration des instruments optiques sur chaque banc équipé de montures isostatiques,
- 5 - assemblage des deux bancs équipés en un seul banc monolithique (avec un
20 repositionnement précis grâce au « piontage » réalisé à l'étape 2),
- 6 - intégration des « star trackers » sur le banc monolithique.

On a représenté en figures 6 à 9 des détails de réalisation d'exemples de réalisation des dispositifs d'assemblage des plaques de support telles que les plaques
25 3A, 3B décrites ci-dessus.

La figure 6 illustre deux variantes d'un mode de réalisation à assemblage des plaques-supports des télescopes assuré par éclissage. Sur la vue du haut de la figure 6, les deux plaques 27, 28 sont disposées de façon coplanaire et approchées à faible distance mutuelle. Elles sont alors reliées par des éclisses ou plaques métalliques 29,
30 30 et par des vis ou boulons 31 fixant les éclisses sur les plaques, ainsi que par des

pions de positionnement 32, traversant l'une des éclisses et pénétrant dans des trous borgnes formés dans les deux plaques 27, 28.

En variante, comme représenté en bas de la figure 6, les chants en vis-à-vis des deux plaques 27', 28' sont rectifiés et appliqués l'un contre l'autre. Des éclisses 5 29, 30 sont vissées sur les deux faces des plaques. Des pions intérieurs 33 sont fixés sur les chants latéraux des deux plaques, à cheval sur leurs chants en vis-à-vis.

En figure 7, on a représenté un mode de réalisation d'assemblage de deux plaques-supports du type tenon-mortaise. Dans ce cas, l'une des deux plaques (plaque 34) est plus épaisse que l'autre (35). Dans le chant de la plaque 34 10 correspondant à la zone d'assemblage des deux plaques, on pratique une rainure dont la largeur est sensiblement égale à l'épaisseur de la plaque 35. Un bord de cette plaque 35 est inséré dans la rainure et y est maintenu par exemple par des vis ou boulons 36, éventuellement complétés par des pions.

En figure 8, on a représenté deux exemples de réalisation d'autres types 15 d'assemblage : en haut de la figure, l'interface d'assemblage est en forme de « L », et en bas de la figure, cette interface est plane. Pour l'assemblage du type en « L », on utilise une plaque (37) plus épaisse que l'autre (38), et on pratique dans la plaque 37 le long de son bord destiné à recevoir la plaque 38 un lamage dont la profondeur est sensiblement égale à l'épaisseur de la plaque 38. La plaque 38 est maintenue dans ce 20 lamage à l'aide de vis ou boulons 39, éventuellement complétés par des pions.

Le mode de réalisation d'assemblage de la vue du bas de la figure 8 se rapporte à des plaques-supports de même épaisseur ou non, et consiste à superposer les bords des deux plaques 40, 41 et à les maintenir par exemple par des vis ou boulons 42, éventuellement complétés par des pions.

25 Les deux modes de réalisation d'assemblage représentés en figure 9 ont recours à une liaison assurant la raideur de l'assemblage et garantissant des déformations inférieures à quelques μrad .

Pour le mode de réalisation de la vue de gauche de la figure 9, les plaques-supports 43, 44 à assembler doivent être de même épaisseur et de même largeur. 30 L'assemblage est réalisé à l'aide de deux poutres en « U » 45, 46 enserrant les bords latéraux des deux plaques.

Le mode de réalisation de la vue de droite de la figure 9 utilise, en plus des moyens décrits ci-dessus, pour raidir l'assemblage de deux plaques-supports 47, 48, deux poutres rectilignes à section rectangulaire 49, 50 fixées sur une face de l'ensemble des deux plaques 47, 48.

- 5 En conclusion, le dispositif conforme à l'invention présente les avantages suivants :
- il permet des intégrations/alignements optiques des instruments en parallèle : cela permet une réduction du temps de fabrication et limite la taille des moyens optiques utilisés au sol (moyens dits OGSE, soit « Optical Ground
10 Segment Equipment()),
 - il nécessite des moyens d'essais plus simples que les dispositifs connus (en particulier des caissons d'essais moins grands),
 - il est très précis (précision de 9 μ rad ou mieux) sur l'alignement des instruments par rapport aux « star trackers »,
 - 15 - on peut utiliser deux bancs optiques séparés afin de réaliser les opérations d'intégration et d'alignement optique en parallèle, chacun étant mesuré dans un petit caisson d'essais, ce qui permet de raccourcir la durée de la fabrication de l'ensemble,
 - Il présente une très bonne stabilité relative des axes optiques des deux
20 instruments (ou plus) montés sur le même support, et par rapport aux « star trackers » (« star trackers » qui se trouvent sur le banc optique de support de l'un des instruments).

25

30

REVENDICATIONS

1. Ensemble multi-télescopes embarqué ultra-stable, caractérisé en ce qu'il
comporte un banc-support unique supportant au moins deux instruments et au
5 moins deux « star trackers ».
2. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que le banc-support est
composé d'au moins deux bancs individuels assemblés de façon rigide.
3. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que les instruments sont de
l'une au moins des catégories suivantes : télescopes, radars, lidars.

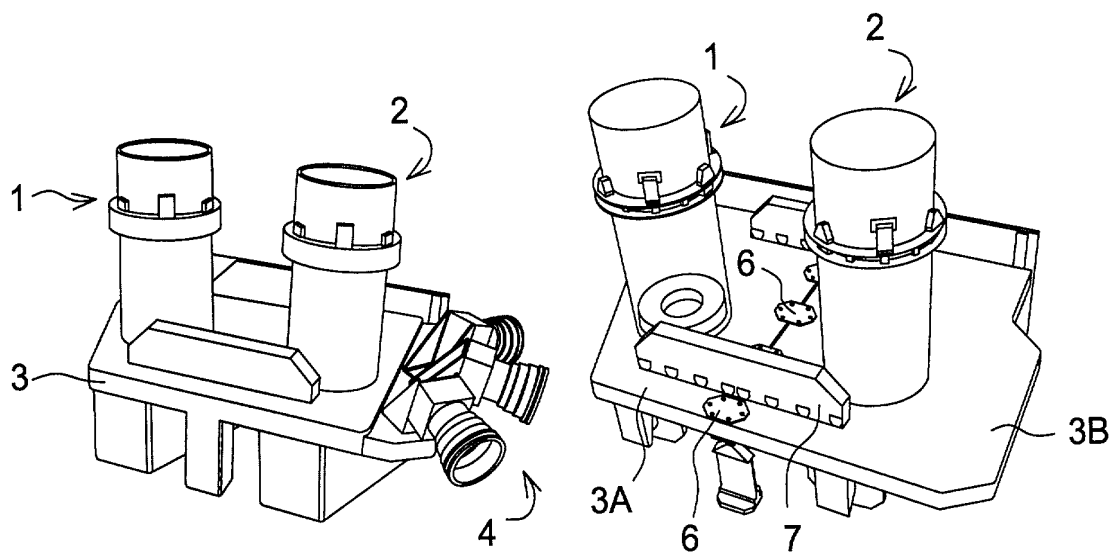


FIG. 1

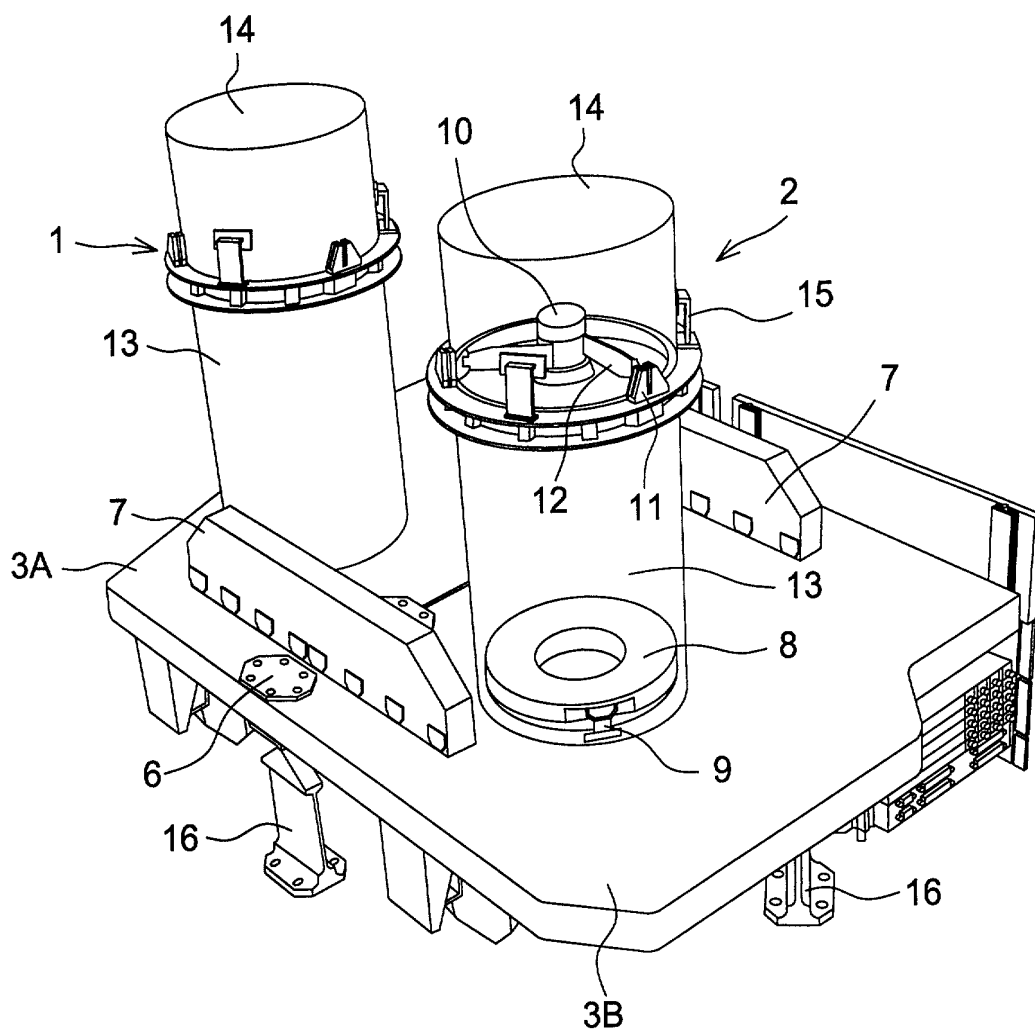


FIG. 2

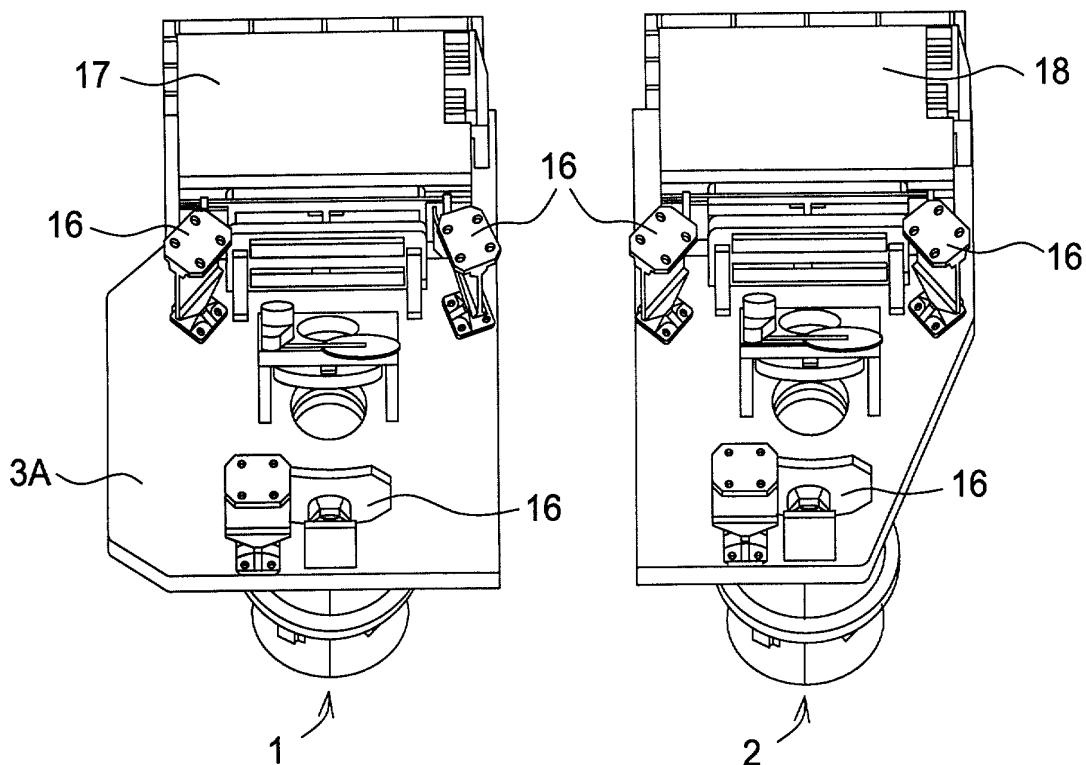


FIG. 3

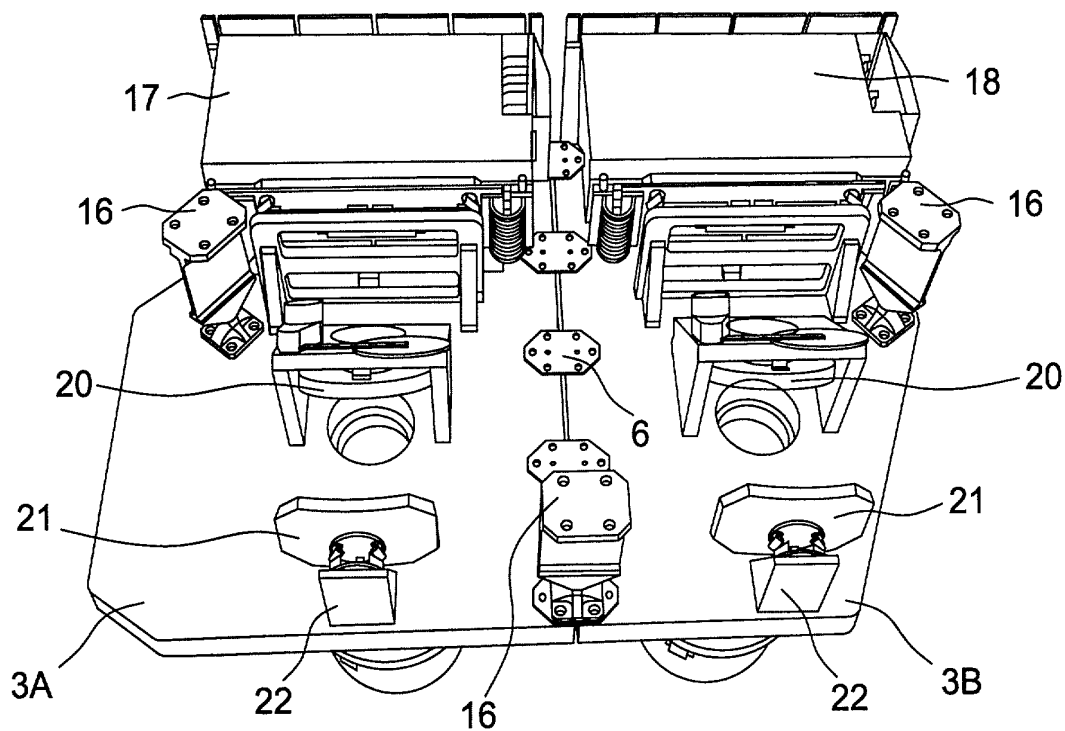


FIG. 4

3/4

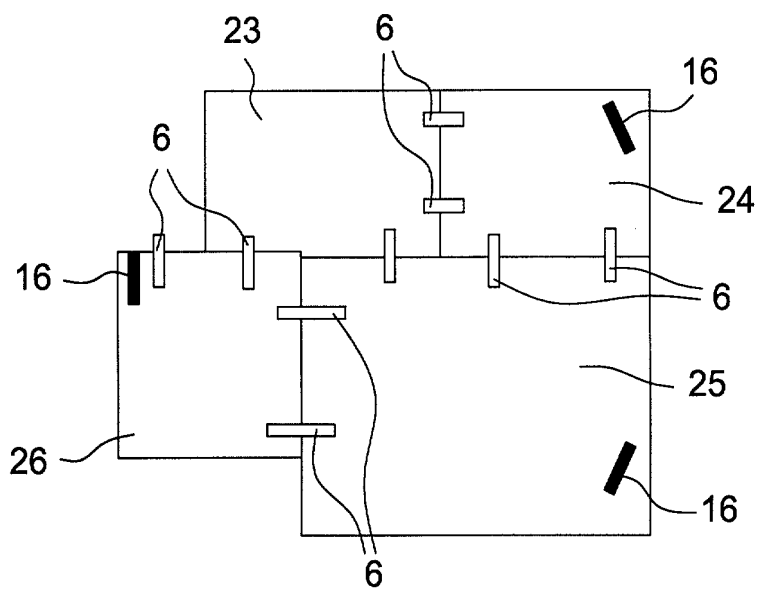


FIG. 5

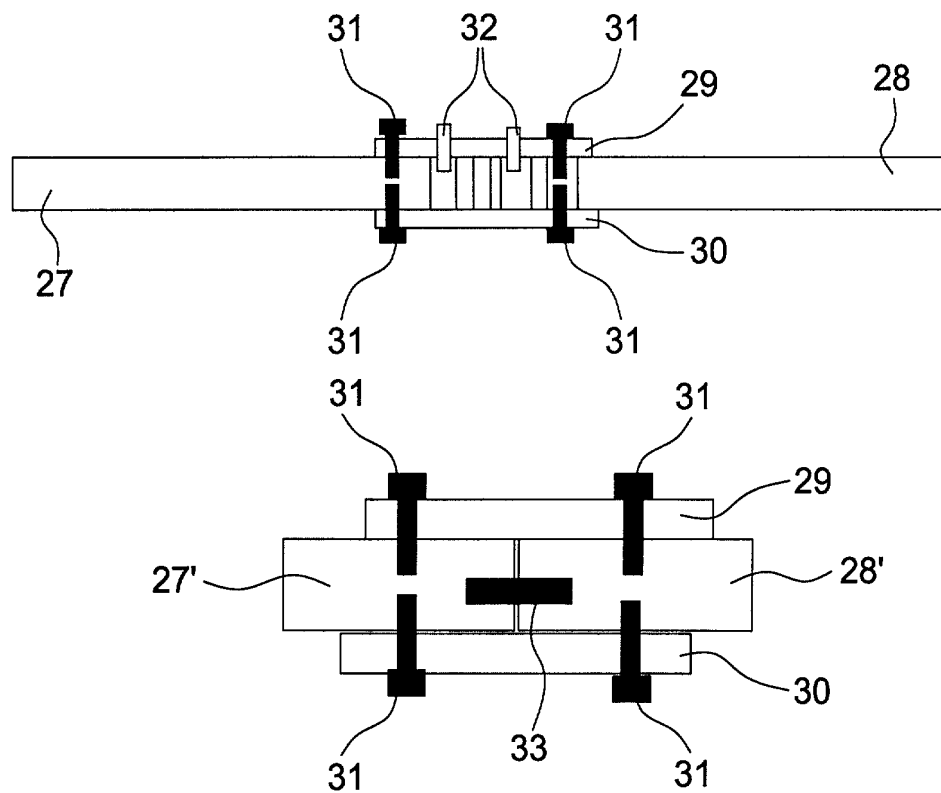


FIG. 6

4/4

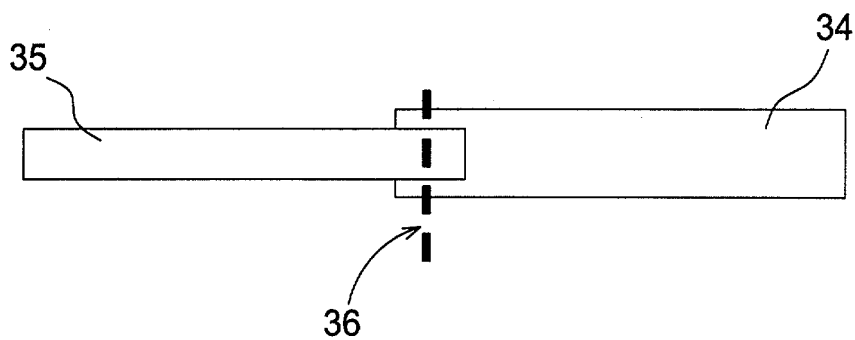


FIG. 7

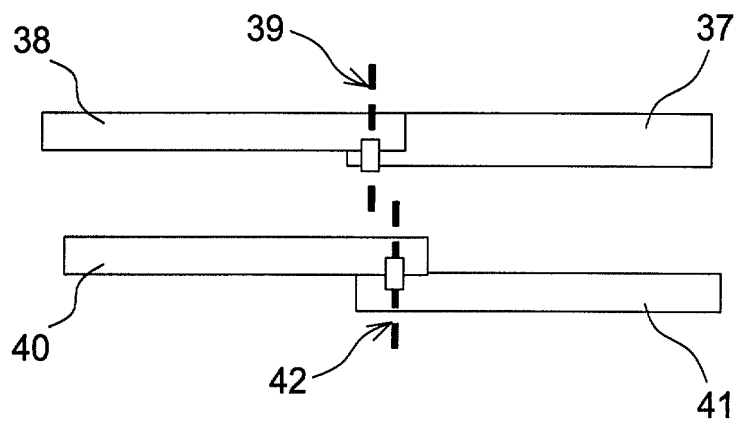


FIG. 8

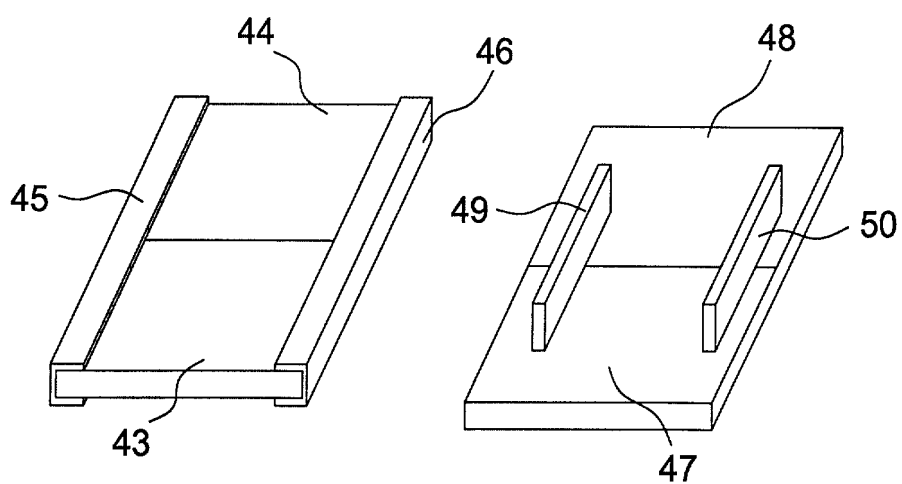


FIG. 9



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 714545
FR 0803316

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 2 789 652 A (MATRA MARCONI SPACE FRANCE [FR]) 18 août 2000 (2000-08-18)	1,2	G02B23/16 B64G1/22
Y	* le document en entier *	3	
X	US 5 963 166 A (KAMEL AHMED [US]) 5 octobre 1999 (1999-10-05)	1	
Y	* colonne 4, ligne 1-59; figure 1 *	3	
X	US 6 108 594 A (DIDINSKY GARRY [US] ET AL) 22 août 2000 (2000-08-22)	1	
Y	* colonne 3, ligne 35-61; figure 1 *	3	
X	US 6 691 033 B1 (LI RONGSHENG [US] ET AL) 10 février 2004 (2004-02-10)	1	
Y	* colonne 3, ligne 25-46; figures 1,4 *	3	
Y	FR 2 686 312 A (AEROSPATIALE [FR]) 23 juillet 1993 (1993-07-23)	3	
A	* page 11, ligne 23 - page 12, ligne 35 * * figures 2-4 *	1	
Y	US 5 905 591 A (DUNCAN ALAN L [US] ET AL) 18 mai 1999 (1999-05-18)	3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	GB 2 182 295 A (RCA CORP RCA CORP [US]) 13 mai 1987 (1987-05-13)	1-3	G02B B64G
A	"Une mécanique active s'oppose aux déformations" BUREAU D'ETUDES, vol. 40, 1988, pages 27-29, XP002519832 paris, France * le document en entier *	1-3	
-/--			
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 mars 2009		Fazio, Valentina	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14) 2



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 714545
FR 0803316

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 6 085 668 A (KANKI MOTOYUKI [JP]) 11 juillet 2000 (2000-07-11) * figures 1,2,4,5 * -----	2	
A	US 5 735 220 A (WANG MING-CHENG [TW]) 7 avril 1998 (1998-04-07) * figures 7,9 * -----	2	
A	CA 2 387 534 A1 (HAMILTON JAMES [CA]) 24 novembre 2003 (2003-11-24) * figures 7,9-11,14,15 * -----	2	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		18 mars 2009	Fazio, Valentina
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14) 2

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0803316 FA 714545**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 18-03-2009

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2789652	A	18-08-2000	AUCUN	
US 5963166	A	05-10-1999	EP 0974516 A2	26-01-2000
US 6108594	A	22-08-2000	AUCUN	
US 6691033	B1	10-02-2004	AUCUN	
FR 2686312	A	23-07-1993	US 5367371 A	22-11-1994
US 5905591	A	18-05-1999	AUCUN	
GB 2182295	A	13-05-1987	DE 3636839 A1 FR 2593466 A1 JP 63112300 A US 4964596 A	07-05-1987 31-07-1987 17-05-1988 23-10-1990
US 6085668	A	11-07-2000	EP 1055380 A1	29-11-2000
US 5735220	A	07-04-1998	AUCUN	
CA 2387534	A1	24-11-2003	AUCUN	