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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

PCT

(43) Date de la publication internationale
26 octobre 2006 (26.10.2006)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/111630 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01B 7/008 (2006.01) *G01B 21/04* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2006/000773

(22) Date de dépôt international : 7 avril 2006 (07.04.2006)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0503947 20 avril 2005 (20.04.2005) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **ROMER** [FR/FR]; ZA Des Bois Blanches, 2 Rue François Arago, F-41800 Montoire (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant *(pour US seulement)* : **GRANGER, Romain** [FR/FR]; 12 Chemin Du Tripot, F-41800 Montoire (FR).

(74) Mandataires : **JAUNEZ, Xavier** etc.; C/o Cabinet Boettcher, 22 Rue Du Général Foy, F-75008 Paris (FR).

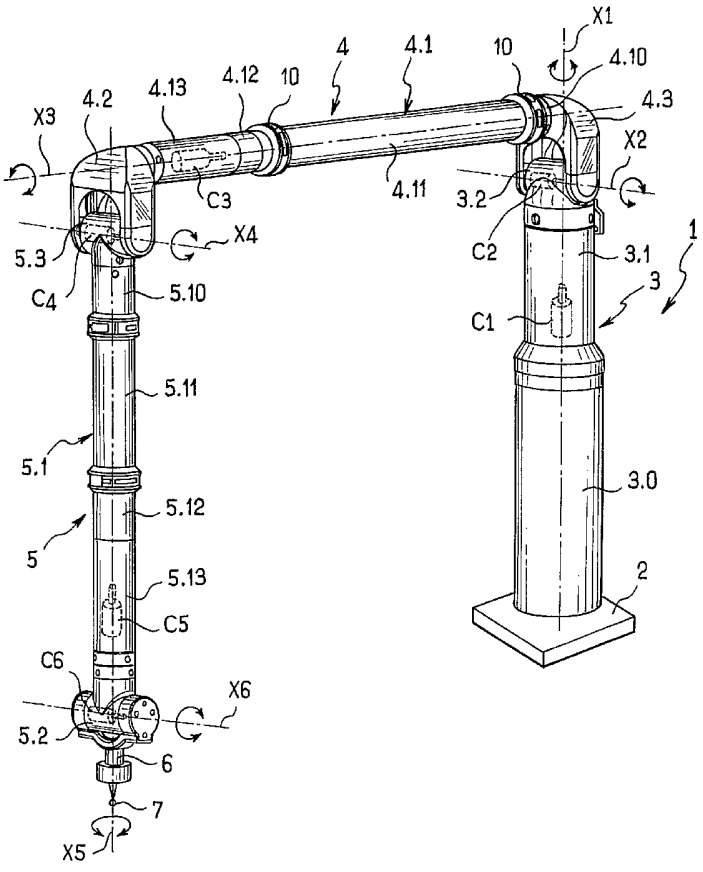
(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,

[Suite sur la page suivante]

WO 2006/111630 A1

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL MEASURING APPARATUS WITH ARTICULATED ARMS COMPRISING A PLURALITY OF PIVOT PINS

(54) Titre : APPAREIL DE MESURE TRIDIMENSIONNELLE A BRAS ARTICULES COMPORTANT UNE PLURALITE D'AXES D'ARTICULATION



(57) Abstract: The invention concerns a three-dimensional measuring apparatus with articulated arms comprising a plurality of pivot pins, with angular coders integrated to said arms for individually measuring angles of rotation about each of said pivot pins. The invention is characterized in that at least one of the arms (4; 5) of the apparatus (1) comprises a hollow tube (4.11; 5.11) interposed between two arm sections, said hollow tube having, at each of its ends, an abutting configuration matching that of the ends of the adjacent arm sections so as to ensure a precise, stable and repetitive alignment on the axis of the arm independently of the pressing of the abutted ends concerned one against the other, the coupling between said hollow tube and said arm sections being provided at said abutted ends by detachable clamping means (10) enabling the hollow tube to be replaced in situ with another tube of different length without having to recalibrate the whole apparatus.

(57) Abrégé : L'invention concerne un appareil de mesure tridimensionnelle à bras articulés comportant une pluralité d'axes d'articulation, avec des codeurs angulaires intégrés auxdits bras pour mesurer individuellement les angles de rotation autour de chacun desdits axes d'articulation. Conformément à l'invention, l'un au moins des bras (4 ; 5) de l'appareil (1) comporte

[Suite sur la page suivante]

SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* **:** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii))*

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

un tube creux (4.11 ; 5.11) intercalé entre deux tronçons de bras, ledit tube creux présentant, à chacune de ses extrémités, une configuration d'aboutement complémentaire de celle des extrémités des tronçons de bras adjacents de façon à assurer un alignement précis, stable et répétitif sur l'axe du bras indépendamment du serrage des extrémités aboutées concernées l'une contre l'autre, le couplage entre ledit tube creux et lesdits tronçons de bras étant assuré au niveau desdites extrémités aboutées par des moyens de serrage démontables (10) permettant de remplacer in situ le tube creux par un autre tube creux de longueur différente sans avoir à recalibrer l'ensemble de l'appareil.

Appareil de mesure tridimensionnelle à bras articulés comportant une pluralité d'axes d'articulation.

La présente invention concerne un appareil de mesure tridimensionnelle à bras articulés comportant une pluralité d'axes d'articulation.

Arrière-plan de l'invention

Il existe de très nombreux documents de brevets illustrant des appareils de mesure tridimensionnelle à bras articulés comportant une pluralité d'axes d'articulation. Les appareils de mesure les plus récents comportent couramment jusqu'à six axes d'articulation.

D'une façon générale, les appareils de mesure tridimensionnelle à bras articulés comportent classiquement des codeurs angulaires intégrés auxdits bras pour mesurer individuellement les angles de rotation autour de chacun des axes d'articulation.

On pourra, par exemple, se référer aux documents US-A- 5 402 582, US-A- 5 611 147, US-A- 5 794 356, US-A-5 829 148, et US-A- 5 926 782.

De tels appareils de mesure tridimensionnelle à bras articulés doivent être extrêmement précis, et, dès que l'on procède à une intervention sur l'un des bras, il est toujours nécessaire de procéder à un recalibrage de l'ensemble de l'appareil de mesure.

De nombreux efforts ont été récemment développés pour tenter de perfectionner ces appareils de mesure tridimensionnelle, afin d'en simplifier les moyens de connexion électrique et de minimiser le poids de chaque bras articulé pour un meilleur confort lors d'une manipulation par l'opérateur.

Ainsi, par exemple, avec les codeurs angulaires associés aux bras articulés des appareils de mesure classiques, on avait un nombre très élevé de fils électriques nécessaires pour assurer la liaison entre chaque codeur

et une carte d'interpolation, puis entre la carte d'interpolation et un compteur, et enfin entre le compteur et des moyens de communication générale. Or, grâce aux développements récents dans ce domaine, on propose maintenant une petite carte qui assure simultanément l'interpolation, le comptage et la liaison de connexion, et ce avec un câblage de bus limité à cinq fils électriques par codeur angulaire.

Par ailleurs, on cherche de plus en plus à pouvoir moduler la géométrie de l'appareil de mesure tridimensionnelle à bras articulés en fonction du type d'objet mesuré, et de l'espace dans lequel se situe ledit objet pour les mesures à effectuer. A ce titre, les spécialistes du domaine ont cherché à pouvoir modifier la longueur de l'un au moins des bras articulés de l'appareil de mesure tridimensionnelle. En effet, en pouvant utiliser un bras plus court ou plus long, l'opérateur peut choisir la longueur de bras la mieux adaptée au volume de l'espace de mesure et à la précision de mesure demandée, en vue d'un compromis optimal entre longueur et précision, sachant que les tolérances des pièces à mesurer sont en général serrées pour des dimensions faibles et élevées pour des distances importantes.

Le problème du remplacement d'un bras par un autre bras de longueur différente a été abordé dans le domaine des robots articulés de manipulation. Le document US-A-4 984 959 décrit ainsi un robot articulé de manipulation, dont les bras logent des arbres tournants reliés entre eux par des renvois d'angle. Chaque bras est constitué d'un tube creux intercalé entre deux tronçons de bras associés aux renvois d'angle, avec une fixation par brides aboutées et boulonnées entre elles, ce qui assure un couplage mécanique en rotation avec les arbres intérieurs concernés. Il est certes prévu un démontage pour remplacer un tube creux par un autre de longueur diffé-

rente, mais il est insisté sur le fait que le démontage ne se fait qu'en usine, et qu'un recalibrage général de l'appareil de mesure tridimensionnelle doit ensuite être effectué. En tout état de cause, les couplages concernés n'ont rien à voir avec ceux d'un appareil de mesure dont les bras articulés intègrent des codeurs angulaires, de sorte que cet enseignement n'est pas transposable aux appareils de mesure tridimensionnelle à bras articulés du type précité.

La demanderesse a développé un appareil de mesure tridimensionnelle à bras articulés avec un bras tronçonné, dont les tronçons sont assemblés entre eux par boulonnage. Une telle réalisation du bras permet d'effectuer un démontage, lequel ne peut se faire qu'en usine, et de remplacer un tronçon par un autre tronçon de longueur différente, étant entendu qu'il est toujours nécessaire d'effectuer un recalibrage général de l'ensemble de l'appareil de mesure tridimensionnelle. Ainsi, la possibilité de démontage reste lourdement pénalisée par les opérations longues et délicates de démontage, remontage, et recalibrage général, qui doivent être mises en œuvre en usine.

La demanderesse a également développé un autre appareil de mesure tridimensionnelle à bras articulés, dans lequel l'assemblage mécanique des bras est réalisé par un système à trois goupilles disposées à 120° s'emboîtant dans des gorges homologues en forme de V, afin de créer un isostatisme à six points de contact en vue d'éviter l'obligation d'un recalibrage de l'ensemble de l'appareil. Cependant, une telle structure est apparue très sensible aux variations de la force de serrage dans la mesure où l'on écrase plus ou moins les points de contact avec les goupilles, ce qui induit un manque de rigidité du positionnement, et par suite un désalignement de la géométrie. De plus, il a été constaté un manque de

rigidité des bras lors de l'utilisation de l'appareil, résultant vraisemblablement de la fragilité des zones de contact, ce qui induit une imprécision à laquelle il est difficile de remédier.

Il existe donc un besoin d'un appareil de mesure tridimensionnelle à bras articulés dont la structure procure à la fois une grande souplesse d'utilisation pour un minimum de contraintes, et une adéquation optimale entre la précision demandée et le volume de l'espace de mesure.

Objet de l'invention

La présente invention vise ainsi à concevoir un appareil de mesure tridimensionnelle à bras articulés ne présentant pas les inconvénients précités, et permettant d'offrir des capacités de montage et démontage rapides avec un minimum de contraintes, et ce sans nécessiter de retour de l'appareil de mesure en usine ou en atelier.

L'invention a également pour but de concevoir un appareil de mesure tridimensionnelle à bras articulés qui soit particulièrement bien adapté au transport en valise, avec une fiabilité qui n'est pas affectée par le transport, même en cas de chocs.

Définition générale de l'invention

Le problème précité est résolu conformément à l'invention grâce à un appareil de mesure tridimensionnelle à bras articulés comportant une pluralité d'axes d'articulation, avec des codeurs angulaires intégrés auxdits bras pour mesurer individuellement les angles de rotation autour de chacun desdits axes d'articulation, dans lequel l'un au moins des bras de l'appareil comporte un tube creux intercalé entre deux tronçons de bras dont l'un reçoit un codeur angulaire mesurant l'angle de rotation autour de l'axe longitudinal dudit bras, ledit tube creux présentant, à chacune de ses extrémités, une configuration d'aboutement complémentaire de celle des extrémités des tronçons de bras adjacents de façon à assurer

un alignement précis, stable et répétitif sur l'axe du bras indépendamment du serrage des extrémités aboutées concernées l'une contre l'autre, le couplage entre ledit tube creux et lesdits tronçons de bras étant assuré au niveau desdites extrémités aboutées par des moyens de serrage démontables permettant de remplacer in situ le tube creux par un autre tube creux de longueur différente sans avoir à recalibrer l'ensemble de l'appareil.

Grâce à une telle structure, il devient possible pour l'opérateur d'effectuer des opérations de montage et démontage à la fois rapides et répétables, et ce sur le site même de mesure. De plus, le simple fait de prévoir un tube creux court et un tube creux long procure une souplesse d'utilisation très intéressante, en permettant à l'opérateur de tenir compte du volume d'espace mesuré pour une même machine, tout en conservant la précision initiale de l'appareil de mesure. En outre, le transport de la machine à l'état démonté dans une valise est envisageable avec un encombrement aussi réduit que possible et une grande fiabilité lors du transport. En particulier, il convient de noter que le transport à l'état démonté préserve la fiabilité de l'appareil en cas de chocs, dans la mesure où les tubes creux rangés dans la valise dispensent l'opérateur d'effectuer un recalibrage général de l'appareil.

De préférence, chaque tube creux présente, à une extrémité, une configuration d'aboutement d'un premier type, et, à son extrémité opposée, une configuration d'aboutement d'un deuxième type complémentaire du premier type.

Un tel agencement permet à la fois de procurer une grande souplesse d'utilisation, mais aussi évite un montage inversé d'un tube creux.

Avantageusement, les configurations d'aboutement complémentaires sont du type à brides femelle et mâle,

avec une couronne de contact circulaire, et elles comportent un moyen d'indexage angulaire. En particulier le moyen d'indexage angulaire comporte un doigt axial porté par une bride et un perçage axial ménagé dans l'autre bride.

Conformément à un mode d'exécution particulier, les moyens de serrage démontables sont constitués par des colliers articulés venant coiffer les brides complémentaires aboutées. On pourra naturellement en variante prévoir que le couplage mécanique démontable est assuré par un boulonnage de brides en regard, mais, ces opérations sont à la fois plus fastidieuses et plus exigeantes en termes de soin et de précision, de sorte que, dans la pratique, l'utilisation de colliers articulés restera préférée.

De préférence alors, chaque collier articulé présente des facettes coniques en regard destinées à venir au contact des faces extérieures coniques des brides complémentaires aboutées. En particulier, les brides femelle et mâle sont équipées d'une coupelle d'enveloppement dont le diamètre extérieur correspond sensiblement à celui du collier articulé.

Il est par ailleurs avantageux de prévoir que chaque tube soit équipé intérieurement d'une carte électronique d'identification qui est reliée à un bus de communication associé. Ceci est précieux pour éviter les erreurs de montage des tubes creux.

De préférence encore, les brides femelle et mâle sont également équipées d'organes de connexion complémentaires assurant automatiquement un couplage électrique lorsque lesdites brides sont couplées mécaniquement par les moyens de serrage démontables.

Avantageusement alors, les organes de connexion complémentaires comportent une pluralité de lames de contact homologues. En particulier, il pourra être prévu

pour chaque bride un ensemble limité à cinq lames de contact. De préférence alors, chaque ensemble de connexion comporte une lame de contact supplémentaire permettant de fournir un signal de reconnaissance du type de tube creux utilisé.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre et des dessins annexés, concernant un mode de réalisation particulier.

Brève description des dessins

Il sera fait référence aux figures des dessins annexés, où :

- la figure 1 illustre en perspective un appareil de mesure tridimensionnelle à bras articulés réalisé conformément à l'invention, avec deux bras comportant un tube creux ;

- la figure 2 est une vue analogue à celle de la figure 1, illustrant le bras avec ses composants séparés, afin de mettre en évidence la présence des deux tubes creux et des moyens de serrage démontables associés, en l'espèce réalisés sous la forme de colliers articulés ;

- les figures 3 et 4 illustrent en perspective l'un des colliers articulés précités, respectivement dans une position avant et après serrage ;

- la figure 5 est une coupe partielle en perspective au niveau de deux configurations d'aboutement complémentaires, illustrant à la fois le couplage mécanique réalisé par le collier articulé, et le couplage électrique assuré par des organes de connexion complémentaires à lames de contact homologues ; et

- la figure 6 illustre en perspective, à l'état ouvert, la jonction de deux configurations d'aboutement complémentaires, permettant de mieux distinguer les organes de couplage mécaniques et électriques concernés.

Description détaillée du mode de réalisation préféré de l'invention.

féré de l'invention.

Il sera fait référence aux figures 1 à 6 pour décrire maintenant plus en détail la structure d'un appareil de mesure tridimensionnelle à bras articulés conforme à l'invention.

La figure 1 permet de distinguer un appareil de mesure tridimensionnelle à bras articulés noté 1, ici du type six axes. L'appareil de mesure 1 comporte en l'espèce un socle de support 2 surmonté d'une base cylindrique 3.0 associée à un premier bras tournant 3. Ce premier bras tournant 3 est suivi de deux bras articulés 4 et 5, et d'un capteur de mesure 7 monté en extrémité d'un support articulé en forme de chape 6.

Le premier bras 3 comporte un corps tubulaire 3.1 d'axe X1, terminé par une extrémité d'articulation 3.2 qui peut tourner autour de cet axe central X1. L'extrémité d'articulation 3.2 porte une chape pivotante 4.3 faisant partie du bras suivant 4, laquelle chape peut pivoter autour d'un axe noté X2. Le bras 4 est relié à la chape pivotante 4.3, et comporte un corps tubulaire 4.1 et une extrémité d'articulation 4.2 ici en forme de chape, qui peut tourner autour de l'axe central du bras 4 noté X3. La chape 4.2 est à son tour équipée d'une extrémité d'articulation 5.3 faisant partie du bras suivant 5. L'extrémité d'articulation 5.3 peut pivoter autour d'un axe noté X4 de la chape 4.2 du bras 4. Ce dernier bras 5, associé à l'extrémité d'articulation 5.3, comporte à son tour un corps tubulaire 5.1 et une extrémité d'articulation 5.2, cette dernière pouvant tourner autour de l'axe central noté X5 dudit bras. Enfin, l'extrémité d'articulation 5.2 est équipée d'une chape terminale 6 qui se termine par un capteur de mesure 7. La chape terminale 6 et le capteur de mesure 7 associé peuvent pivoter autour d'un axe noté X6 de l'extrémité d'articulation 5.2 du bras 5.

On constate ainsi la présence de six axes d'articulation, notés X1, X2, X3, X4, X5, X6. Il s'agit donc ici d'un bras de mesure dit à six axes. L'invention n'est cependant aucunement limitée à un tel nombre d'axes, et l'on pourra aussi bien prévoir une machine à sept axes, voire plus.

Les angles de rotation autour de chacun de ces six axes sont mesurés individuellement par des codeurs angulaires associés intégrés aux parties concernées des bras mobiles, ces codeurs étant notés ici C1, C2, C3, C4, C5, C6 en association avec les axes correspondants X1, X2, X3, X4, X5, X6.

D'une façon générale, la structure de l'appareil de mesure 1 telle qu'elle vient d'être décrite est parfaitement conforme aux réalisations traditionnelles antérieures des appareils de mesure tridimensionnelle à bras articulés.

Conformément à un aspect caractéristique de l'invention, l'un au moins des bras 4, 5 de l'appareil 1 comporte un tube creux intercalé entre deux tronçons de bras dont l'un reçoit un codeur angulaire mesurant l'angle de rotation autour de l'axe longitudinal X3, X5 dudit bras. De plus, le tube creux concerné présente, à chacune de ses extrémités, une configuration d'aboutement complémentaire de celle des extrémités des tronçons de bras adjacents de façon à assurer un alignement précis, stable et répétitif sur l'axe du bras indépendamment du serrage des extrémités aboutées concernées l'une contre l'autre, le couplage entre ledit tube creux et lesdits tronçons de bras étant assuré au niveau desdites extrémités aboutées par des moyens de serrage démontables, notés 10, permettant de remplacer in situ le tube creux par un autre tube creux de longueur différente sans avoir à recalibrer l'ensemble de l'appareil.

En l'espèce, on a prévu un tube creux pour chacun

des bras 4 et 5 de l'appareil, ce qui permet de profiter de façon optimale de la souplesse d'utilisation procurée par un tel caractère démontable. On pourrait cependant se contenter de prévoir un tube creux sur un seul de ces bras si le type d'utilisation le permet.

Ainsi, et conformément à une caractéristique de l'invention, le corps tubulaire 4.1 du bras 4 comporte un tube creux 4.11 intercalé entre deux tronçons de bras dont l'un reçoit le codeur angulaire C3 mesurant l'angle de rotation autour de l'axe longitudinal X3. En l'espèce, le tronçon de bras 4.10 fait partie intégrante de la chape 4.3, et l'autre tronçon de bras comporte une partie 4.13 rigidement solidaire de la chape 4.2 et renfermant le codeur angulaire C3, et une partie complémentaire 4.12 qui peut tourner par rapport à la partie 4.13 autour de l'axe X3, cette dernière partie 4.12 étant en l'espèce accouplée au tube creux 4.11. Le couplage entre le tube creux 4.11 et les tronçons de bras 4.10 d'une part et 4.12, 4.13 d'autre part est assuré au niveau des extrémités aboutées par des moyens de serrage démontables, ici notés 10, qui sont réalisés en l'espèce sous la forme de colliers articulés qui seront décrits plus en détail en référence aux figures 3 et 4.

De la même façon, le corps tubulaire 5.1 du bras 5 comporte un tube creux 5.11 qui est intercalé entre deux tronçons de bras dont l'un reçoit le codeur angulaire C5 mesurant l'angle de rotation autour de l'axe longitudinal X5 dudit bras. En l'espèce, le tube creux 5.11 est intercalé entre un tronçon 5.10 qui est rigidement solidaire de l'extrémité d'articulation 5.3 du bras 5, et une portion 5.12 qui est reliée à la portion 5.13 logeant le codeur angulaire C5, en pouvant tourner par rapport à cette dernière autour de l'axe X5. Là encore, le couplage entre le tube creux 5.11 et les deux tronçons de bras concernés est assuré au niveau des extrémités

aboutées par des moyens de serrage démontables 10 ici réalisés sous la forme de colliers articulés identiques à ceux utilisés pour le tube creux 4.11 du bras 4.

Comme cela est illustré sur la figure 2, lorsque les colliers articulés 10 sont démontés, les bras 4 et 5 de l'appareil de mesure se présentent sous la forme de composants séparés de faible encombrement, et donc facilement susceptibles d'être rangés dans une valise de transport.

Plus important est le fait que les tubes creux 4.11 et 5.11 peuvent être choisis parmi une pluralité de tubes creux disponibles avec comme seul critère la longueur du tube creux. Ce choix de longueur sera effectué par l'opérateur en fonction du type de travail à réaliser et donc de l'espace de mesure concerné. On conçoit immédiatement l'avantage considérable que représente une telle structure en termes de souplesse d'utilisation, dans la mesure où l'opérateur peut, sur le site même de la mesure, procéder au démontage rapide des deux colliers articulés concernés pour démonter le tube creux qui est présent, et remplacer celui-ci par un autre tube creux de longueur différente mieux adapté au type de mesure concerné. Il suffit à l'opérateur de replacer les colliers articulés pour réaliser le couplage mécanique et, ainsi qu'on le verra par la suite, également le couplage électrique, et ce sans avoir à procéder à un recalibrage de l'ensemble de l'appareil de mesure. Tout ceci est rendu possible par un agencement particulier des configurations d'aboutement complémentaires qui permettent de garantir un alignement précis et stable sur l'axe du bras indépendamment du serrage des extrémités aboutées concernées l'une contre l'autre.

Les figures 3 et 4 permettent de distinguer un collier articulé 10 destiné à assurer le couplage mécanique, et donc aussi électrique, entre les extrémités abou-

tées d'un tube creux et d'un tronçon de bras.

En l'espèce, chaque collier articulé 10 comporte deux composants articulés entre eux par une pièce 12, et présentant chacun deux demi-couronnes superposées 11 qui sont destinées à coiffer les éléments aboutés. Un levier articulé 13 permet d'ouvrir ou de fermer le collier 10. Le levier 13 est relié, de façon articulée, à un étrier incurvé 15 qui est lui-même articulé en 16 sur l'un des composants du collier, et ce de façon permanente. Le même levier 13 est articulé en 14 sur l'autre composant du collier 10, en étant séparable pour pouvoir ouvrir ledit collier. Chaque couronne complète 11 présente des languettes de serrage 17, ici au nombre de quatre, dont les facettes internes en regard 18 sont agencées avec une légère conicité. Ces facettes coniques 18 sont destinées à venir au contact des faces extérieures coniques des brides complémentaires aboutées. On notera également la présence d'un évidement 19 permettant de recevoir le levier 13 en position de fermeture du collier, comme cela est illustré sur la figure 4.

On va maintenant décrire plus en détail la structure de deux extrémités aboutées, dont l'une fait partie d'un tube creux, et dont l'autre fait partie d'un tronçon de bras associé. Sur ces figures, on a seulement illustré une extrémité du tube creux 4.11 et une extrémité de la partie 4.12 du tronçon de bras associé, étant entendu que cet agencement se retrouve non seulement à l'autre extrémité du tube creux 4.11, mais également pour l'autre tube creux 5.11 associé au bras 5.

Il convient à ce titre de noter qu'il est avantageux de prévoir que chaque tube creux 4.11 ou 5.11 présente, à une extrémité, une configuration d'aboutement d'un premier type, et, à son autre extrémité opposée, une configuration d'aboutement d'un deuxième type complémentaire du premier type. Bien que ce choix ne soit aucune-

ment indispensable, il permet d'éviter toute erreur de positionnement d'un tube creux qui aboutirait à une mauvaise présentation des configurations d'aboutement et/ou des organes de connexion associés.

Comme cela est visible sur les figures 5 et 6, les configurations d'aboutement complémentaires sont du type à brides femelle et mâle. En l'espèce, la bride femelle 20.11 est prévue sur le tube creux 4.11, et la bride mâle 20.12 est prévue sur la partie 4.12 du tronçon de bras, mais on pourra naturellement prévoir une disposition inverse.

La bride femelle 20.11 comporte une couronne extérieure d'appui circulaire 21.11 se raccordant à une portion cylindrique 22.11 puis à une nouvelle couronne circulaire 23.11. Sur la bride mâle 20.12, on trouve une couronne circulaire 21.12 destinée à venir en contact d'appui avec la couronne 21.11 de la bride 20.11, puis une partie mâle cylindrique 22.12 se terminant par une couronne 23.12. Lorsque les deux extrémités aboutées sont rapprochées l'une de l'autre selon l'axe commun du bras (ici l'axe X3), on obtient à la fois un appui sur les couronnes en regard 21.11, 21.12, et un alignement sur l'axe X3 du bras par les surfaces cylindriques 22.11, 22.12 qui réalisent un emboîtement. Les couronnes 23.11 et 23.12 sont, quant à elles, adjacentes, mais pas en contact d'appui.

Il est également prévu un moyen d'indexage angulaire, qui comporte en l'espèce un doigt axial 26.12 qui est porté par une bride (ici la bride mâle 20.12) et un perçage axial 26.11 ménagé dans l'autre bride (ici la bride femelle 20.11). On pourra prévoir un léger jeu en sur-dimensionnant le perçage axial 26.11 afin d'éviter tout risque de coincement lors du montage ou du démontage du fait de cet indexage angulaire. En effet, comme on le verra par la suite, un simple recalibrage associé à la

rotation autour de l'axe du bras, en l'espèce l'axe X3, pourra suffire après le remontage d'un nouveau tube creux 4.11.

Comme cela est mieux visible sur la figure 5, les brides femelle et mâle 20.11, 20.12 présentent des faces extérieures coniques 25.11, 25.12 au contact desquelles viennent les facettes coniques en regard 18 du collier articulé 10 concerné. Il est aisé de comprendre que le serrage du collier articulé 10 permet d'obtenir un contact parfait entre les couronnes d'appui 21.11, 21.12, avec un alignement très précis sur l'axe X3 du bras. On notera également la présence, sur les brides femelle et mâle 20.11, 20.12, de coupelles d'enveloppement 31.11, 31.12 dont le diamètre extérieur correspond sensiblement à celui du collier articulé 10. Ainsi, comme cela est visible sur la figure 5, en position d'accouplement, collier fermé, on ne distingue qu'une légère sur-épaisseur au niveau des zones d'aboutement, et ce sans risque de pénétration d'agents contaminants extérieurs qui viendraient affecter les organes de connexion électrique qui vont être décrits ci-après.

Les brides femelle et mâle 20.11, 20.12 sont également équipées d'organes de connexion complémentaires assurant automatiquement un couplage électrique lorsque lesdites brides sont couplées mécaniquement par les moyens de serrage démontables 10.

En l'espèce, les organes de connexion complémentaires comportent une pluralité de lames de contact homologues. On distingue ainsi, en l'espèce pour la bride mâle 20.12, une plaquette 27.12 portant deux blocs de connecteurs 28.12 équipés de lames de contact souples 29.12. Sur l'autre extrémité d'aboutement, on distingue une plaquette 27.11 équipée d'un connecteur plat 28.11 présentant des lames plates de contact 29.11 destinées à coopérer avec les lames de contact souples 29.12 homolo-

gues.

Il a ici été prévu, pour chaque bride 20.11, 20.12, un ensemble limité à cinq lames de contact 29.11, 29.12 pour assurer la connexion du bus de communication associé ici constitué par des fils 35.11, 35.12. En l'espèce, le bus utilisé est composé de cinq fils (ce qui ne constitue naturellement qu'un exemple), dont deux pour l'alimentation, deux pour le transfert de données, et un pour les événements. Il pourra aussi s'avérer intéressant de prévoir que chaque ensemble de connexion comporte une lame de contact supplémentaire permettant de fournir un signal de reconnaissance du type de tube creux utilisé. Le sixième fil associé permet ainsi, en l'absence de détrompage mécanique, de fournir une indication précise et immédiatement appréciable par l'opérateur sur le type de tube creux utilisé, et en particulier la longueur de celui-ci. Cette information complémentaire permet d'éviter un montage erroné d'un tube creux, ce montage erroné étant alors immédiatement signalé à l'opérateur par un message émis par l'ordinateur de commande qui est associé à l'appareil.

Il est par ailleurs intéressant de prévoir que chaque tube creux soit équipé intérieurement d'une carte électronique d'identification qui est reliée au bus de communication associé, ce qui permet de s'assurer que l'on a mis en place le bon tube creux pour la longueur de bras désirée. On distingue ainsi sur la figure 5 un ensemble porté par la plaquette 27.11 du tube creux 4.11, comprenant un connecteur 32.11 rassemblant les liaisons aux lames plates de contact 29.11, une carte électronique 33.11 reliée au connecteur 32.11, un connecteur 34.11 monté à l'autre extrémité de la carte électronique 33.11, duquel partent les six fils 35.11 du bus de communication.

On notera enfin la présence de passages 30.11 as-

sociés aux moyens mécaniques de fixation de la plaquette 27.11 sur la bride associée.

Après chaque changement de tube creux, et avant la première remise en route, il est inutile de procéder à un recalibrage de l'ensemble de l'appareil, car le restant de l'appareil a déjà été préalablement calibré en usine pour la nouvelle longueur de tube creux. La seule opération de calibrage à laquelle devra donc se soumettre l'opérateur est un calibrage associé au codeur du bras concerné. Un tel calibrage est aisé à réaliser et prend en réalité très peu de temps. Il suffit en effet de poser le capteur 7 dans un trou conique disponible, puis de faire tourner le bras autour de ce trou en ajustant le décalage du codeur jusqu'à obtenir un point dans l'espace qui est aussi constant que possible. Il s'agit d'un simple réglage dans l'informatique, qui est effectué très rapidement, sans avoir à utiliser un outil particulier, et bien entendu sur le site même de la mesure.

On est ainsi parvenu à réaliser un appareil de mesure tridimensionnelle à conception modulaire, avec une capacité de montage et démontage à la fois rapide et répétable. L'opérateur peut procéder à des substitutions de tubes creux sur le site même de mesure sans avoir à procéder à un recalibrage général de l'appareil, grâce à l'alignement précis, stable et surtout répétitif sur l'axe du bras, obtenu par les configurations d'aboutement complémentaires. Avec plusieurs longueurs disponibles de tubes creux, en particulier une longueur courte et une longueur longue, l'appareil de mesure selon l'invention procure une adéquation optimale entre les précisions de mesure demandées et le volume de l'espace de mesure.

En plus de la longueur modulable, la structure de l'appareil de mesure selon l'invention procure des avantages importants au niveau du transport de l'appareil. En effet, le démontage permet le rangement dans une petite

valise de transport, et la présence de chocs sur la valise n'a aucun impact sur la machine qui est désassemblée. A ce titre il convient de noter que le transport à l'état démonté n'induit aucun décalibrage en cas de chute de la valise, les tubes creux rangés dans la valise étant des composants inertes, de sorte que la fiabilité n'est aucunement affectée.

Enfin, la conception modulaire procure également des avantages importants au niveau de la maintenance, dans la mesure où il suffit de changer un sous-ensemble éventuellement abîmé, tout en conservant le reste des composants de l'appareil de mesure.

L'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit, mais englobe au contraire toute variante reprenant, avec des moyens équivalents, les caractéristiques essentielles énoncées plus haut.

REVENDICATIONS

1. Appareil de mesure tridimensionnelle à bras articulés comportant une pluralité d'axes d'articulation, avec des codeurs angulaires intégrés auxdits bras pour mesurer individuellement les angles de rotation autour de chacun desdits axes d'articulation, caractérisé en ce que l'un au moins des bras (4 ; 5) de l'appareil (1) comporte un tube creux (4.11 ; 5.11) intercalé entre deux tronçons de bras dont l'un (4.13 ; 5.13) reçoit un codeur angulaire (C3 ; C5) mesurant l'angle de rotation autour de l'axe longitudinal (X3 ; X5) dudit bras, ledit tube creux présentant, à chacune de ses extrémités, une configuration d'aboutement complémentaire de celle des extrémités des tronçons de bras adjacents de façon à assurer un alignement précis, stable et répétitif sur l'axe du bras indépendamment du serrage des extrémités aboutées concernées l'une contre l'autre, le couplage entre ledit tube creux et lesdits tronçons de bras étant assuré au niveau desdites extrémités aboutées par des moyens de serrage démontables (10) permettant de remplacer in situ le tube creux par un autre tube creux de longueur différente sans avoir à recalibrer l'ensemble de l'appareil.

2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque tube creux (4.11 ; 5.11) présente, à une extrémité, une configuration d'aboutement d'un premier type, et, à son extrémité opposée, une configuration d'aboutement d'un deuxième type complémentaire du premier type.

3. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les configurations d'aboutement complémentaires sont du type à brides femelle et mâle (20.11 ; 20.12), avec une couronne de contact circulaire (21.11 ; 21.12), et elles comportent un moyen d'indexage angulaire (26.11 ; 26.12).

4. Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce que le moyen d'indexage angulaire comporte un doigt axial (26.12) porté par une bride et un perçage axial (26.11) ménagé dans l'autre bride.

5. Appareil selon les revendications 1 et 3, caractérisé en ce que les moyens de serrage démontables sont constitués par des colliers articulés (10) venant coiffer les brides complémentaires aboutées (20.11, 20.12).

6. Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que chaque collier articulé (10) présente des facettes coniques en regard (18) destinées à venir au contact des faces extérieures coniques (25.11 ; 25.12) des brides complémentaires aboutées (20.11 ; 20.12).

7. Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que les brides femelle et mâle (20.11 ; 20.12) sont chacune équipées d'une coupelle d'enveloppement (31.11 ; 31.12) dont le diamètre extérieur correspond sensiblement à celui du collier articulé (10).

8. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que chaque tube creux (4.11 ; 5.11) est équipé intérieurement d'une carte électronique d'identification (33.11) qui est reliée à un bus de communication associé (35.11).

9. Appareil selon l'une quelconque des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que les brides femelle et mâle (20.11 ; 20.12) sont également équipées d'organes de connexion complémentaires (29.11 ; 29.12) assurant automatiquement un couplage électrique lorsque lesdites brides sont couplées mécaniquement par les moyens de serrage démontables (10).

10. Appareil selon la revendication 9, caractérisé en ce que les organes de connexion complémentaires comportent une pluralité de lames de contact homologues (29.11 ; 29.12).

11. Appareil selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il est prévu pour chaque bride (20.11 ; 20.12) un ensemble limité à cinq lames de contact (29.11 ; 29.12).

12. Appareil selon la revendication 11, caractérisé en ce que chaque ensemble de connexion comporte une lame de contact supplémentaire permettant de fournir un signal de reconnaissance du type de tube creux (4.11 ; 5.11) utilisé.

FIG.1

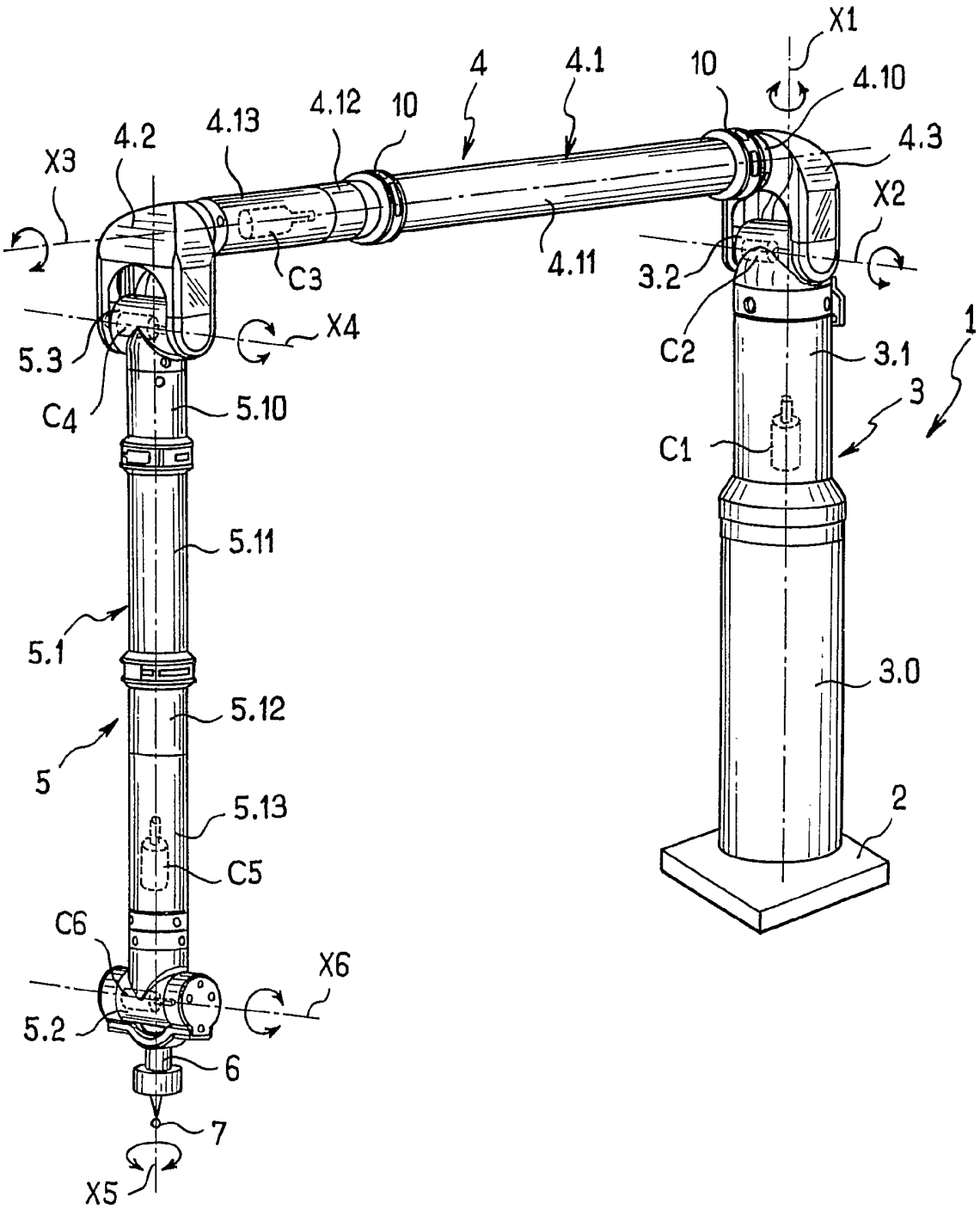

X1
4
4.1
10
4.10
4.12
10
4.13
4.2
4.3
X3
X2
C3
4.11
3.2
X4
C2
1
5.3
3.1
C4
5.10
3
C1
5.11
5.1
3.0
5.12
5
2
5.13
C5
C6
X6
5.2
6
7
X5

FIG_2

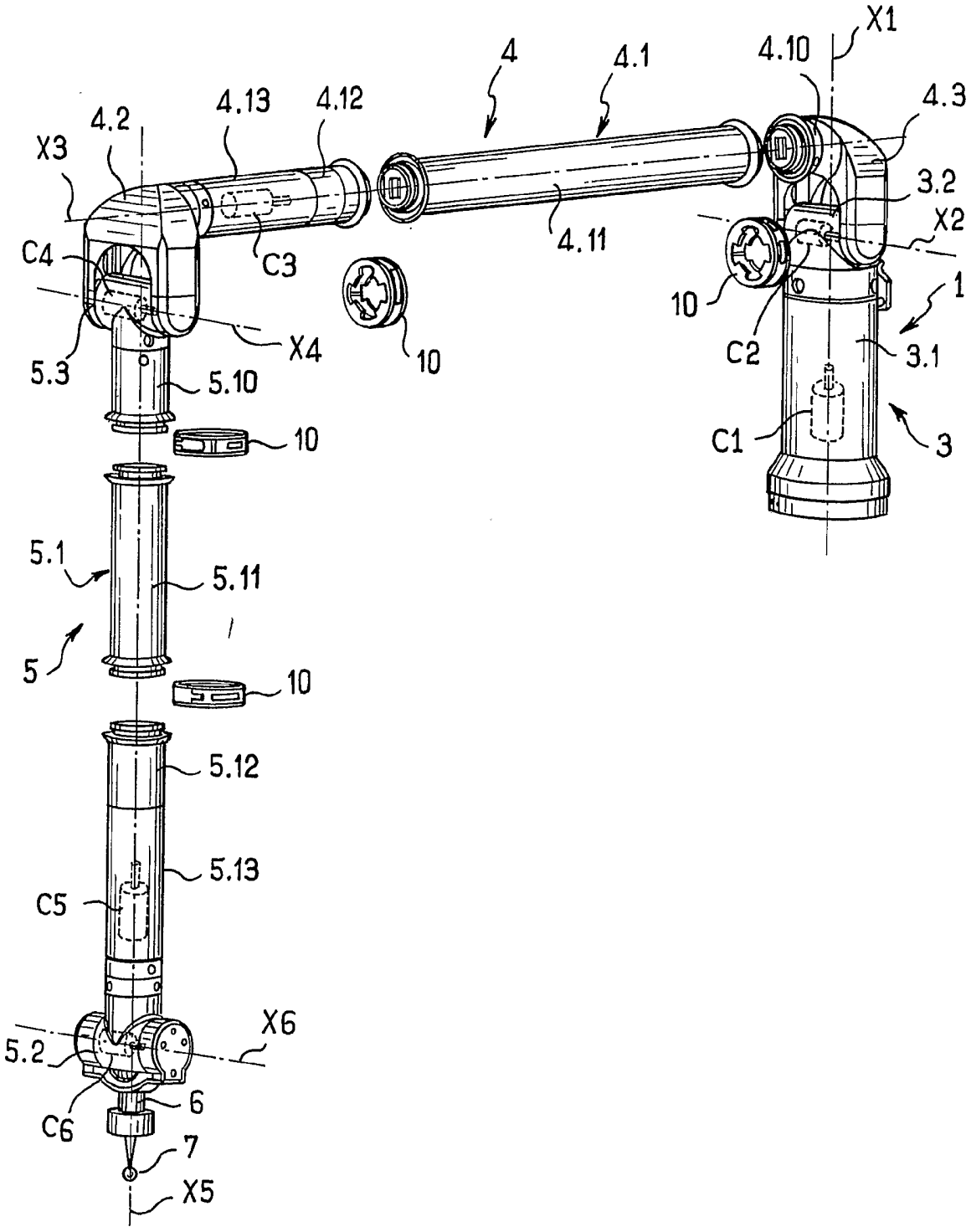

X1
4
4.1
4.10
4.3
4.2
4.13
4.12
X3
3.2
X2
C4
C3
4.11
1
10
10
C2
3.1
X4
5.3
5.10
C1
3
10
5.1
5.11
5
10
5.12
5.13
C5
X6
5.2
6
C6
7
X5

FIG_3

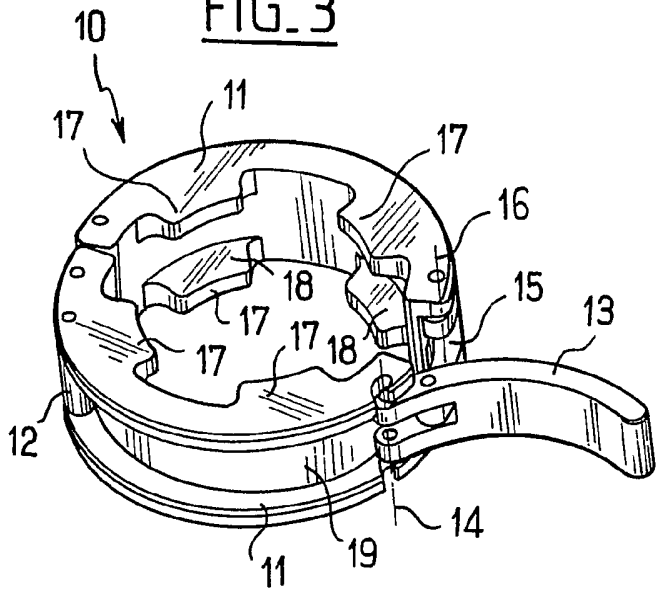


FIG_4

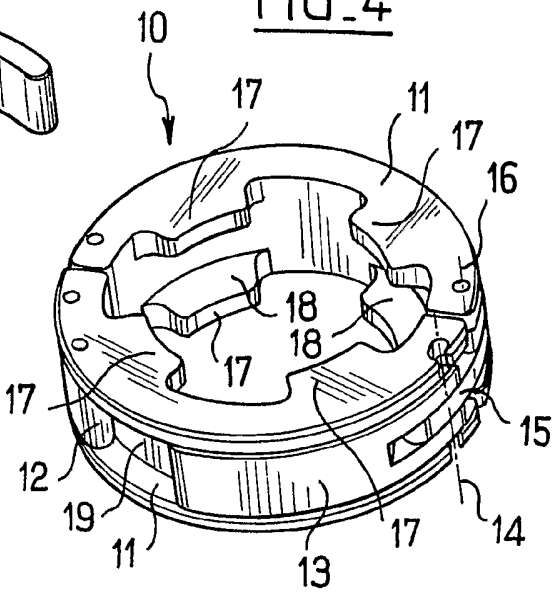


FIG_5

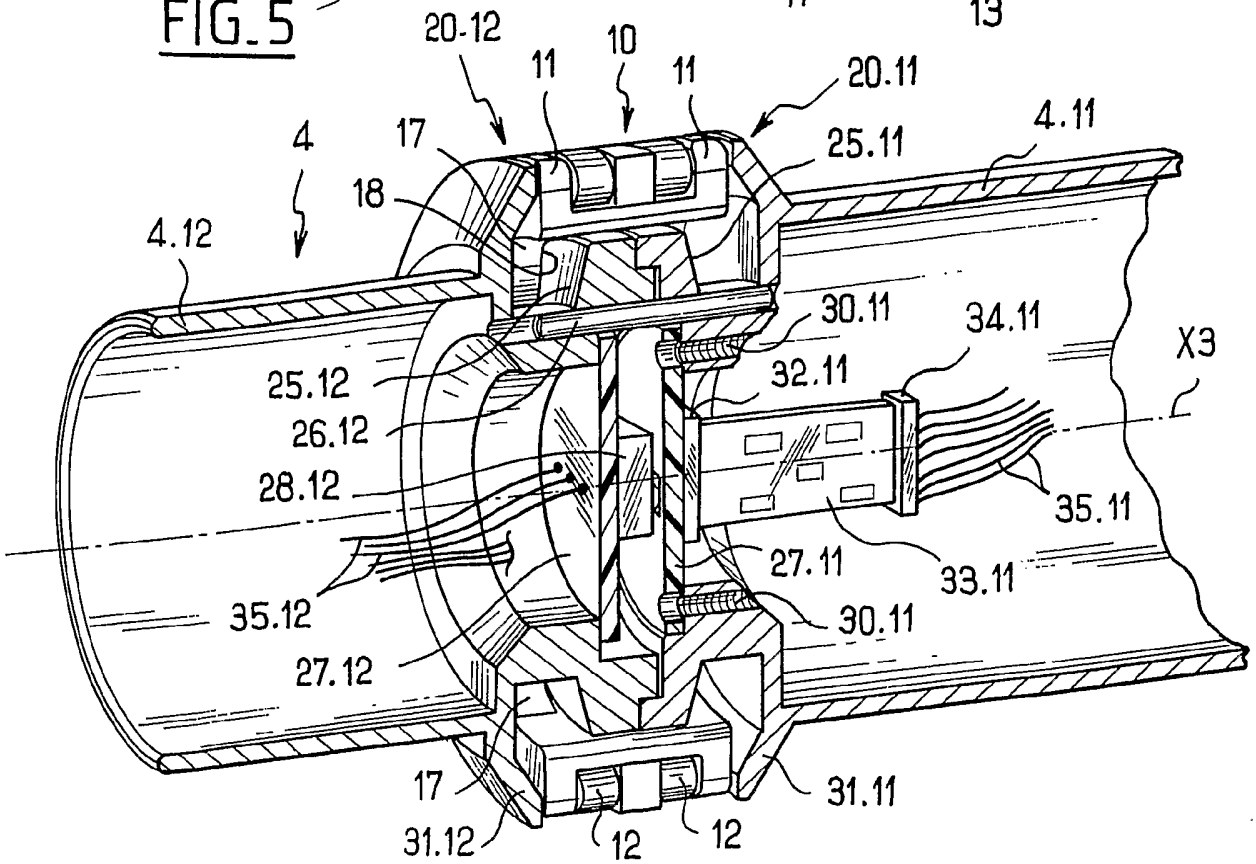
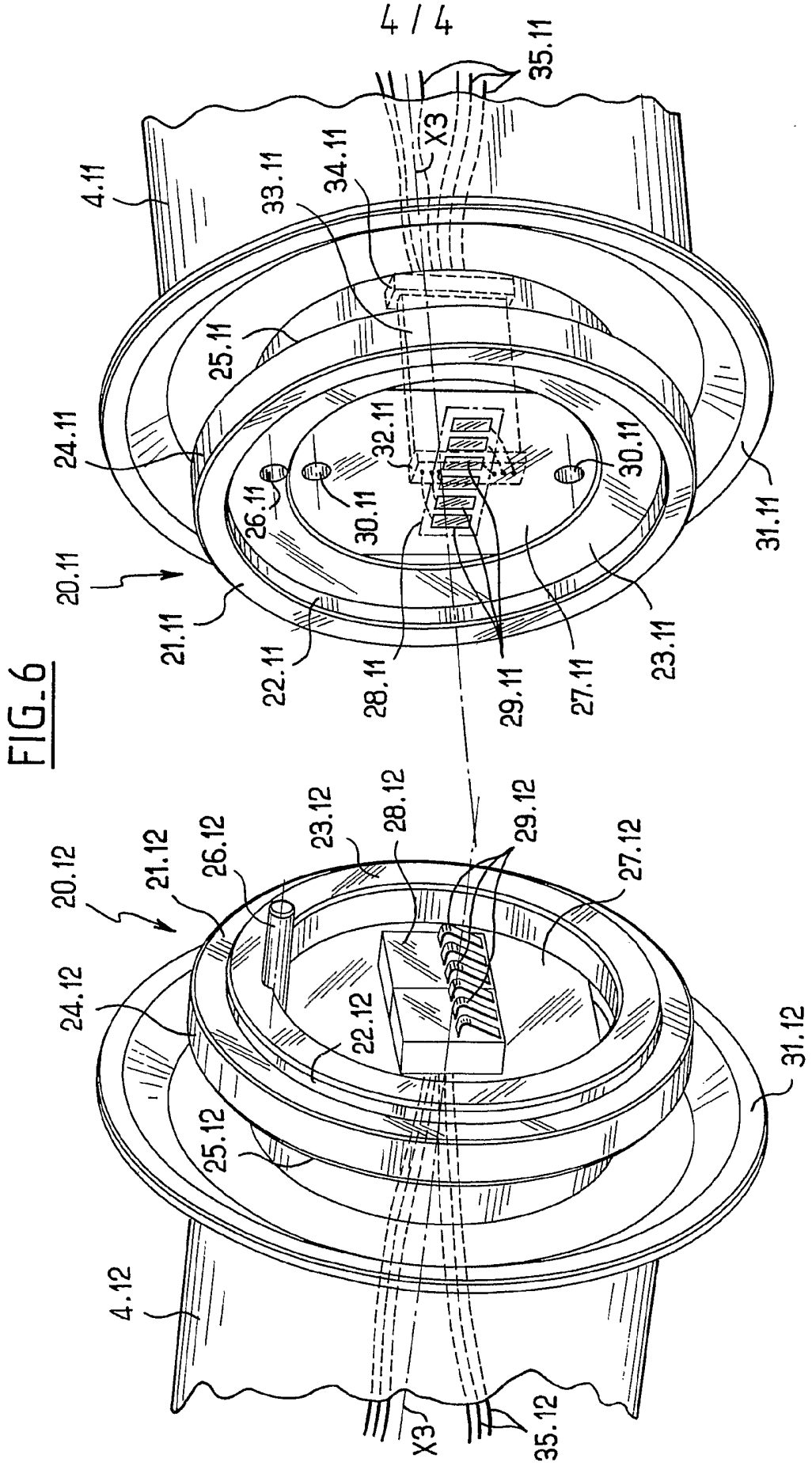


FIG_6


4.11
4.12
20.11
20.12
21.11
21.12
22.11
22.12
23.11
23.12
24.11
24.12
25.11
25.12
26.11
26.12
27.11
27.12
28.11
28.12
29.11
29.12
30.11
30.11
31.11
31.12
32.11
33.11
34.11
35.11
35.12
X3
X3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2006/000773

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01B7/008 G01B21/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 829 148 A (EATON ET AL) 3 November 1998 (1998-11-03) the whole document	1-12
A	US 4 984 959 A (KATO ET AL) 15 January 1991 (1991-01-15) the whole document	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

"E" earlier 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 when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
1 August 2006	11/08/2006

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Popovici, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2006/000773

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5829148 A	03-11-1998	EP 0895574 A1	10-02-1999
		WO 9740336 A1	30-10-1997
US 4984959 A	15-01-1991	JP 2024075 A	26-01-1990
		KR 9300932 B1	11-02-1993

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2006/000773

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G01B7/008 G01B21/04

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

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
G01B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela estréalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 829 148 A (EATON ET AL) 3 novembre 1998 (1998-11-03) le document en entier	1-12
A	US 4 984 959 A (KATO ET AL) 15 janvier 1991 (1991-01-15) le document en entier	1-12

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

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenenant 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'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
1 août 2006	11/08/2006

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Popovici, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2006/000773

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5829148 A	03-11-1998	EP 0895574 A1	10-02-1999
		WO 9740336 A1	30-10-1997
US 4984959 A	15-01-1991	JP 2024075 A	26-01-1990
		KR 9300932 B1	11-02-1993