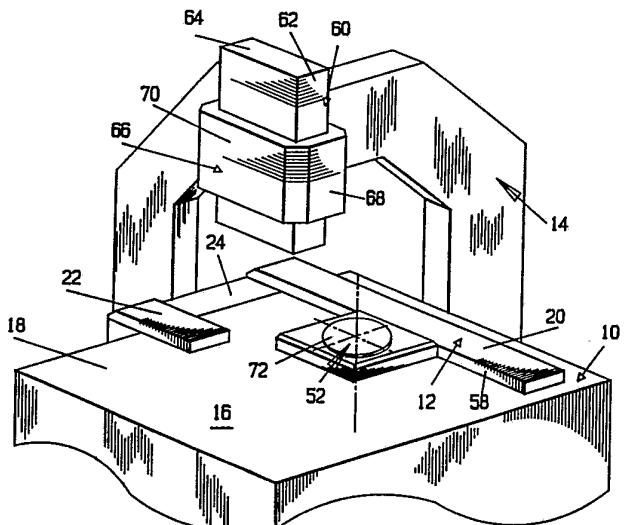




## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

<b>(51) Classification internationale des brevets<sup>5</sup> :</b> <b>F16C 29/02</b>		<b>A1</b>	<b>(11) Numéro de publication internationale:</b> <b>WO 91/18218</b> <b>(43) Date de publication internationale:</b> 28 novembre 1991 (28.11.91)
<b>(21) Numéro de la demande internationale:</b> PCT/FR91/00388 <b>(22) Date de dépôt international:</b> 14 mai 1991 (14.05.91)  <b>(30) Données relatives à la priorité:</b> 90/06047 15 mai 1990 (15.05.90) FR		<b>(74) Mandataire:</b> POLUS, Camille; Cabinet Lavoix, 2, place d'Estienne-d'Orves, F-75441 Paris Cédex 09 (FR).	
<b>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US):</b> ATELIERS MAITRE [FR/FR]; La Forêt-du-Temple, F-23360 Lourdoueix-Saint-Pierre (FR). <b>(72) Inventeurs; et</b> <b>(75) Inventeurs/Déposants (US seulement):</b> DESAILLY, Roger [FR/FR]; 2, impasse de Loutreix, F-16420 Brigueil (FR). JEANNE, Alain [FR/FR]; 14, avenue George-Sand, F-36140 Aigurande (FR).		<b>(81) Etats désignés:</b> AT (brevet européen), AU, BB, BE (brevet européen), BF (brevet OAPI), BG, BJ (brevet OAPI), BR, CA, CF (brevet OAPI), CG (brevet OAPI), CH (brevet européen), CI (brevet OAPI), CM (brevet OAPI), DE (brevet européen), DK (brevet européen), ES (brevet européen), FI, FR (brevet européen), GA (brevet OAPI), GB (brevet européen), GR (brevet européen), HU, IT (brevet européen), JP, KP, KR, LK, LU (brevet européen), MC, MG, ML (brevet OAPI), MR (brevet OAPI), MW, NL (brevet européen), NO, PL, RO, SD, SE (brevet européen), SN (brevet OAPI), SU, TD (brevet OAPI), TG (brevet OAPI), US.	
<b>Publiée</b> <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>			
<b>(54) Title:</b> AIR CUSHION LEVITATION DEVICE AND USES THEREOF <b>(54) Titre:</b> DISPOSITIF DE SUSTENTATION PAR COUSSIN D'AIR ET SES APPLICATIONS <b>(57) Abstract</b> <p>An air cushion levitation device intended particularly for a precision size control and measuring machine, including a stand (10) with at least one plane surface (16) and at least one rigid movable element (12) having at least one plane surface facing the plane surface of the stand. The device is characterized in that the functional guide surface of the movable element's plane surface is divided by grooves (40) into separate sectors (32) each of which includes at least one calibrated nozzle (34) provided with a supply of pressurized or low-pressure fluid so that the movable element can be extremely accurately manoeuvred with respect to the stand. A translational moving device, a rotational moving device and a support device are also described.</p>			
<b>(57) Abrégé</b> <p>Dispositif de sustentation par coussin d'air notamment pour machine de mesure et de contrôle dimensionnel de haute précision comprenant un statif (10) ayant au moins une surface (16) plane, au moins un mobile (12) rigide comprenant au moins une face plane disposée en vis-à-vis de la surface plane du statif caractérisé en ce que la surface fonctionnelle de guidage de la face plane du mobile en vis-à-vis du statif est divisée en secteurs indépendants par des gorges (40), chacun de ces secteurs (32) comprenant au moins un ajutage (34) calibré et alimenté en fluide sous pression ou en dépression de façon à permettre un guidage de grande précision du mobile par rapport au statif. Dispositif de déplacement en translation, dispositif de déplacement en rotation et dispositif support associés.</p>			



***UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION***

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publient des demandes internationales en vertu du PCT.

<b>AT</b>	Autriche	<b>ES</b>	Espagne	<b>MG</b>	Madagascar
<b>AU</b>	Australie	<b>FI</b>	Finlande	<b>ML</b>	Mali
<b>BB</b>	Barbade	<b>FR</b>	France	<b>MN</b>	Mongolie
<b>BE</b>	Belgique	<b>GA</b>	Gabon	<b>MR</b>	Mauritanie
<b>BF</b>	Burkina Faso	<b>GB</b>	Royaume-Uni	<b>MW</b>	Malawi
<b>BG</b>	Bulgarie	<b>GN</b>	Guinée	<b>NL</b>	Pays-Bas
<b>BJ</b>	Bénin	<b>GR</b>	Grèce	<b>NO</b>	Norvège
<b>BR</b>	Brésil	<b>HU</b>	Hongrie	<b>PL</b>	Pologne
<b>CA</b>	Canada	<b>IT</b>	Italie	<b>RO</b>	Roumanie
<b>CF</b>	République Centrafricaine	<b>JP</b>	Japon	<b>SD</b>	Soudan
<b>CG</b>	Congo	<b>KP</b>	République populaire démocratique de Corée	<b>SE</b>	Suède
<b>CH</b>	Suisse	<b>KR</b>	République de Corée	<b>SN</b>	Sénégal
<b>CI</b>	Côte d'Ivoire	<b>LI</b>	Liechtenstein	<b>SU</b>	Union soviétique
<b>CM</b>	Cameroun	<b>LK</b>	Sri Lanka	<b>TD</b>	Tchad
<b>CS</b>	Tchécoslovaquie	<b>LU</b>	Luxembourg	<b>TG</b>	Togo
<b>DE</b>	Allemagne	<b>MC</b>	Monaco	<b>US</b>	Etats-Unis d'Amérique
<b>DK</b>	Danemark				

Dispositif de sustentation par coussin d'air et ses applications.

La présente invention a pour objet un dispositif de sustentation par coussin d'air et ses applications. La technologie moderne requiert une précision toujours plus importante et notamment dans le

5 domaine des machines de mesure et de contrôle dimensionnel pour lesquels il faut que les erreurs introduites par le support lors des déplacements soient inférieures aux tolérances de la pièce à contrôler.

10 Aussi, dès que la précision atteint quelques microns, il faut exclure les systèmes ayant recours à des déplacements par roulement ou qui pourraient introduire de quelconques forces de frottement. Une technique particulièrement adaptée au déplace-

15 ment de pièces les unes par rapport aux autres sans frottement est celle qui utilise les coussins d'air.

On connaît le brevet américain US-A-3 722 996 qui, par exemple, dans le cadre d'une application à la

20 production de masques pour les circuits électroniques, décrit un dispositif de suspension particulier par coussin d'air faisant appel à des patins à lame d'air.

La machine comprend une structure déplaçable par

25 rapport à une base de granit massif ayant au moins deux surfaces perpendiculaires, la structure étant munie de patins particuliers.

Ces patins sont constitués de supports coniques ayant une surface d'appui sensiblement circulaire

30 disposée en vis à vis de l'une des faces de la base de granit.

Sur cette face du patin il est prévu un certain nombre de gorges annulaires. Ces gorges concentriques prises à partir de l'extérieur ont différentes

fonctions. Les gorges extérieures sont soumises à de l'air sous pression tandis que plusieurs gorges concentriques successives vers l'intérieur sont soumises à un fluide en dépression, la gorge la plus proche du centre étant mise à la pression atmosphérique. Les différentes gorges, amenant soit le fluide sous pression, soit le fluide en dépression, sont reliées entre elles par des gorges de communication de façon que le fluide soit équaréparti entre les différentes gorges d'une même catégorie.

L'alimentation en fluide sous pression est effectuée à partir du fond de la gorge. Ces gorges sont scindées en trois portions correspondant à un tiers de périmètre . Les portions concentriques étant alimentées par un point unique.

Si un tel système a une précision suffisante pour des machines de gravage de masques pour l'industrie micro-électronique, il est inapplicable à des machines de contrôle dimensionnel de haute précision pour lesquelles les défauts mesurés sont de l'ordre de 1 à 2 microns. En effet, les patins sont rapportés par rapport à la structure et la simple dilatation des différentes pièces constituant le patin suffit à provoquer des variations de quelques microns en fonction des variations de température si bien qu'une machine de l'art antérieur telle qu'elle vient d'être décrite ne peut être utilisée pour du contrôle dimensionnel que dans un lieu à atmosphère contrôlée. Ce travail sous enceinte n'est pas possible dans le cas de certaines machines de contrôle dimensionnel de grande taille, pour l'aéronautique notamment.

De plus, le système connu de l'art antérieur est utilisé avec une centrale de pilotage de l'alimentation en fluide sous pression et de l'évacuation du fluide en dépression, qui est sensible aux agents extérieurs et dont le fonctionnement est complexe. Ceci engendre systématiquement des variations de la hauteur de vol du patin par rapport à la base en granit.

Un autre inconvénient du système de l'art antérieur est celui de nécessiter une alimentation en fluide sous pression à partir du fond d'une gorge ce qui crée un film d'air de hauteur relativement importante au droit de la gorge, cet air s'échappant sous les surfaces délimitant la gorge sans qu'il soit possible de contrôler avec précision la hauteur de ce film d'air. Ainsi le moindre défaut de planéité ou d'usinage de la gorge provoque un point de fuite localisé au lieu d'être réparti ce qui engendre un défaut de stabilité du patin si bien que la répartition en trois secteurs à 120° ne procure pas à ce patin la stabilité souhaitée. En effet, le secteur, ayant un point de fuite localisé, va provoquer le basculement du patin du côté de ce secteur, les deux autres ne pouvant compenser ce défaut. Le résultat est que le patin n'est pas parfaitement parallèle à la face en vis à vis de la base de granit.

On remarque également que le patin est constitué de plusieurs pièces mécaniques assemblées les unes aux autres par des montages à pas de vis qui ne peuvent en aucun cas être comparés à un encastrement ce qui peut engendrer également des imprécisions.

La présente invention pallie les inconvénients des systèmes de l'art antérieur et propose un disposit-

tif de sustentation dans lequel la fonction de guidage est intégrée à la structure même ainsi que la précontrainte nécessaire à son fonctionnement, qui n'introduit aucun élément souple rotulant, dont

5 la précision géométrique des éléments permet d'obtenir des hauteurs de vol très faibles qui assurent une grande rigidité du coussin d'air, dont les masses embarquées du système sont faibles mais dont les moments d'inertie sont très importants, qui

10 présente une grande stabilité vis à vis des perturbations thermiques, qui n'induit aucun frottement et par conséquent aucune usure des pièces fonctionnelles de guidage, et qui ne présente également aucune hystérésis de fonctionnement.

15 La présente invention a également pour objet les applications particulières de ce dispositif de sustentation et notamment un dispositif de déplacement en translation, un dispositif de déplacement en rotation et un dispositif support, notamment

20 d'instruments de mesure.

A cet effet, le dispositif de sustentation par coussin d'air selon l'invention, notamment pour machines de mesure et de contrôle dimensionnel de haute précision, comprend un statif ayant au moins

25 une surface plane, au moins un mobile rigide comprenant au moins une face plane disposée en vis à vis de la surface plane du statif caractérisé en ce que la surface fonctionnelle de guidage de la face plane du mobile en vis à vis du statif est divisée

30 en secteurs indépendants par des gorges, chacun de ces secteurs comprenant au moins un ajutage calibré alimenté en fluide sous pression ou en dépression de façon à permettre un guidage de grande précision du mobile par rapport au statif. La disposition des

secteurs et leur forme géométrique sont établies en fonction de la géométrie du mobile.

Selon une caractéristique particulière de l'invention, l'alimentation en fluide sous pression s'effectue à une pression constante et prédéterminée. De plus, la dépression est obtenue par une pompe à vide comprenant un venturi soumis à la pression d'alimentation constante et prédéterminée.

10 Selon une autre caractéristique, la superficie des secteurs est fonction du calibre des ajutages et de la pression d'alimentation constante et prédéterminée.

15 Selon un mode de réalisation particulier du dispositif de sustentation selon l'invention, l'alimentation en fluide sous pression est effectuée à une pression comprise entre 5 et 7 bars.

20 Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif de sustentation selon l'invention se caractérise en ce qu'il comprend des moyens pour fermer l'alimentation en fluide sous pression de façon à immobiliser le mobile par rapport au statif.

25 Selon un mode de réalisation particulier, le statif et le mobile sont en granit, en céramique dense du type alumine ou carbure de silicium, ou en matériau composite ou plus généralement en tout matériau de faible densité et ayant un module d'Young important.

30 Le dispositif de déplacement en translation selon l'invention, qui met en oeuvre ce dispositif de sustentation, comprend un statif massif de référence ayant au moins une première et une seconde faces perpendiculaires, une équerre guidée par rapport à ces deux faces au moyen de secteurs indépendants ménagés sur la face de cette équerre

située en vis à vis du statif et séparés par des gorges, chacun de ces secteurs comprenant au moins un ajutage calibré et alimenté en fluide sous pression ou en dépression de façon à permettre un mouvement en translation suivant un premier axe "x".

Selon un mode particulier de réalisation l'équerre comprend trois éléments rectilignes solidarisés entre eux pour former un U, le premier et le deuxième éléments étant parallèles à la première face du statif, le troisième élément étant situé dans un plan perpendiculaire au plan défini par les premier et second éléments et parallèle à la seconde face du statif.

Le dispositif de déplacement selon l'invention se caractérise en outre en ce qu'il comprend un plateau mobile, guidé par rapport au statif et par rapport à l'équerre, comprenant une première et une seconde faces, munie chacune de secteurs indépendants, séparés par des gorges, chacun de ces secteurs comprenant au moins un ajutage calibré et alimenté en fluide sous pression ou en dépression de façon à permettre un mouvement en translation suivant un deuxième axe "y" perpendiculaire au premier axe "x".

Selon un mode de réalisation particulier, le plateau mobile est guidé par rapport au premier élément de l'équerre.

Le dispositif de déplacement en translation selon l'invention se caractérise en outre en ce que le statif comprend une potence en saillie au dessus de sa première face sur laquelle est fixée une poutre comprenant au moins deux faces perpendiculaires, dont l'axe longitudinal est perpendiculaire à la

première face du statif, cette poutre supportant un chariot mobile selon l'axe longitudinal de la poutre de façon à permettre un mouvement en translation suivant un troisième axe "z" perpendiculaire aux premier et deuxième axes, respectivement "x" et "y".

5 Selon un mode de réalisation particulier, le chariot comprend deux éléments perpendiculaires, solidarisés entre eux pour former un L, chacun des 10 éléments comprenant sur sa face en vis à vis de la poutre des secteurs indépendants séparés par des gorges, chacun de ces secteurs comprenant au moins un ajutage calibré et alimenté en fluide sous pression ou en dépression.

15 Selon un mode de réalisation particulier, la potence est munie d'un contrepoids relié au chariot de façon à compenser le poids propre du chariot.

Selon une caractéristique particulière, le dispositif de déplacement se caractérise en ce que les 20 secteurs de chacun des premier et deuxième éléments de l'équerre, la première face du plateau mobile et le premier élément du chariot sont du type "plateau", juxtaposés en une zone centrale de dépression et une zone périphérique de pression. Parallèlement, les secteurs du troisième élément de l'équerre, de la seconde face du plateau, et de la face du second élément du chariot sont du type "coulisseau", juxtaposés en deux zones de pression et une zone de dépression respectivement disposées 25 aux extrémités et au milieu de l'élément ou de la face.

30 Le dispositif de déplacement en rotation mettant en œuvre le dispositif de sustentation selon l'invention se caractérise en ce qu'il comprend un stator

- et un rotor, des moyens de sustentation du type "disque" et des moyens de guidage radial du rotor par rapport au stator. Particulièrement les moyens de sustentation comportent une surface fonctionnelle ménagée sur le stator, et divisée en au moins deux couronnes concentriques séparées par des gorges, chaque couronne étant également divisée en secteurs indépendants par des gorges et comprenant chacune au moins un ajutage calibré et alimenté en fluide sous pression ou en dépression.
- Selon un mode de réalisation particulier, le stator comprend trois couronnes concentriques, juxtaposées, les secteurs des deux couronnes intérieure, extérieure et les secteurs de la couronne intermédiaire étant alimentés respectivement en fluide sous pression et en fluide en dépression.
- Les gorges séparant les différentes couronnes sont mises à la pression atmosphérique.
- Les moyens de guidage radial du rotor par rapport au stator comprennent une sphère de référence fixée rigidement sur le rotor et au moins trois patins agencés à 120° et fixés sur le stator en vis à vis de la sphère. La face de chaque patin en vis à vis de la sphère comprend une calotte hémisphérique comportant au moins une zone de pression.
- Selon un mode de réalisation particulier, la face de chaque patin en vis à vis de la sphère comprend un revêtement obtenu par surmoulage préalable sur la sphère de référence.
- Selon une autre caractéristique, les patins sont articulés par rapport au stator.
- Le dispositif support, notamment d'un instrument de mesure tel qu'un comparateur, mettant en oeuvre le dispositif de sustentation selon l'invention com-

prend un sabot déplaçable sur une surface de référence dont la face inférieure est divisée en secteurs indépendants par des gorges, chacun des secteurs comprenant au moins un ajutage calibré et alimenté en fluide sous pression ou en dépression et un support solidaire du sabot.

Selon une caractéristique particulière, les secteurs indépendants sont du type "plateau", juxtaposés en une zone centrale de dépression et en une zone périphérique de pression.

La présente invention est décrite ci-après selon des modes de réalisation particuliers et en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue en perspective du dispositif de déplacement en translation selon l'invention,
- la figure 2 représente une vue en perspective de l'équerre et du plateau mobile selon l'invention,
- la figure 3 représente une vue en perspective avec coupe partielle du dispositif de sustentation selon l'invention,
- la figure 4 représente une vue de dessus du stator du dispositif de déplacement en rotation selon l'invention,
- 25 - la figure 5 représente une vue en coupe selon la ligne 5-5 de la figure 4,
- la figure 6 représente une vue de dessous du stator avec coupe partielle,
- la figure 7 représente une vue de détail d'un patin du dispositif de déplacement en rotation selon l'invention.
- 30 - la figure 8 représente une vue en perspective du dispositif support selon l'invention et,

- la figure 9 représente une vue de dessous du dispositif support de la figure 8.

Sur la figure 1 on a représenté une vue en perspective du dispositif de déplacement en translation  
5 selon l'invention.

Ce dispositif comprend un statif massif 10, une équerre 12, ainsi qu'une potence 14.

Le statif massif 10 est en granit et possède au moins une première face 16 et une seconde face 18  
10 parfaitement rodées et d'une planéité n'engendrant pas de défaut supérieur à 5 microns. Par ailleurs, les faces 16 et 18 sont parfaitement perpendiculaires.

L'équerre 12 est représentée plus en détail sur la  
15 figure 2. Elle est constituée de trois éléments 20, 22, 24 reliés entre eux de façon à former un U. Deux des éléments 20 et 22 sont parallèles entre eux et disposés en vis à vis de la première face 16 du statif 10. Le troisième élément 24 est disposé  
20 dans un plan perpendiculaire au plan comprenant les premier et deuxième éléments, respectivement 20 et 22, de façon que ce troisième élément soit parallèle à la seconde face 18 du statif 10. Plus particulièrement les trois éléments 20, 22 et 24  
25 sont réalisés à partir de tubes creux en céramique dense, de section rectangulaire pour les éléments 20 et 22 et de section sensiblement carrée pour le troisième élément 24.

Les liaisons entre le premier élément et le troisième élément, et entre le deuxième élément et le troisième élément, sont réalisées par collage. Ce mode de liaison est une opération rapide et assure une parfaite rigidité de l'ensemble, la liaison pouvant être considérée comme un encastrement.  
30

Par ailleurs, le collage permet un positionnement très précis des éléments les uns par rapport aux autres.

On remarque également sur cette figure 2 des dispositifs de sustentation selon l'invention du type "plateau" 26 et "coulisseau" 28.

Le dispositif de sustentation selon l'invention est décrit ci-après pour le type "plateau".

La description est effectuée en regard de l'élément 10 20, représenté sur la figure 2 ainsi que de la figure 3 qui représente une vue en perspective avec coupe partielle d'un élément.

Le premier élément 20 de l'équerre 12 a une face plane 30 disposée en vis à vis du statif, qui 15 détermine une surface fonctionnelle de guidage dans laquelle sont prévus deux dispositif de sustentation du type "plateau". Chaque dispositif comprend une surface sensiblement carrée qui est divisée en secteurs 32 indépendants comprenant chacun un ajutage 34 parfaitement calibré et alimenté en fluide sous pression ou en dépression par un réseau de conduits souples, non représenté pour la simplification du dessin mais à la portée de l'homme de l'art, seules les connexions 36 d'alimentation en 20 fluide sous pression et 38 d'alimentation en fluide en dépression étant représentées sur le troisième élément 24.

Les secteurs sont indépendants et séparés par des gorges 40 qui délimitent ces secteurs et débouchant 25 sur les côtés de la surface carrée.

Chaque ajutage 34 comprend un alésage 42 ménagé dans l'épaisseur de l'élément 20 tandis qu'un étrangleur 44 dont l'orifice central de passage est parfaitement calibré est introduit par l'intérieur

de l'élément dans cet alésage 42, la figure 3 faisant apparaître une portion de l'un des conduits souples 46 du réseau de distribution du fluide sous pression.

5 De même, afin de répartir le fluide sous pression de façon homogène sur toute la surface du secteur, il est prévu une rainure 48 de profondeur décroissante au fur et à mesure de l'éloignement de l'ajutage 34. Par ailleurs, on constate que le dispositif de sustentation du type "plateau" a une géométrie particulière avec plusieurs secteurs 32 alimentés en fluide sous pression disposés en périphérie tandis que la zone centrale est un secteur de plus grandes dimensions et dans lequel il est prévu 10 un conduit débouchant 47 susceptible de conduire un fluide en dépression.  
15

Le second dispositif du type "plateau" du premier élément 20 et le dispositif unique de l'élément 22 sont identiques au dispositif à plateau qui vient 20 d'être décrit.

Dans le mode de réalisation représenté le premier élément 20 a une longueur supérieure au second élément 22.

Le dispositif de sustentation du type "coulisseau" 25 prévu sur le troisième élément 24 de l'équerre 12 comprend également des secteurs 32 indépendants et séparés par des gorges 40. Compte tenu de la géométrie de l'équerre et de son fonctionnement tel qu'il sera décrit ultérieurement, les secteurs 32 30 sont disposés aux extrémités 50 du troisième élément 24, ainsi qu'on peut le voir sur la figure 2. Le secteur alimenté en fluide en dépression est en position centrale entre les secteurs 32 alimentés en fluide sous pression.

L'alimentation en fluide sous pression ou en dépression est réalisée à partir d'une centrale pneumatique comprenant de façon connue un filtre ainsi qu'un dispositif de pompe à vide munie d'un venturi de façon que la pression circulant dans un premier circuit engendre simultanément lors de son passage dans le système venturi une dépression dans un second circuit. Cette dépression est directement calibrée afin que pour une alimentation à pression constante et pré-déterminée, la centrale délivre au dispositif de sustentation une pression d'alimentation constante ainsi qu'une dépression constante.

La superficie des secteurs est fonction du calibre des ajutages et de la pression d'alimentation constante et pré-déterminée.

Afin de fixer un ordre de grandeur l'alimentation peut être comprise entre 5 et 7 bars de façon à rester dans les valeurs courantes d'alimentation en gaz sous pression dans l'industrie. De même la dépression sera calibrée pour atteindre des valeurs comprises entre 0,5 et 1 bar.

Le dispositif de déplacement en translation est également complété par un plateau 52 mobile comprenant une première face 54 en vis à vis de la première face 16 du statif 10 et une seconde face 56 perpendiculaire à la première face 54 et disposée en vis à vis de l'une des faces latérales 58 du premier élément 20 de l'équerre 12.

La première face 54 du plateau mobile comprend un dispositif de sustentation du type "plateau" 26 tandis que la seconde face 56 comprend un dispositif de sustentation du type "coulisseau" 28. Les différentes faces sont représentées en détail sur la figure 2 tandis que le montage tel qu'il se

présente lors du fonctionnement est représenté schématiquement sur la figure 1.

Le dispositif de déplacement en translation comprend une potence 14 en saillie au-dessus de la 5 première face 16 du statif 10 sur laquelle est fixée une poutre 60 parallélépipédique, l'axe longitudinal de cette poutre étant orienté perpendiculairement à la première face 16 du statif 10.

La fixation de cette poutre 60 par rapport à la 10 potence est réalisée sur deux de ses faces, laissant ainsi deux faces 62 et 64 libres.

Sur cette poutre 60, il est prévu un chariot 66, mobile selon l'axe longitudinal de la poutre. Ce chariot 66 comprend deux éléments 68 et 70 solidarisés entre eux pour former un L, chacun des éléments comprenant sur sa face en vis à vis des faces 62 et 64 de la poutre 60 des secteurs indépendants, du type "plateau" pour l'élément 70 et du type "coulisseau" pour l'élément 68. Par ailleurs, de 15 20 façon à compenser le poids propre du chariot 66, il est prévu un contrepoids relié au chariot, non représenté mais dont la réalisation est à la portée de l'homme de l'art.

Le dispositif de déplacement en translation représenté sur la figure 1 peut également être complété 25 par un dispositif de déplacement en rotation qui sera décrit ultérieurement.

Le fonctionnement du dispositif de déplacement en translation est maintenant décrit.

30 L'équerre est disposée sur le statif 10 de façon que la face 30 du premier élément 20 soit en vis à vis de la première face 16 du statif 10. De même, la face du troisième élément 24 portant le dispositif à dépression du type "coulisseau" 28 est

disposée en vis à vis de la seconde face 18 du statif 10. Le plateau 52 mobile est également disposé de façon que sa première face 54 soit en vis à vis de la première face 16 du statif 10,  
5 tandis que sa deuxième face 56 vient au contact de la face latérale 58 du premier élément 20 de l'équerre 12.

Ainsi que cela est représenté sur la figure 1, l'équerre 12 se déplaçant simultanément par rapport  
10 à la première face 16 et à la seconde face 18 du statif 10 permet un déplacement de l'équerre 12 selon un premier axe "x". Le plateau 52 mobile se déplaçant le long du premier élément 20 assure un mouvement selon un deuxième axe "y" perpendiculaire  
15 au premier axe "x" définissant ainsi une table à mouvement croisé.

Le dispositif à potence 14 et poutre 60 permet un déplacement du chariot 66 le long de l'axe longitudinal de la poutre 60 qui est perpendiculaire à  
20 la première face 16 du statif 10 ce qui conduit à avoir un troisième degré de liberté correspondant à un mouvement selon un troisième axe "z" perpendiculaire simultanément au premier et second axes "x" et "y".

25 Si l'on rajoute un dispositif de déplacement en rotation 72 sur le plateau 52 mobile, on obtient un quatrième degré de liberté, un mouvement en rotation  $\Theta$  symbolisé sur la figure 1.

Les déplacements des différents éléments par rapport au statif ou par rapport à la poutre sont obtenus grâce au dispositif de sustentation selon l'invention dont le fonctionnement est décrit plus particulièrement en regard de la figure 3.

Le fluide sous pression est amené par le conduit souple 46, passe à travers l'étrangleur 44, parfaitement calibré, pour sortir à travers l'alésage 42. Le fluide sous pression, sorti de l'ajutage 42 5 se répartit sur toute la surface du secteur 32, notamment grâce à la rainure 48 qui améliore l'homogénéité de la répartition. Une lame d'air est créée entre chacun des secteurs 32 et la face du statif qui est en vis à vis. Les gorges 40 évitent 10 la perturbation d'une lame d'air générée par un secteur par la lame d'air générée par un secteur juxtaposé.

Ces gorges 40 sont mises à la pression atmosphérique en débouchant latéralement sur les bords des 15 dispositifs de sustentation. Quant au secteur central 32, soumis à un fluide en dépression, il provoque un effet de ventouse qui ne perturbe pas les secteurs soumis au fluide en pression car les gorges 40 s'interposent entre les deux types de 20 secteurs.

Les différentes pièces mobiles sont en équilibre sur un coussin d'air par rapport à l'élément fixe sous l'action de forces d'attraction correspondant aux secteurs en dépression et de forces de répulsion correspondant aux secteurs en pression. 25

Ainsi la disposition des secteurs et leur forme géométrique sont fonction de la géométrie du mobile et la superficie de ces secteurs est fonction du calibre des ajutages et de la pression d'alimentation constante et prédéterminée qui définit simultanément la dépression grâce au système venturi. Il existe donc une relation entre la superficie du secteur, sa géométrie, le calibre des ajutages et 30 la pression d'alimentation.

La mise en place d'un tel dispositif de déplacement en translation est simple puisqu'il suffit de disposer les différentes pièces par rapport au statif puis de relier la gaine principale du câblage pneumatique à une source de pression constante et prédéterminée. Les ajutages, la superficie et la géométrie des secteurs étant définis pour cette pression prédéterminée, l'ensemble du système se positionne immédiatement créant une lame d'air très rigide qui confère une très faible hauteur de vol à l'ensemble des éléments mobiles, ce qui augmente sensiblement la précision des déplacements, et diminue les variations de hauteur de cette lame.

Sur la figure 5 on a représenté un dispositif de déplacement en rotation qui comprend un stator 110 et un rotor 112. Le stator 110 comprend une partie annulaire 114 surmontée d'un disque 116 avec un alésage 117 dans sa partie centrale. Par ailleurs, il est également prévu trois supports 118 de patins 120 ainsi que cela est mieux représenté sur la figure 6 qui est une vue de dessous. Il est également prévu des articulations 122, réglables en translation par rapport aux supports 118 de façon que la tête de patin 124 soit réglable.

Le disque 116 comprend un dispositif de sustentation selon l'invention et il est représenté en détail sur la figure 4.

Le dispositif de sustentation est du type "disque" et comprend trois couronnes concentriques 126, 128 et 130 respectivement extérieure, intermédiaire et intérieure. Ces trois couronnes sont séparées par des gorges 132 de façon à délimiter deux zones de pression correspondant aux couronnes extérieure 126, intérieure 130 et une zone de dépression cor-

respondant à la couronne 128. Les couronnes en pression 126 et 130 sont divisées en secteurs indépendants 134, séparés par des gorges 136, les gorges 136 permettant la mise à la pression atmosphérique de la gorge de séparation 132. De même, la couronne intérieure est séparée en secteurs indépendants 134 par des gorges 136 qui débouchent vers l'intérieur dans l'alésage 117.

Les secteurs 134 ont une surface et une géométrie définies et chaque secteur est muni d'un ajutage 138 qui comprend les mêmes éléments que l'ajutage 34 représenté à la figure 3, à savoir un conduit souple 46, un étrangleur 44 débouchant dans un alésage 42 ménagé dans l'épaisseur du disque 116.

De même l'ajutage est complété par une rainure courbe 140 qui permet une meilleure diffusion du fluide sous pression.

La couronne 128 intermédiaire comprend des ajutages 142 qui conduisent le fluide en dépression et dans l'exemple représenté l'ajutage 142 est calibré mais la dépression est déterminée par la source elle-même comme cela sera détaillé lors de la description du fonctionnement du dispositif de déplacement en rotation.

Sur la figure 5, le rotor 112 comprend un disque plein 144 dont la surface 146 disposée en vis à vis du disque 116 est parfaitement plane et rodée. Ce disque 144 comprend des inserts 148 sur lesquels peuvent être fixées les pièces à contrôler.

Sur la face inférieure 146 du disque 144 du rotor 112 il est prévu un axe 150 solidaire du disque à l'une de ses extrémités et supportant à l'autre extrémité une sphère de référence 152. Cette sphère de référence a une sphéricité telle que le diamètre

dans la zone de travail présente des écarts de l'ordre d'une dizaine de microns. La longueur de l'axe 150 est telle que la sphère est disposée entre les têtes 124 des trois patins 120 lorsque le 5 disque 144 repose sur le disque 116 du stator 110. Ainsi que cela est représenté sur la figure 6, on constate que la tête 124 du patin 120 est réglable en translation de façon précise grâce à un dispositif vis-écrou 154 mais la précision du dispositif est due également au fait que les têtes 124 10 de patins, ainsi que cela est représenté en détail sur la figure 7, comprennent une embase 156 sur laquelle est fixée, à l'aide de vis 158, une calotte hémisphérique 160 obtenue par surmoulage à 15 l'aide d'une résine époxy directement sur la sphère de référence 152. Cette opération de surmoulage est réalisée au montage. Cette configuration avec patins à tête rotulante et réglable en translation permet de profiter au maximum de la surface de 20 guidage de la sphère afin d'augmenter les capacités de charge radiale.

En effet, ainsi que cela est représenté sur la figure 7, la calotte hémisphérique 160 comporte un alésage 162 à travers lequel passe du fluide sous 25 pression, l'étanchéité périphérique étant réalisée à l'aide d'un joint 164 interposé entre cette calotte hémisphérique et le support 156. Le réseau de conduits souples permettant d'alimenter les différents ajutages et alésages n'est pas représenté car il est à la portée immédiate de l'homme de 30 l'art.

Le fonctionnement du dispositif de déplacement en rotation est maintenant décrit.

- Une fois le montage effectué, c'est-à-dire après mise en place du rotor 112 et plus particulièrement du disque 144 supportant l'axe 150, lui-même supportant la sphère de référence 152 positionnée par rapport aux patins et par rapport au disque 116 du stator 110, la pièce à contrôler est fixée sur le disque 144 du stator 112.
- Les têtes de patins 124 sont réglées de façon à venir à proximité immédiate de la sphère de référence 152. Ces réglages sont effectués à l'aide du système vis-écrou 154. De l'air sous pression constante et à une valeur prédéterminée est envoyé par les ajutages 138 vers chacun des secteurs 134 des couronnes extérieure 126, et intérieure 130 tandis que du fluide en dépression passe à travers les alésages 142.
- Une lame d'air de grande rigidité est créée et s'interpose entre la face inférieure 146 du disque 144 au droit de chacun des secteurs du disque 116 du stator 110. L'équilibre est trouvé lorsque les efforts de répulsion générés par le fluide sous pression sont compensés par les forces d'attraction dues à la dépression et le poids propre du disque 144 du stator supportant la pièce à contrôler.
- On remarque que chacune des zones en pression et en dépression travaille indépendamment l'une de l'autre puisque les gorges 132 et 136 rendent chacune des couronnes et chacun des secteurs respectivement indépendants les uns des autres.
- Les moyens de guidage radial 119 sont alors mis en action afin de centrer le disque 144 et la pièce qu'il supporte par rapport au stator 110. A cette fin, de l'air sous pression est envoyé à travers la calotte hémisphérique 160 par l'alésage 162,

cette introduction de fluide sous pression ayant pour effet de centrer la sphère de référence 152. L'agencement de trois patins 120 à 120° permet de ce fait de centrer parfaitement la sphère.

- 5 Le fluide sous pression est distribué à une pression constante et prédéterminée. Cette pression fixe a permis la détermination de la forme géométrique et des dimensions des secteurs 134 ainsi que du calibre des ajutages 138, connaissant le poids  
10 propre du rotor ainsi que celui des pièces susceptibles d'être contrôlées au moyen du dispositif de déplacement en rotation qui vient d'être décrit.  
Compte tenu de la grande rigidité de la lame d'air obtenue grâce au dispositif de sustentation selon  
15 l'invention, les variations de charge n'introduisent que des variations très faibles de la hauteur de vol. Pour donner un ordre de grandeur, un dispositif de déplacement en rotation muni d'un disque 144 de 300 mm environ de diamètre ne subira une  
20 variation de la hauteur de vol que de 1 micron pour une charge d'environ 30 kilo. La pression utilisée est de l'ordre de 6 bars et la dépression de l'ordre de 0,5 bar.  
Aussi, le dispositif de déplacement en rotation  
25 selon l'invention peut être raccordé au réseau industriel courant par une centrale pneumatique regroupant les différents éléments nécessaires au réglage du système, un manomètre, un filtre ainsi qu'une pompe à vide du type venturi, la dépression  
30 étant directement calibrée au sein de la centrale pneumatique.

Les avantages du système sont nombreux car outre le fait qu'il n'y a aucun frottement ni usure des pièces fonctionnelles, le mouvement de rotation

est régulier, il n'y a pas d'hystérésis, la raideur des guidages est importante et le guidage lui-même est de très grande précision.

En effet, la précision du guidage radial est cinq fois supérieure à la précision de sphéricité de la sphère de référence.

Le guidage radial est indépendant du guidage axial si bien qu'il est possible d'utiliser des rotors de grandes dimensions qui ont une grande capacité de charge sans que la précision varie. Cette précision est liée au défaut de planéité des surfaces fonctionnelles du rotor et du stator, ce défaut de planéité étant maîtrisable et d'autre part au diamètre d'action de la couronne extérieure en pression qui se trouve donc augmenté. Il est à noter également que cet effet résulte de ce que l'augmentation du diamètre est prédominante par rapport au défaut de planéité généré.

La précision de centrage radial peut encore être augmentée en utilisant des patins de plus grande surface ou bien des patins à double calotte hémisphérique de façon qu'il y ait six têtes de patin, chaque paire de têtes étant articulée par rapport à un support.

Des moyens pour interrompre l'alimentation en fluide sous pression peuvent être interposés sur le réseau de conduits souples de façon à interrompre cette alimentation en fluide à la demande. Cette interruption permet de bloquer le disque 144 du rotor par rapport au disque 116 du stator si bien que le rotor est immobilisé, ce qui facilite le chargement ou le déchargement de la pièce à contrôler sur le rotor notamment.

Selon une variante de l'invention, les patins peuvent être réduits à deux, chacun des patins comprenant une zone de pression et une zone de dépression, de façon analogue à l'agencement prévu sur le disque 116 du stator si bien que la sphère de référence est seulement guidée par deux patins, générant eux-mêmes les forces d'attraction et de répulsion. Une telle variante présente tout son intérêt dans le cas où la place est limitée et dans le cas où les forces de rappel ne doivent pas être trop importantes.

Sur la figure 8 on a représenté un dispositif support selon l'invention qui comprend un sabot 210, déplaçable par rapport à un statif 212, ce sabot 210 étant muni d'un support 214 solidarisé au sabot.

Le support 214 comporte une potence 216 qui supporte un comparateur 218. La potence 216 est réglable en hauteur par rapport au support 214 grâce à une molette 220 qui actionne de façon connue une vis bloquant la potence 216 par rapport au support 214.

Le sabot 210, ainsi que cela est représenté en détail sur la figure 9, comprend sur sa face 222 en vis à vis du statif 212 un dispositif de sustentation du type "plateau" comprenant des secteurs 224, indépendants, séparés par des gorges 226 débouchant sur les bords du plateau. Chaque secteur est en outre muni d'un ajutage 228 et d'une rainure complémentaire 230. Chaque ajutage 228 est relié par un conduit souple, non représenté, à un conduit général d'alimentation 231, représenté sur la figure 8, qui alimente en fluide sous pression chacun des ajutages 228.

De même un conduit souple général 232 débouche directement au centre d'un secteur 234 grâce à un ajutage 236 de façon à mettre toute la zone centrale en dépression. Cette zone centrale est entourée 5 en périphérie de la succession de secteurs 234 qui constituent une zone sous pression.

Le sabot 210 est réalisé en matériau à fort module d'Young, du type granit ou céramique dense suivant les dimensions, tandis que le support, la potence 10 et les autres éléments peuvent être réalisés en acier.

Le fonctionnement de ce dispositif support est maintenant décrit.

Lorsque du fluide sous pression est envoyé par le 15 conduit souple général d'alimentation générale et qu'un fluide en dépression est généré dans la zone centrale, il se crée un équilibre entre les forces d'attraction et de répulsion. La lame d'air correspondante, très rigide, confère au sabot une 20 faible hauteur de vol, si bien que le sabot 210 peut se déplacer sans frottement, ni choc, ni heurt, par rapport au statif, évitant ainsi de modifier accidentellement la position des différents organes mécaniques, tels que le support 214, 25 la potence 216 et le comparateur 218. En effet, ces chocs provoquent habituellement des variations du zéro. Ainsi, lorsque l'on contrôle les dimensions d'un élément, le retour à l'origine ne coïncide plus avec le zéro initial. Dans le cas présent, 30 même après de multiples déplacements, compte tenu qu'il n'existe aucun frottement entre le sabot et le statif et que les vibrations sont également supprimées, un contrôle au point origine permet de relever une même valeur du zéro. De plus, comme on

peut le remarquer sur la figure 8, il est prévu un dispositif 236 permettant d'interrompre l'alimentation du fluide sous pression. Lorsque le dispositif 236 est actionné le sabot soumis à la seule dépression dans la zone centrale est immobilisé par rapport au statif sans choc ni heurt. Des mesures successives n'engendrent donc aucune erreur parasite.

Selon une variante de l'invention, le sabot 210 peut être muni sur une de ses faces latérales d'un dispositif de sustentation du type "coulisseau" qui permet de plus un déplacement en translation de ce sabot par rapport à une règle de référence, si bien qu'il est possible d'effectuer également des contrôles de rectitude sans erreur parasite due au choc et au frottement.

Le dispositif de sustentation selon l'invention présente un grand nombre d'avantages dû au fait de l'intégration des différents secteurs directement dans la masse de l'élément à déplacer.

Par ailleurs, afin de faciliter la réalisation des différents secteurs, c'est-à-dire de faciliter l'usinage, il est possible de surmouler une plaque de faible épaisseur sur la face correspondante de l'élément, plaque dans laquelle seront usinées les différentes gorges délimitant les secteurs.

De plus, il est possible de motoriser tous les déplacements des différents éléments utilisant le dispositif de sustentation selon l'invention pour automatiser tous les mouvements.

Certaines applications viennent d'être décrites mais le dispositif de sustentation selon l'invention n'est pas limité à ces seuls exemples.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de sustentation par coussin d'air notamment pour machine de mesure et de contrôle dimensionnel de haute précision comprenant un statif (10) ayant au moins une surface (16) plane, au moins un mobile (12) rigide comprenant au moins une face plane disposée en vis à vis de la surface plane du statif caractérisé en ce que la surface fonctionnelle de guidage de la face plane du mobile en vis à vis du statif est divisée en secteurs indépendants par des gorges (40), chacun de ces secteurs (32) comprenant au moins un ajutage (34) calibré et alimenté en fluide sous pression ou en dépression de façon à permettre un guidage de grande précision du mobile par rapport au statif.

2. Dispositif de sustentation selon la revendication 1 caractérisé en ce que la disposition des secteurs et leur forme géométrique sont fonction de la géométrie du mobile.

3. Dispositif de sustentation selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que l'alimentation en fluide sous pression s'effectue à une pression constante et prédéterminée.

4. Dispositif de sustentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la dépression est obtenue par une pompe à vide comprenant un venturi soumis à la pression d'alimentation constante et prédéterminée.

5. Dispositif de sustentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la superficie des secteurs est fonction du calibre des ajutages et de la pression d'alimentation constante et prédéterminée.

6. Dispositif de sustentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'alimentation en fluide sous pression est effectuée à une pression comprise  
5 entre 5 et 7 bars.

7. Dispositif de sustentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour interrompre l'alimentation en fluide sous pression de  
10 façon à immobiliser le mobile par rapport au statif sous l'effet de la dépression.

8. Dispositif de sustentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le statif et le mobile sont en  
15 granit, en céramique dense du type alumine ou carbure de silicium, ou en matériau composite ou plus généralement en tout matériau ayant une faible densité et un module d'Young important.

9. Dispositif de déplacement en translation  
20 mettant en oeuvre le dispositif de sustentation selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 caractérisé en ce qu'il comprend un statif massif (10) de référence ayant au moins une première et une seconde faces (16, 18) perpendiculaires, une équerre (12) guidée par rapport à ces deux faces au moyen de secteurs (32) indépendants ménagés sur la face de cette équerre disposés en vis à vis du statif et séparés par des gorges (40), chacun de ces secteurs comprenant au moins un ajutage (34) calibré et alimenté en fluide sous pression ou en dépression de façon à permettre un mouvement en translation suivant un premier axe "x".  
30

10. Dispositif de déplacement en translation selon la revendication 9 caractérisé en ce que

l'équerre (12) comprend trois éléments (20, 22, 24) rectilignes, solidarisés entre eux pour former un U, le premier et le deuxième éléments (20, 22) étant parallèles à la première face (16) du statif, 5 le troisième élément (24) étant situé dans un plan perpendiculaire au plan défini par les premier et second éléments et parallèle à la seconde face (18) du statif.

11. Dispositif de déplacement en translation 10 selon la revendication 9 ou 10 caractérisé en ce qu'il comprend un plateau (52) mobile, guidé par rapport au statif et par rapport à l'équerre, comprenant une première et une seconde faces (26, 28), munies chacune de secteurs (32) indépendants, 15 séparés par des gorges, chacun de ces secteurs comprenant au moins un ajutage (34) calibré et alimenté en fluide sous pression ou en dépression de façon à permettre un mouvement en translation suivant un deuxième axe "y", perpendiculaire au 20 premier axe "x".

12. Dispositif de déplacement en translation selon l'une quelconque des revendications 9 à 11 caractérisé en ce que le plateau mobile (52) est guidé par rapport au premier élément (20) de l'équerre. 25

13. Dispositif de déplacement en translation selon l'une quelconque des revendications 9 à 12 caractérisé en ce que le statif (10) comprend une potence (14) en saillie au-dessus de sa première 30 face (16) sur laquelle est fixée une poutre (60) comprenant au moins deux faces (62, 64) perpendiculaires, dont l'axe longitudinal est perpendiculaire à la première face du statif, cette poutre supportant un chariot (66) mobile selon

l'axe longitudinal de la poutre de façon à permettre un mouvement en translation suivant un troisième axe "z" perpendiculaire aux premier et deuxième axes, respectivement "x" et "y".

5        14. Dispositif de déplacement en translation selon la revendication 13 caractérisé en ce que le chariot (66) comprend deux éléments (68, 70) perpendiculaires, solidarisés entre eux pour former un L, chacun des éléments comprenant sur sa face en vis à vis de la poutre (60), des secteurs indépendants séparés par des gorges, chacun de ces secteurs comprenant au moins un ajutage calibré et alimenté en fluide sous pression ou en dépression.

15      15. Dispositif de déplacement en translation selon la revendication 13 ou 14 caractérisé en ce que la potence est munie d'un contrepoids relié au chariot de façon à compenser le poids propre du chariot.

20      16. Dispositif de déplacement en translation selon l'une quelconque des revendications 9 à 15 caractérisé en ce que les secteurs (34) de chacun des premier et deuxième éléments (20, 22) de l'équerre (12), la première face (26) du plateau mobile (52) et la face du premier élément du chariot (66) sont du type "plateau", c'est à dire à secteurs juxtaposés en une zone centrale de dépression et une zone périphérique de pression.

30      17. Dispositif de déplacement en translation selon l'une quelconque des revendications 9 à 15 caractérisé en ce que les secteurs du troisième élément (24) de l'équerre (12), de la seconde face (28) du plateau (52) et de la face du second élément du chariot (66) sont du type "coulisseau", c'est à dire à secteurs juxtaposés en une zone de

pression et deux zones de dépression respectivement disposées aux extrémités et au milieu de l'élément ou de la face.

18. Dispositif de déplacement en rotation  
5 mettant en oeuvre le dispositif de sustentation selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 caractérisé en ce qu'il comprend un stator (110) et un rotor (112), des moyens de sustentation du type "disque" et des moyens de guidage radial (119) du 10 rotor par rapport au stator.

19. Dispositif de déplacement en rotation selon la revendication 18 caractérisé en ce que les moyens de sustentation du type "disque" comportent une surface fonctionnelle ménagée sur le stator, et 15 divisée en au moins deux couronnes concentriques séparées par des gorges, l'une au moins des couronnes étant divisée en secteurs indépendants par des gorges et comprenant chacune au moins un ajutage calibré et alimenté en fluide sous pression ou en 20 dépression.

20. Dispositif de déplacement en rotation selon la revendication 18 ou 19 caractérisé en ce que le stator (110) comprend trois couronnes (126, 128 et 130) concentriques juxtaposées, les secteurs 25 (134) des deux couronnes (126) intérieure, (130) extérieure et la couronne intermédiaire (128) étant alimentées respectivement en fluide sous pression et en fluide en dépression.

21. Dispositif de déplacement en rotation 30 selon l'une quelconque des revendications 18 à 20 caractérisé en ce que les gorges (132) séparant les différentes couronnes sont mises à la pression atmosphérique par des gorges (136) séparant les secteurs (134).

22. Dispositif de déplacement en rotation selon l'une quelconque des revendications 18 à 21 caractérisé en ce que les moyens de guidage radial (119) du rotor par rapport au stator comprennent 5 une sphère de référence (152) fixée rigidement sur le rotor et au moins trois patins (120) agencés à 120° et fixés sur le stator par des supports (118) en vis à vis de la sphère.

23. Dispositif de déplacement en rotation 10 selon la revendication 22 caractérisé en ce que la face de chaque patin (120) en vis à vis de la sphère (152) comprend une calotte (160) hémisphérique comportant au moins une zone de pression.

24. Dispositif de déplacement en rotation 15 selon la revendication 22 ou 23 caractérisé en ce que la calotte hémisphérique de chaque patin en vis à vis de la sphère est obtenue par surmoulage préalable sur la sphère de référence.

25. Dispositif de déplacement en rotation 20 selon l'une quelconque des revendications 22 à 24 caractérisé en ce que les patins (120) sont articulés par rapport au stator.

26. Dispositif support notamment d'un instrument de mesure tel qu'un comparateur, mettant en œuvre le dispositif de sustentation selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 caractérisé en ce qu'il comprend un sabot (210) déplaçable sur une surface (212) de référence, dont la face (222) inférieure est divisée en secteurs (224) indépendants par des gorges (226), chacun des secteurs comprenant au moins un ajutage calibré (228) et alimenté en fluide sous pression ou en dépression et un support (214) solidaire du sabot.

32

27. Dispositif support selon la revendication  
26 caractérisé en ce que les secteurs indépendants  
sont du type "plateau", c'est à dire juxtaposés en  
une zone centrale de dépression et en une zone  
5 périphérique de pression.

## MICRO-CONTROLE

1/5

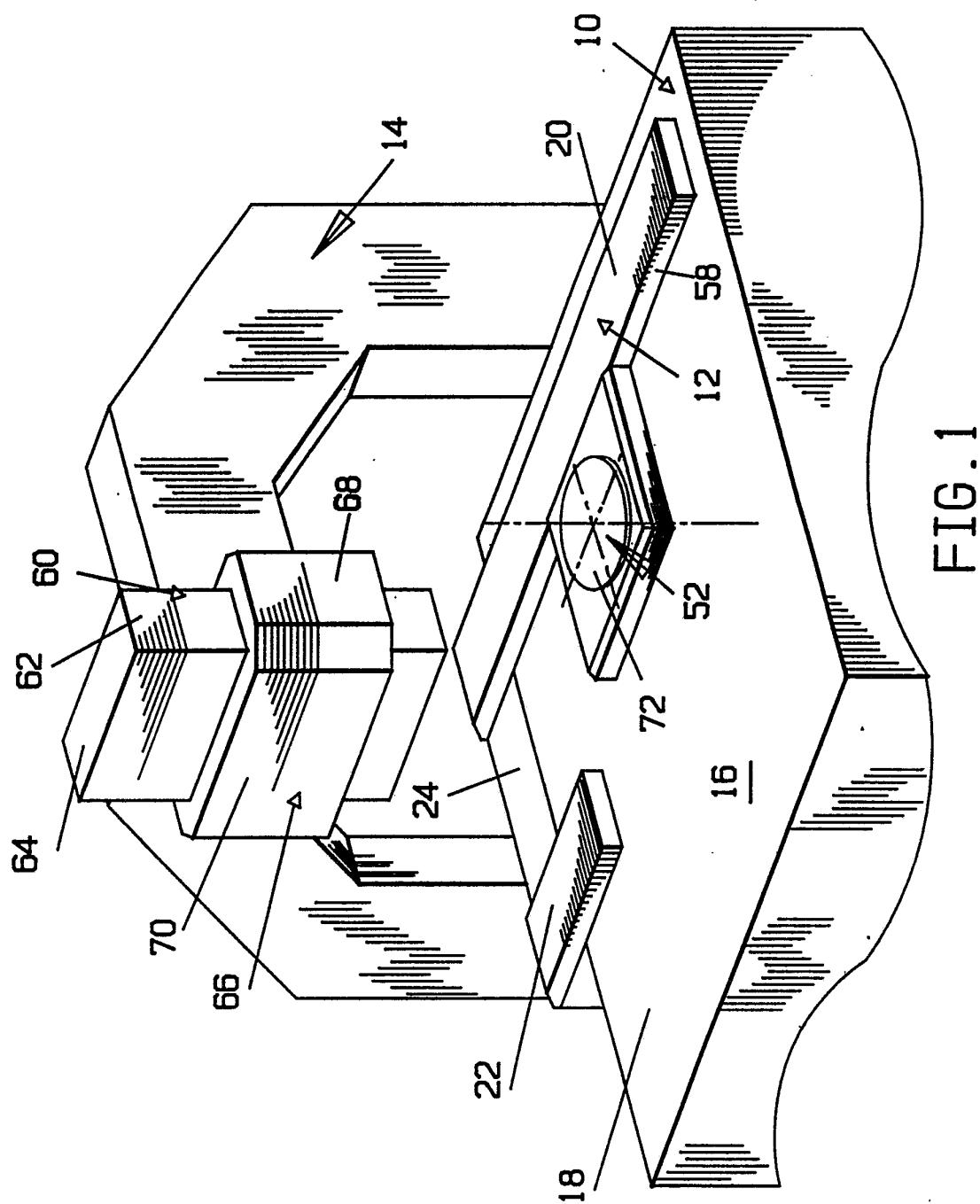


FIG. 1

FEUILLE DE REMplacement

## MICRO-CONTROLE

2/5

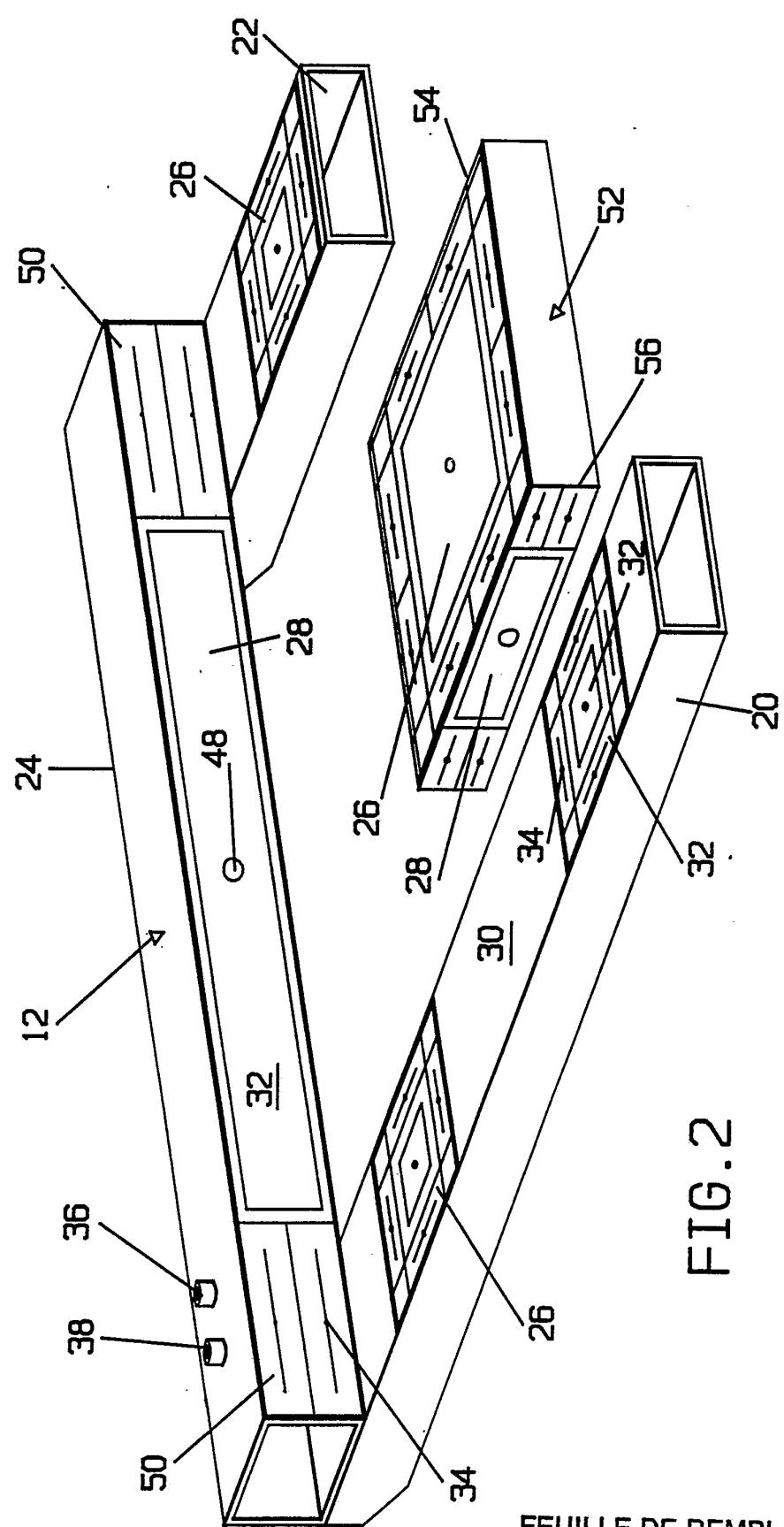


FIG. 2

FEUILLE DE REMPLACEMENT

## MICRO-CONTROLE

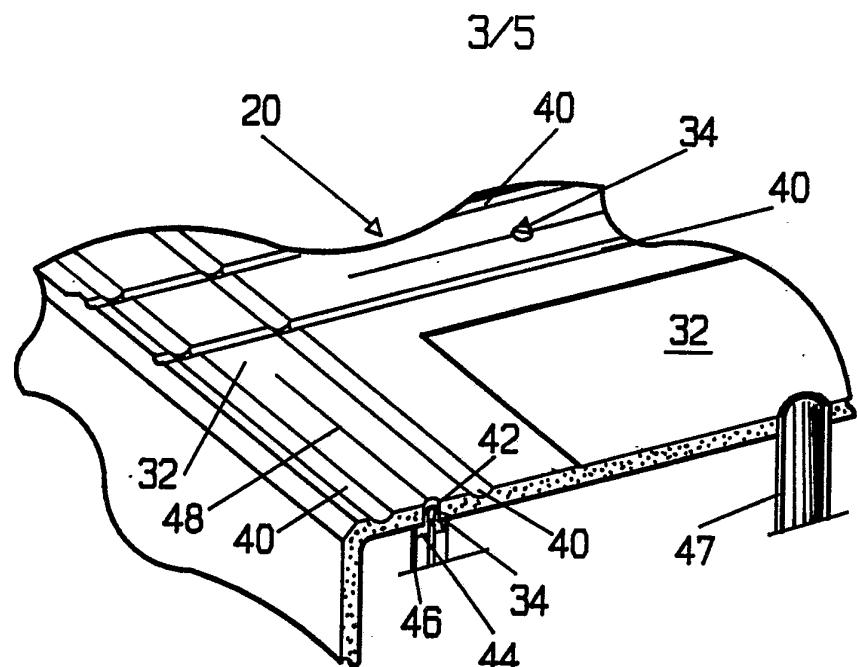


FIG. 3

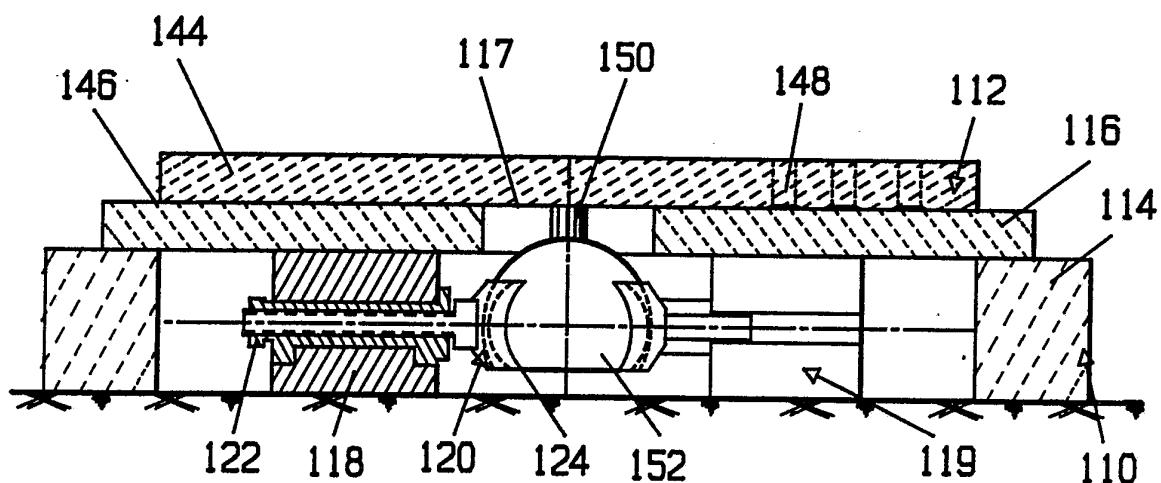


FIG. 4

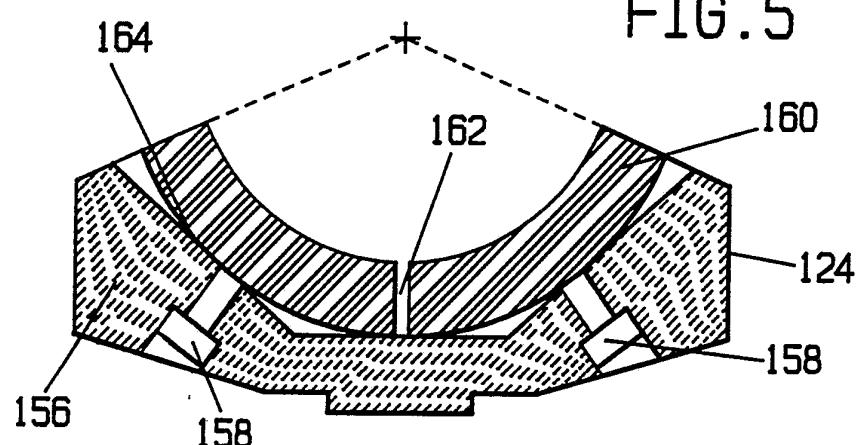
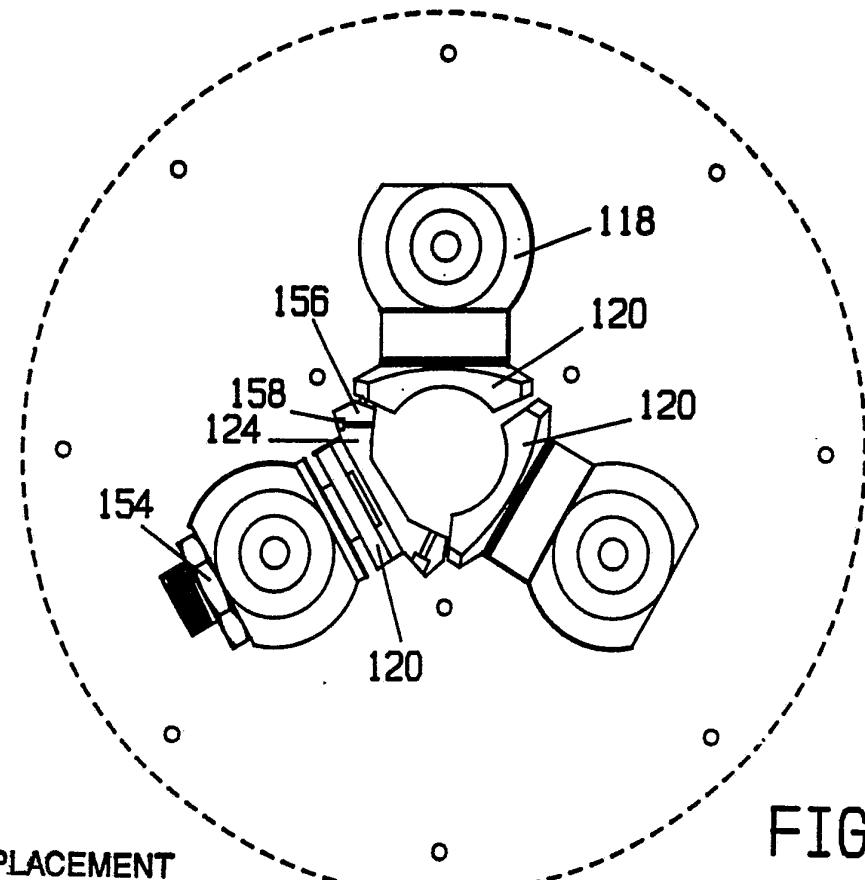
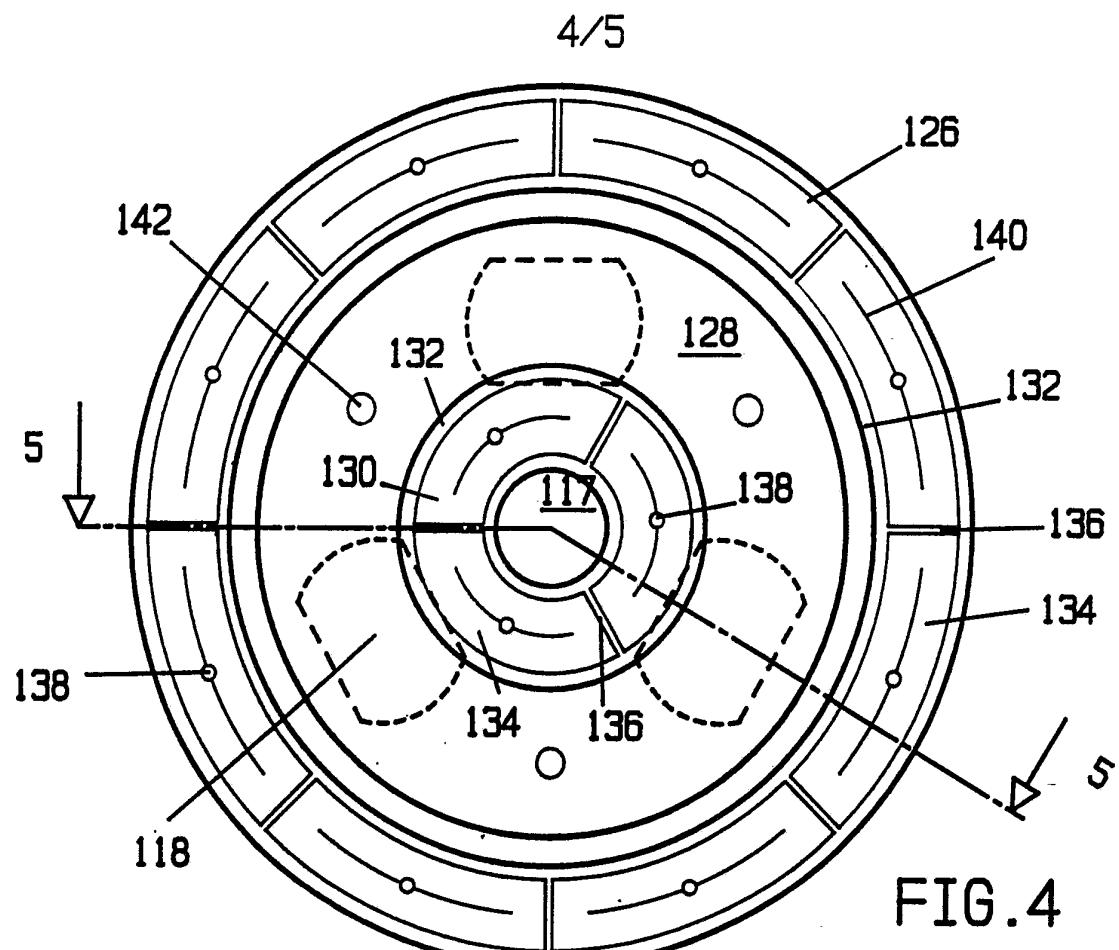


FIG. 5

## MICRO-CONTROLE



FEUILLE DE REMplacement

## MICRO-CONTROLE

5/5

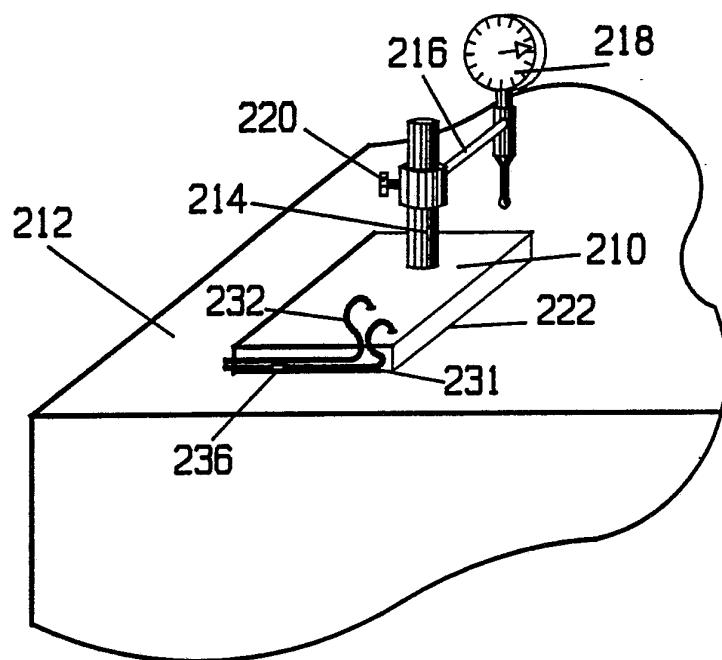


FIG. 8

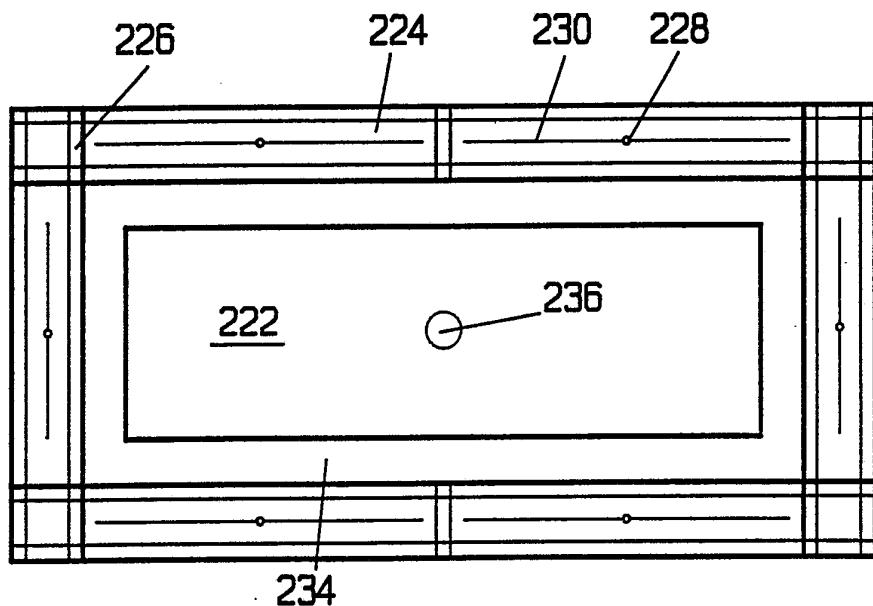


FIG. 9

FEUILLE DE REMplacement

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/FR 91/00388

## I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) \*

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int. Cl.<sup>5</sup>: F 16 C 29/02

## II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched <sup>7</sup>

Classification System	Classification Symbols
Int. Cl. <sup>5</sup>	F 16 C, G 01 B, B 23 Q

Documentation Searched other than Minimum Documentation  
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched \*

## III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT\*

Category *	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>
X	Patent Abstracts of Japan, volume 10, No. 176 (M-491)(2232), 20 June 1986 & JP, A, 6125742 (NTN TOYO BEARING) 4 February 1986	1
A	—	2,9
Y	FR, A, 1416160 (THE SHEFFIELD CORP.) 29 September 1965 see page 2, left-hand column, lines 11-19; right-hand column, lines 38-43; page 2, right-hand column, line 56 — page 3, left-hand column, line 6	
A	—	2
Y	FR, A, 1489785 (L.E.P.) 28 July 1967 see page 2, left-hand column, lines 11-13; figures 1-3	1
A	—	9
		./.

\* Special categories of cited documents: <sup>10</sup>

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document 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

"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

## IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report
25 July 1991 (25.07.91)	30 August 1991 (30.08.91)
International Searching Authority European Patent Office	Signature of Authorized Officer

**III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)**

Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
Y	DE, A, 3542680 (VEB WERKZEUGMASCHINENKOMBIBAT) 3 July 1986, see abstract; claim 1; figures	1
A	---	2,3
Y	DE, A, 1525088 (EXPERIMENTALNIJ NAUTSCHNO- ISSLEDOWATELSKIJ INSTITUT METALLORE- SHUSCHTSCHICH STANKOW ENIMS) 12 June 1989, see page 4, line 19 - page 5, line 3; page 5, lines 16-23; figures	1
A	---	2,19,21
A	Patent Abstracts of Japan, volume 11, No. 205 (M-603)(2652), 3 July 1987 & JP, A, 6224929 (OMRON TATEISI ELECTRONICS), 2 February 1987	1,9
A	FR, A, 2207845 (ATELIERS DE LA HAUTE GARONNE - ETABLISSEMENTS AURIOL & CIE) 21 June 1974, see page 3, line 32 - page 4, line 10; claim 1; figures	1,4,7,26
A	DE, A, 3023837 (CANON K.K.) 15 January 1981 see page 8, line 18 - page 9, line 6; figures 1,4,6,7	1,5
A	GB, A, 2142690 (TOTO LTD et al.) 23 January 1985 see figures 1,2; page 1, lines 99-117; page 2, lines 2-14	1,8
A	FR, A, 1573361 (CROUNSE CORP.) 4 July 1969 see page 8, line 21-36; page 16, lines 12-40; figures 1-7	8,11,18
A	DE, A, 3517421 (MITUTOYO MEG CO., LTD), 21 November 1985, see figures 17-18	1,13
A	US, A, 3578827 (SMITH) 18 May 1971 see figures 13,14	18,22
A	GB, A, 1278592 (THE GLACIER METAL CO.) 21 June 1972, see page 1, lines 10-16; figures 1-4	22
-----		

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

FR 9100388  
SA 48074

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 26/08/91. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
FR-A- 1416160		None		
FR-A- 1489785		None		
DE-A- 3542680	03-07-86	None		
DE-A- 1525088	12-06-69	None		
FR-A- 2207845	21-06-74	None		
DE-A- 3023837	15-01-81	JP-A- 56006919 US-A- 4448460	24-01-81 15-05-84	
GB-A- 2142690	23-01-85	DE-A- 3410964 US-A- 4512616	15-11-84 23-04-85	
FR-A- 1573361	04-07-69	US-A- 3813789 BE-A- 717093 CH-A- 484414 CH-A- 498314 DE-A- 1773712 GB-A- 1242611 GB-A- 1242612	04-06-74 02-12-68 15-01-70 31-10-70 13-01-72 11-08-71 11-08-71	
DE-A- 3517421	21-11-85	JP-A- 60238701 JP-A- 60238702 JP-A- 60238709 GB-A, B 2160975	27-11-85 27-11-85 27-11-85 02-01-86	
US-A- 3578827	18-05-71	None		
GB-A- 1278592	21-06-72	None		

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N° PCT/FR 91/00388

## I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) <sup>7</sup>

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

CIB<sup>5</sup>: F 16 C 29/02

## II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTÉ

Documentation minimale consultée <sup>8</sup>

Système de classification	Symboles de classification
CIB <sup>5</sup>	F 16 C, G 01 B, B 23 Q

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté <sup>9</sup>

## III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS <sup>10</sup>

Catégorie <sup>11</sup>	Identification des documents cités, <sup>11</sup> avec indication, si nécessaire, des passages pertinents <sup>12</sup>	N° des revendications visées <sup>13</sup>
X	Patent Abstracts of Japan, volume 10, no. 176 (M-491)(2232), 20 juin 1986 & JP, A, 6125742 (NTN TOYO BEARING) 4 fevrier 1986	1
A	--	2, 9
Y	FR, A, 1416160 (THE SHEFFIELD CORP.) 29 septembre 1965 voir page 2, colonne de gauche, lignes 11-19; colonne de droite, lignes 38-43; page 2, colonne de droite, ligne 56 - page 3, colonne de gauche, ligne 6	1
A	--	2
Y	FR, A, 1489785 (L.E.P.) 28 juillet 1967 voir page 2, colonne de gauche, lignes 11-13; figures 1-3	1
A	--	9
		. / .

\* Catégories spéciales de documents cités: <sup>11</sup>

- « 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 poser 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 postérieurement à la date de dépôt international ou à 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

« 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

## IV. CERTIFICATION

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

25 juillet 1991

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

30.08.91

Administration chargée de la recherche internationale

OFFICE EUROPEEN DES BREVETS

Signature du fonctionnaire autorisé

M. PEIS

M. Peis

III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		(SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDICUÉS SUR LA DEUXIÈME FEUILLE)
Catégorie *	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire, des passages pertinents	N° des revendications visées
Y	DE, A, 3542680 (VEB WERKZEUGMASCHINEN-KOMBIBAT) 3 juillet 1986 voir résumé; revendication 1; figures	1
A	--	2,3
Y	DE, A, 1525088 (EXPERIMENTALNIJ NAUTSCHNO-ISSLEDOWATELSKIJ INSTITUT METALLORE-SHUSCHTSCHICH STANKOW ENIMS) 12 juin 1989 voir page 4, ligne 19 - page 5, ligne 3; page 5, lignes 16-23; figures	1
A	--	2,19,21
A	Patent Abstracts of Japn, volume 11, no. 205 (M-603)(2652), 3 juillet 1987 & JP, A, 6224929 (OMRON TATEISI ELECTRONICS), 2 fevrier 1987	1,9
A	--	
A	FR, A, 2207845 (ATELIERS DE LA HAUTE GARONNE - ETABLISSEMENTS AURIOL & CIE) 21 juin 1974 voir page 3, ligne 32 - page 4, ligne 10; revendication 1; figures	1,4,7,26
A	DE, A, 3023837 (CANON K.K.) 15 janvier 1981 voir page 8, ligne 18 - page 9, ligne 6; figures 1,4,6,7	1,5
A	--	
A	GB, A, 2142690 (TOTO LTD et al.) 23 janvier 1985 voir figures 1,2; page 1, lignes 99-117; page 2, lignes 2-14	1,8
A	--	
A	FR, A, 1573361 (CROUNSE CORP.) 4 juillet 1969 voir page 8, lignes 21-36; page 16, lignes 12-40; figures 1-7	8,11,18
A	--	
A	DE, A, 3517421 (MITUTOYO MEG CO., LTD), 21 novembre 1985 voir figures 17-18	1,13
	--	./.

III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		(SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDICUÉS SUR LA DEUXIÈME FEUILLE)
Catégorie *		N° des revendications visées
A	US, A, 3578827 (SMITH) 18 mai 1971 voir figures 13,14  --	18,22
A	GB, A, 1278592 (THE GLACIER METAL CO.) 21 juin 1972 voir page 1, lignes 10-16; figures 1-4  -----	22

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE  
RELATIF A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO.**

FR 9100388  
SA 48074

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

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 26/08/91  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
FR-A- 1416160		Aucun		
FR-A- 1489785		Aucun		
DE-A- 3542680	03-07-86	Aucun		
DE-A- 1525088	12-06-69	Aucun		
FR-A- 2207845	21-06-74	Aucun		
DE-A- 3023837	15-01-81	JP-A- 56006919 US-A- 4448460	24-01-81 15-05-84	
GB-A- 2142690	23-01-85	DE-A- 3410964 US-A- 4512616	15-11-84 23-04-85	
FR-A- 1573361	04-07-69	US-A- 3813789 BE-A- 717093 CH-A- 484414 CH-A- 498314 DE-A- 1773712 GB-A- 1242611 GB-A- 1242612	04-06-74 02-12-68 15-01-70 31-10-70 13-01-72 11-08-71 11-08-71	
DE-A- 3517421	21-11-85	JP-A- 60238701 JP-A- 60238702 JP-A- 60238709 GB-A, B 2160975	27-11-85 27-11-85 27-11-85 02-01-86	
US-A- 3578827	18-05-71	Aucun		
GB-A- 1278592	21-06-72	Aucun		