Innovation, Sciences et Développement économique Canada
Office de la Propriété Intellectuelle du Canada

Innovation, Science and Economic Development Canada
Canadian Intellectual Property Office

CA 3105644 A1 2020/01/09

(21) 3 105 644

(12) DEMANDE DE BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT APPLICATION

(13) A1

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2019/07/04
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2020/01/09
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2021/01/05
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: EP 2019/068028
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2020/007998
(30) Priorité/Priority: 2018/07/06 (FR1856251)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *G01B 21/04* (2006.01), *G01B 11/00* (2006.01), *G01B 5/008* (2006.01), *G01B 5/012* (2006.01)

(71) Demandeur/Applicant:
HEXAGON METROLOGY SAS, FR

(72) Inventeurs/Inventors:
DESFORGES, LAURENT, FR;
DUPORTAL, THIBAULT, FR;
ROUX, DENIS, FR;
FAMECHON, JEAN-LUC, FR;
INGLIS, WES, US

(74) Agent: BORDEN LADNER GERVAIS LLP

(54) Titre : BRAS DE MESURE AVEC EXTREMITE MULTIFONCTION
(54) Title: MEASUREMENT ARM WITH MULTIFUNCTIONAL END

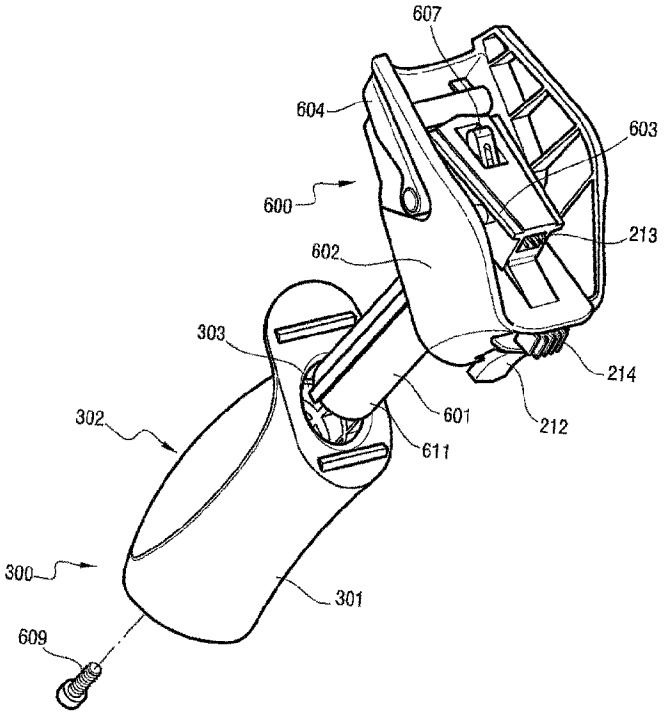


Fig. 5a

(57) Abrégé/Abstract:
Dispositif de mesure tridimensionnelle, comprenant un bras ayant une extrémité libre pourvue d'un corps d'interface portant un organe de mesure et une poignée (301) permettant à un opérateur de pointer l'organe de mesure vers une zone de l'objet à mesurer, caractérisé en ce que la poignée est de forme tubulaire avec une surface extérieure préhensible (302) et une surface intérieure (303) définissant un logement dans lequel est engagée une portion de renfort (601) d'une embase de fixation (600) ayant une portion d'extrémité (602) qui est en saillie de la poignée et qui est fixée au corps d'interface.

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
09 janvier 2020 (09.01.2020)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/007998 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01B 21/04 (2006.01) *G01B 5/012* (2006.01)
G01B 5/008 (2006.01) *G01B 11/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2019/068028

(22) Date de dépôt international :
04 juillet 2019 (04.07.2019)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1856251 06 juillet 2018 (06.07.2018) FR

(71) Déposant : **HEXAGON METROLOGY SAS** [FR/FR] ; 32 avenue de La Baltique immeuble LE VIKING, ZA Courtaboeuf-Villebon, 91978 COURTABOEUF (FR).

(72) Inventeurs : **DESFORGES, Laurent** ; 1 rue de Villiers-faux, 41310 AMBLOY (FR). **DUPORTAL, Thibault** ; Le Cassereau 4, 41310 PRUNAY CASSEREAU (FR). **ROUX, Denis** ; 31 rue de l'Abbaye, 41100 VILLEMARDY (FR). **FAMECHON, Jean-Luc** ; 13 rue des Gombaudes, 41100 VILLERABLE (FR). **INGLIS, Wes** ; 1410 Steen Circle, VISTA, California 92083 (US).

(74) Mandataire : **LAVIALLE, Bruno** et al. ; CABINET BOETTCHER, 16 rue Médéric, 75017 PARIS (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,

(54) **Title:** MEASUREMENT ARM WITH MULTIFUNCTIONAL END

(54) **Titre :** BRAS DE MESURE AVEC EXTREMITE MULTIFONCTION

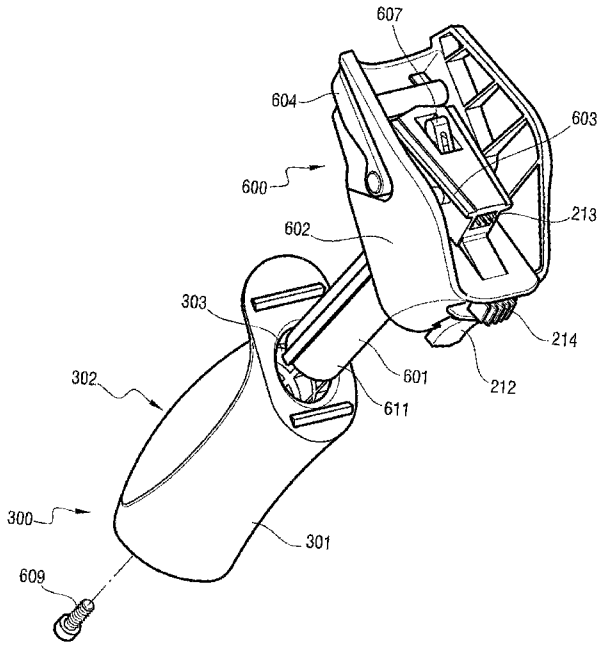


Fig. 5a

(57) **Abstract:** Three-dimensional measurement device, comprising an arm having a free end provided with an interface body bearing a measurement member and a handle (301) allowing an operator to point the measurement member towards a region of the object to be measured, characterized in that the handle is tubular in shape with a grippable outer surface (302) and an inner surface (303) defining a cavity in which there is engaged a reinforcement portion (601) of an attachment base (600) having an end portion (602) which projects from the handle and which is attached to the interface body.

(57) **Abrégé :** Dispositif de mesure tridimensionnelle, comprenant un bras ayant une extrémité libre pourvue d'un corps d'interface portant un organe de mesure et une poignée (301) permettant à un opérateur de pointer l'organe de mesure vers une zone de l'objet à

WO 2020/007998 A1

[Suite sur la page suivante]

WO 2020/007998 A1

CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

mesurer, caractérisé en ce que la poignée est de forme tubulaire avec une surface extérieure préhensible (302) et une surface intérieure (303) définissant un logement dans lequel est engagée une portion de renfort (601) d'une embase de fixation (600) ayant une portion d'extrémité (602) qui est en saillie de la poignée et qui est fixée au corps d'interface.

BRAS DE MESURE AVEC EXTREMITE MULTIFONCTION

La présente invention concerne le domaine de la métrologie et plus particulièrement la mesure d'objets tridimensionnels.

ETAT DE LA TECHNIQUE

Un dispositif de mesure tridimensionnelle, comprend généralement un bras comportant des éléments articulés dont une base de fixation, un premier segment relié à la base de fixation par une première articulation, un deuxième segment relié au premier segment par une deuxième articulation, un corps d'interface relié au deuxième segment par une troisième articulation, et des capteurs positionnels associés aux articulations et reliés électriquement à une unité électronique d'acquisition pour fournir à l'unité électronique d'acquisition des signaux de mesure de positions relatives des segments les uns par rapport aux autres. Le corps d'interface porte un organe de mesure et une poignée permettant à un opérateur de pointer l'organe de mesure vers une zone de l'objet à mesurer.

L'organe de mesure peut être de type à contact ou de type sans contact. L'organe de mesure à contact est un palpeur destiné à être appliqué contre ladite zone de l'objet. L'organe de mesure sans contact peut être : un émetteur d'onde incidente et un récepteur d'onde renvoyée par ladite zone de l'objet permettant une mesure à partir du temps séparant l'émission de l'onde incidente et la réception de l'onde renvoyée ; ou un dispositif optique de capture d'image associé à un projecteur de trame lumineuse pour permettre un calcul de mesures par traitement de l'image de la trame lumineuse projetée sur la zone à mesurer ; ou une combinaison des deux précédents.

La poignée est généralement de type « pistolet ». Lorsque l'organe de mesure est de type sans contact, la poignée est le plus souvent équipée d'au moins un bouton commandant un commutateur relié par un circuit électrique à

l'unité de commande pour permettre à l'opérateur de commander l'acquisition de signaux de mesure avec la main tenant la poignée et pointant l'organe de mesure. Lorsque l'organe de mesure est de type à contact, la poignée peut être équipée comme précédemment d'un bouton de commande de l'acquisition ou le commutateur peut être directement commandé par le palpeur en fonction de l'effort appliqué par le palpeur sur la zone de l'objet à mesurer.

OBJET DE L'INVENTION

Un but de l'invention est de fournir un moyen pour améliorer les fonctionnalités d'un tel dispositif de mesure.

BREF EXPOSE DE L'INVENTION

A cet effet, on prévoit, selon l'invention, un dispositif de mesure tridimensionnelle, comprenant un bras comportant des éléments articulés dont une base de fixation, un premier segment relié à la base par une première articulation, un deuxième segment relié au premier segment par une deuxième articulation, un corps d'interface relié au deuxième segment par une troisième articulation, et des capteurs positionnels associés aux articulations et reliés électriquement à une unité électronique d'acquisition pour fournir à l'unité électronique d'acquisition des signaux de mesure de positions relatives des segments les uns par rapport aux autres. Le corps d'interface porte un organe de mesure et une poignée permettant à un opérateur de pointer l'organe de mesure vers une zone de l'objet à mesurer. La poignée est de forme tubulaire avec une surface extérieure préhensible et une surface intérieure définissant un logement dans lequel est engagée une portion de renfort d'une embase de fixation ayant une portion d'extrémité qui est en saillie de la poignée et qui est fixée au corps d'interface, la portion de renfort s'étendant au moins en partie au niveau d'au moins une partie de la surface extérieure préhensible.

Avantageusement, la portion de renfort s'étend sur

une majeure partie de la poignée et, de préférence, sur toute la longueur de la poignée.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation particuliers non limitatifs de l'invention.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un dispositif de mesure selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue en perspective d'un corps d'interface formant une extrémité libre du bras du dispositif de mesure ;
- la figure 3 est une vue éclatée en perspective d'un premier organe de préhension du corps d'interface ;
- la figure 4 est une vue en perspective du premier organe de préhension et du corps d'interface avant montage ;
- la figure 5a est une vue éclatée en perspective d'un deuxième organe de préhension du corps d'interface ;
- la figure 5b est une vue partielle en perspective du support de fixation du deuxième organe de préhension ;
- la figure 6 est une vue en perspective du corps d'interface équipé des deux organes de préhension et d'un premier organe de mesure ;
- la figure 7 est une vue de détail de la figure 6 avant mise en place du premier organe de mesure ;
- la figure 8 est une vue en perspective du corps d'interface équipé du premier organe de préhension seulement et du premier organe de mesure ;
- la figure 9 est une vue en perspective d'un deu-

xième organe de mesure et du corps d'interface avant montage ;

- la figure 10 est une vue en perspective du deuxième organe de mesure et du corps d'interface en cours de montage sur l'extrémité libre du bras ;
- la figure 11 est une vue en perspective du mécanisme d'assemblage du deuxième organe de mesure et du corps d'interface ;
- les figures 12 a, b, c, d, e montrent les opérations d'accouplement et de désaccouplement ;
- les figures 13 a, b, c montrent par transparence différentes positions de la partie du mécanisme d'assemblage embarquée sur le deuxième organe de mesure ;
- la figure 14 est une vue en perspective du deuxième organe de mesure monté sur l'extrémité libre du bras ;
- la figure 15 est une vue de détail de la partie frontale du corps d'interface ;
- la figure 16 est une vue en coupe de l'organe de mesure à distance selon le plan XVI de la figure 12a ;
- la figure 17 est une vue en perspective du corps d'interface équipée d'un support d'adaptation pour l'emport d'un troisième organe de mesure ;
- la figure 18 est une vue en perspective du corps d'interface avec le support d'adaptation pour l'emport d'un troisième organe de mesure en cours de montage ;
- la figure 19 est une vue en perspective du corps d'interface équipée du support d'adaptation, du troisième organe de mesure et d'un quatrième organe de mesure ;
- la figure 20 est une vue en coupe longitudinale du corps d'interface ;

- la figure 21 est une vue en perspective éclatée d'une interface d'accouplement du premier organe de mesure, et plus particulièrement d'une pièce tubulaire d'accouplement ;
- la figure 22 est une vue en perspective de cette interface d'accouplement.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

En référence aux figures, le dispositif de mesure tridimensionnelle, selon l'invention, comprend un bras comportant des éléments articulés.

Les éléments articulés comprennent une base de fixation 10, un premier segment 11 relié à la base 10 par une première articulation 21, un deuxième segment 12 relié au premier segment 11 par une deuxième articulation 22, un corps d'interface 100 relié au deuxième segment 12 par une troisième articulation 23.

La première articulation 21 et la deuxième articulation 22 sont des articulations doubles autorisant un pivotement relatif des éléments qu'elles relient autour de deux axes perpendiculaires l'un à l'autre. La troisième articulation 23 est une articulation triple autorisant un pivotement relatif du deuxième segment 12 et du corps d'interface 100 autour de trois axes dont l'un est sensiblement perpendiculaire par rapport aux autres (les trois axes sont notés a1, a2, a3 sur la figure 2). Des capteurs positionnels non visibles sur les figures sont associés à chaque axe des articulations 21, 22, 23 et reliés électriquement à une unité électronique d'acquisition 1000 pour fournir à l'unité électronique d'acquisition 1000 des signaux de mesure de positions angulaires relatives des éléments les uns par rapport aux autres. Les capteurs peuvent être reliés à l'unité d'acquisition 1000 chacun par une paire de câbles ou tous ensemble par un bus. L'unité d'acquisition est par exemple un ordinateur, en particulier un ordinateur portable, raccordé par un connecteur de type USB ou autre à un connecteur correspondant débouchant à

l'extérieur de l'embase 10. L'ordinateur exécute un programme de mesure tridimensionnelle connu en lui-même. L'embase 10 incorpore avantageusement un circuit électronique relié à un écran et agencé pour fournir à l'opérateur des informations sur l'état de fonctionnement du bras.

Le corps d'interface 100 comprend une structure 101 rigide par-dessus laquelle est monté un capotage 102 de telle manière qu'un espace 103 existe entre la structure 101 et le capotage 102 (voir plus particulièrement la figure 20).

Le corps d'interface 100 est pourvu d'un dispositif d'affichage 2000 électriquement relié à un circuit électronique 2001 lui-même électriquement relié à l'unité électronique d'acquisition 1000 par une ligne dédiée. Le dispositif d'affichage 2000 est équipé d'un bouton multidirectionnel 2002 électriquement relié au circuit électronique 2001 pour effectuer des choix dans des menus affichés par le dispositif d'affichage 2000. Le circuit électronique 2001 s'étend dans l'espace 103 existant entre la structure 101 et le capotage 102.

En référence plus particulièrement à la figure 15, le corps d'interface 100 comprend une face frontale 104 agencée pour former une platine de fixation alternativement d'un premier organe de préhension 200 et d'un organe de mesure à distance 400, une pièce tubulaire 110 d'accouplement à un organe de mesure par contact 500 s'étendant en saillie de ladite face frontale 104 ; et une surface latérale 105 agencée pour former une deuxième platine de fixation d'un deuxième organe de préhension 300.

La pièce tubulaire d'accouplement 110 est pourvue de deux redans externes 111 positionnés symétriquement l'un par rapport à l'autre.

Sur la face frontale 104 débouchent des connecteurs électriques 120 de raccordement à l'organe de mesure à distance 400.

En référence plus particulièrement aux figures 3 et

4, le premier organe de préhension 200 comprend un corps préhensible annulaire 201 qui comprend un conduit cylindrique central 202 permettant au corps préhensible annulaire 201 d'être engagé sur la pièce tubulaire d'accouplement 110 de manière que le corps préhensible annulaire 201 s'étende par-dessus la surface frontale 104 et les connecteurs électriques 120. Le conduit cylindrique central 202 est pourvu de deux rainures axiales 203 pour recevoir les redans externes 111.

Un élément de retenue 204 est monté sur le corps préhensible annulaire 201 pour coulisser transversalement à la pièce tubulaire d'accouplement 110. L'élément de retenue 204 a une forme fourchue avec deux branches 205 et est monté sur le corps préhensible annulaire 201 entre :

- une position de retenue dans lequel les branches 205 ont une portion qui est en saillie dans les rainures axiales 203 et est destinée à être engagée derrière les redans externes 111 pour plaquer le corps préhensible annulaire 201 contre la face frontale 104, et
- une position de libération dans lequel les branches 205 ont une encoche coïncidant avec les rainures axiales 203 pour permettre le passage des redans externes 111. Les branches 205 ont des surfaces formant coin pour maintenir serré le corps préhensible annulaire 201 contre la face frontale 104. Le maintien de l'élément de retenue 204 dans chacune de ses positions est assuré par une bille montée dans un logement de l'élément de retenue 204 pour être mobile entre une position en saillie du logement dans laquelle elle est rappelée élastiquement et une position escamotée dans le logement. Le corps préhensible annulaire 201 est pourvu de deux renfoncements positionnés pour recevoir la bille en saillie lorsque l'élément de retenue 204 est respectivement en position de libération et en position de retenue. En variante, il est possible de prévoir simplement un ressort monté entre le corps préhensible annulaire 201 et l'élément de retenue 204 pour rappeler élastiquement

l'élément de retenue 204 dans sa position de retenue.

Le corps préhensible annulaire 201 a une portion frontale de surface extérieure 206 qui est courbe et une portion latérale de surface extérieure 207 sur laquelle débouche au moins un bouton 208 d'actionnement d'un commutateur reçu dans le corps préhensible annulaire 201. Le commutateur est relié à un connecteur 209 embarqué sur le corps préhensible annulaire 201 pour être raccordé à l'un des connecteurs électriques 120 lorsque le corps préhensible annulaire 201 est appliqué contre la face frontale 104. La portion frontale de surface extérieure 206 est sensiblement en forme de calotte sphérique. On notera que le raccordement des connecteurs 209, 120 permet d'assurer une détection de présence du corps préhensible annulaire 200. On peut ainsi interdire, dans tout ou partie d'un protocole de mesure, la prise de points si le corps préhensible annulaire 200 n'est pas monté.

En référence plus particulièrement aux figures 5a, 5b, 6, le deuxième organe de préhension 300 a la forme d'une poignée 301 de type « pistolet ». La poignée 301 est solidaire d'une embase de fixation 600 comprenant un appendice de renfort 601 sur lequel est engagée la poignée 301 et une portion d'extrémité 602 qui comprend une glissière 603 s'étendant transversalement par rapport à une direction longitudinale de l'appendice de renfort 601 pour coopérer avec une glissière 114 de la surface latérale 105 du corps d'interface 100. Le corps d'interface 100 et la portion d'extrémité 602 du support de fixation 600 comprennent des moyens de butée réciproques de manière à définir une position d'engagement mutuel des glissières 603, 114 et des moyens de verrouillage réciproques s'opposant à un désengagement des glissières 603, 114. Les moyens de verrouillage réciproques comportent un levier de commande 604 qui est articulé sur la portion d'extrémité 602 de l'embase de fixation 600 entre une position d'activation des moyens de verrouillage et une position d'inactivation des moyens de

verrouillage. Le levier de commande 604 a une forme en étrier à deux branches ayant des extrémités libres solidaires chacune d'une extrémité d'un arbre 605 qui est pourvu d'une chape 606 et qui est monté pour pivoter sur la portion d'extrémité 602 de l'embase de fixation 600. Le support de fixation 600 est pourvu d'un verrou basculant 607 ayant une première extrémité montée pour pivoter dans la portion d'extrémité 602 pour avoir une deuxième extrémité mobile entre une position escamotée et une position en saillie de la portion d'extrémité 602. Une biellette 608 est articlée d'un côté à la chape 606 et de l'autre au verrou basculant 607 de telle manière que, lorsque le levier de commande 604 est en position d'activation, le verrou basculant 607 est dans sa position en saillie pour coopérer avec une butée de la surface latérale 105 du corps d'interface 100 et s'oppose au désengagement des glissières 603, 114 et que, lorsque le levier de commande 604 est en position de désactivation, le verrou basculant 607 soit en position escamotée par rapport à la butée et autorise le désengagement des glissières 603, 114.

La poignée 301 est de forme tubulaire avec une surface extérieure préhensible 302 et une surface intérieure 303 définissant un logement dans lequel est engagé l'appendice de renfort 601. La poignée 301 est fixée sur l'appendice de renfort 601 de l'embase de fixation 600 par au moins une vis 609 traversant une paroi de fond de la poignée 301 pour être engagée dans un taraudage 610 d'une portion d'extrémité libre 611 de l'appendice de renfort 601 de l'embase de fixation 600 s'étendant en regard de la paroi de fond. Le dispositif selon l'invention comprend avantageusement un jeu de poignées 301 interchangeables et de dimensions externes différentes adaptées à différentes tailles de mains.

Ladite portion d'extrémité 602 de l'embase de fixation 600 comprend un bouton de commande d'acquisition 612 (en forme de queue de détente) actionnant un commutateur

électriquement relié à un connecteur 613 de raccordement à un connecteur qui débouche sur la surface latérale 105 qui est électriquement relié à l'unité électronique d'acquisition 1000 et un bouton de sélection multidirectionnel 614 actionnant un commutateur électriquement relié lui aussi au connecteur 613. La poignée 301 est, elle, dépourvue de toute portion de circuit électronique ou de composant électronique. Il en est de même pour l'appendice de renfort 601.

En référence plus particulièrement à la figure 15, l'organe de mesure par contact 500 comprend un palpeur 501 porté par une partie cylindrique mâle 502 engagée dans une pièce tubulaire d'accouplement 110 solidaire du corps d'interface 100. La partie cylindrique mâle 502 et la pièce tubulaire d'accouplement 110 forment deux parties séparable d'une interface d'accouplement. La pièce tubulaire d'accouplement 110 est pourvue d'un mécanisme, généralement désigné en 1100, de verrouillage de l'accouplement comprenant une manette 112 formée d'une plaquette incurvée et portée par un axe 115 monté sur la pièce tubulaire d'accouplement 110 pour pivoter autour d'une direction radiale de la pièce tubulaire d'accouplement 110 entre une position de retenue de la partie cylindrique mâle 502 et une position de libération de la partie cylindrique mâle 502. La manette 112 est également montée sur la pièce tubulaire d'accouplement 110 pour pivoter entre une position plaquée contre une surface extérieure 113 de la pièce tubulaire d'accouplement 110 et une position relevée permettant sa manipulation.

En référence plus particulièrement aux figures 20 à 22, le mécanisme de verrouillage 1100 logé dans la pièce tubulaire d'accouplement 110 est ici du type de celui décrit dans le document US-B-7282017. Le mécanisme de verrouillage 1100 comprend un tiroir 1101 définissant un logement 1102 de réception d'une queue 503 de la partie cylindrique mâle 502 et deux goupilles 1103 (mais une serait

suffisante) s'étendant en regard l'une de l'autre de part et d'autre du logement 1102. Les goupilles 1103 ont des axes parallèles l'un à l'autre et contenus dans un même plan transversal au logement 1102, et sont montées dans le tiroir 1101 pour être mobiles entre une position de verrouillage dans laquelle les goupilles 1103 ont une portion centrale en saillie dans le logement 1102 et une position de déverrouillage dans laquelle la portion centrale des goupilles 1103 est escamotée vis-à-vis du logement 1102. Les goupilles 1103 ont des extrémités reçues dans deux rainures 1104 transversales ménagées en des positions diamétralement opposées dans une surface interne d'un insert 1105 fixé dans la pièce tubulaire d'accouplement 110. L'insert 1105 est en deux parties accolées l'une à l'autre le long d'un plan de joint contenant l'axe central de la pièce tubulaire d'accouplement 110, lesdites parties étant symétriques par rapport au plan de joint et chaque partie comportant une des rainures 1104 de réception des extrémités des goupilles 1103. Chaque goupille 1103 possède également deux portions intermédiaires qui s'étendent respectivement entre l'une des extrémités de ladite goupille et la portion centrale de ladite goupille et qui est reçue dans une fente 1106 ménagée dans le tiroir 1101 pour s'étendre de manière inclinée par rapport à l'axe central de la pièce tubulaire d'accouplement 110. Le tiroir 1101 est monté dans l'insert 1105 pour coulisser parallèlement à l'axe central de la pièce tubulaire d'accouplement 110 entre une première position et une deuxième position et l'inclinaison des fentes 1106 est déterminée pour que le déplacement du tiroir 1101 de sa première position jusque sa deuxième position provoque le déplacement des goupilles 1103 de leur position de verrouillage à leur position de déverrouillage, et inversement. L'axe 115 dont la manette 112 est solidaire d'une des extrémités a une extrémité opposée qui est engagée dans un trou 1107 ménagé dans l'insert 1105. Entre ses deux extrémités, l'axe 115 comprend une portion excentrée

reçue dans une rainure 1108 ménagée dans le tiroir 1101 pour s'étendre transversalement à l'axe central de la pièce tubulaire d'accouplement 110 de telle manière que le pivotement de la manette 112 de sa position de retenue jusqu'à sa position de libération provoque le déplacement du tiroir 1101 de sa première position à sa deuxième position, et inversement. L'axe 115 de la manette 112 traverse une paroi de la pièce tubulaire d'accouplement 110 et l'insert 1105 et possède une gorge pourvue d'un joint annulaire d'étanchéité 117 coopérant avec la paroi de la pièce tubulaire d'accouplement 110 pour assurer une étanchéité entre ceux-ci.

La partie cylindrique mâle 502 comprend une face transversale 504 en saillie de laquelle s'étend la queue 503 qui est destinée à être introduite dans le logement 1102 du tiroir 1101 et qui est pourvue de deux encoches pour recevoir la portion centrale des goupilles 1103 dans leur position de verrouillage. La face transversale 504 est pourvue d'un joint d'étanchéité 505 sous la forme d'une lèvre périphérique en élastomère qui s'étend en saillie de ladite face transversale 504 pour prendre appui en se déformant sur une surface annulaire plane 118 de l'extrémité libre de la pièce tubulaire d'accouplement 110 et ainsi assurer une étanchéité entre la pièce tubulaire d'accouplement 110 et la partie cylindrique mâle 502. Les joints d'étanchéité 117 et 505 sont ici agencés pour permettre une conformité à la norme IP54.On notera que le fait de pouvoir rabattre la manette 112 sur la pièce tubulaire d'accouplement 110 présente un triple avantage. En effet, lorsqu'elle est en position rabattue, la manette 112 :

- ne gêne pas la manipulation du corps d'interface 100 pour les opérations de mesure ;
- ne gêne pas la mise en place, ni du premier organe de préhension 200 ni du deuxième organe de mesure à distance 400 ;
- s'oppose à sa rotation autour de la direction ra-

diale de la pièce tubulaire d'accouplement (les parties incurvées de la manette 112 venant buter sur la surface extérieure de la pièce tubulaire d'accouplement).

L'organe de mesure à distance 400 comprend un bâti 401, un capteur optique et un projecteur d'une trame lumineuse. L'organe de mesure à distance 400 est destiné à être pointé vers une zone de l'objet à mesurer pour y projeter la trame lumineuse et en prendre une image. Le principe de fonctionnement de l'organe de mesure à distance 400 est connu en lui-même et ne sera pas détaillé ici.

En référence plus particulièrement aux figures 11 à 13 et 16, le bâti 401 de l'organe de mesure à distance 400 comporte un orifice 402 de passage de la pièce tubulaire d'accouplement 110 et des connecteurs 403 pour être raccordés électriquement aux connecteurs 120 du corps d'interface 100. Le bâti 401 est destiné à être relié au corps d'interface 100 par un mécanisme de fixation 700 commandable sélectivement dans un état d'encliquetage (figures 12a, 12c, 13c) dans lequel l'organe de mesure à distance 400 est retenu sur le corps d'interface 100 alors que les connecteurs 403, 120 sont dégagés l'un de l'autre, un état de verrouillage (figures 11, 12b, 13a) dans lequel l'organe de mesure à distance 400 est fixé au corps d'interface 100 et les connecteurs 403, 120 sont engagés l'un dans l'autre, et un état de libération (figures 12d, 12e, 13b) dans lequel l'organe de mesure à distance 400 peut être séparé du corps d'interface 100.

Le mécanisme de fixation 700 comprend deux redans 701 disposés symétriquement de part et d'autre de la pièce tubulaire d'accouplement 110 et formés chacun par une barre traversant un logement ménagé dans la face frontale 104.

Le mécanisme de verrouillage comprend deux crochets 702 montés sur le bâti 401 de l'organe de mesure à distance 400 symétriquement de part et d'autre de l'orifice 401 pour basculer autour d'un axe de basculement A1 entre une position de verrouillage et une position de déverrouillage.

Entre chaque crochet 702 et le bâti 401, s'étend un élément 703 de rappel élastique du crochet 702 vers la position de verrouillage.

Les crochets 702 du mécanisme de verrouillage 700 sont commandés par un levier 704 ayant une forme de fourche avec des branches 705 ayant une extrémité libre articulée sur le bâti 401 de l'organe de mesure à distance 400. L'extrémité libre de chaque branche 705 du levier 704 est articulée à l'organe de mesure à distance 400 autour d'un axe de pivotement A2 distinct de l'axe de basculement A1 du crochet 702 et qui est liée en rotation à un excentrique 706 reçu dans un logement 707 du crochet 702 de telle manière que :

- lorsque le levier 704 est dans une position de verrouillage (figure 12b), chaque excentrique 706 est en appui contre une surface inférieure du logement 707 et maintient le crochet 702 en position de verrouillage (figure 13a) ;

- lorsque le levier 704 est dans une position de déverrouillage (figures 12d, 12e), chaque excentrique 706 est en appui contre une surface supérieure du logement 707 et maintient le crochet 702 en position de déverrouillage (figure 13b) ;

- lorsque le levier 704 est dans une position d'encliquetage (figures 12c, 13c), chaque excentrique 706 est dans la partie supérieure du logement 707 pour ne pas gêner le déplacement du crochet entre ses deux positions de manière à laisser le crochet 702 dans un état d'encliquetage. Dans cet état, le crochet est libre d'être déplacé entre ses deux positions (figure 13c).

La position d'encliquetage du levier 704, c'est-à-dire celle correspondant à l'état d'encliquetage, est située entre les deux autres positions du levier 704.

En référence plus particulièrement aux figures 17 à 19, le dispositif de mesure comprend un support de fixation 800 d'un troisième organe de mesure 900. Le troisième or-

gane de mesure 900 est ici un organe de mesure sans contact pourvu d'une batterie et de moyens de liaison sans fil avec l'unité électronique d'acquisition 1000. En variante, il est possible de prévoir une liaison filaire externe entre le troisième organe de mesure 900 et l'unité électronique d'acquisition 1000. Le principe de fonctionnement de l'organe de mesure à distance 900 est connu en lui-même et ne sera pas détaillé ici.

Le support de fixation 800 comprend un corps 801 dans lequel sont réalisés deux logements 802, 803 débouchant sur des faces opposées du corps 801. Le support de fixation 800 est ici fixé au corps d'interface en utilisant un mécanisme similaire à celui utilisé pour la fixation du corps de préhension 200. Le logement 802 est dimensionné pour qu'un fond du logement 802 puisse être appliqué contre la face frontale 104 et que des parois du logement 802 enveloppent une partie de la surface extérieure du corps d'interface 100 bordant la face frontale 104. Le logement 803 est dimensionné pour que puisse y être fixée une partie d'un connecteur de raccordement au troisième organe de mesure 900. Le logement 803 est ici pourvu d'une partie mâle analogue à la partie mâle 502 coopérant avec la pièce tubulaire d'accouplement 110 tandis que le troisième organe de mesure est pourvu d'une pièce tubulaire d'accouplement identique à la pièce tubulaire d'accouplement 110. En fonctionnement, le support de fonctionnement 800 est positionné pour que le troisième organe de mesure 900 s'étende sous la pièce tubulaire d'accouplement 110 pour que la manipulation de l'ensemble formé par le corps d'interface 100, le support de fixation 800 et le troisième organe de mesure 900 soit plus confortable pour l'opérateur.

Il est visible sur la figure 19 que le dispositif de mesure est équipée d'un quatrième organe de mesure qui est un organe de mesure par contact 550 qui comprend un palpeur 551 porté par une partie cylindrique mâle 552 engagée dans la pièce tubulaire d'accouplement 110 solidaire du

corps d'interface 100. L'organe de mesure par contact 550 est monté à la place de l'organe de mesure par contact 500 lorsqu'on souhaite procéder à la fois à des mesures par contact et à des mesures au moyen du troisième organe de mesure 900. L'organe de mesure par contact 550 est caractérisé en ce qu'il est plus long que l'organe de mesure par contact 500 de telle manière que le palpeur 551 puisse être mis en contact avec l'objet à mesurer en limitant le risque d'un contact entre le troisième organe de mesure 900 et ledit objet à mesurer.

On notera que, dans le mode de réalisation préféré ici décrit, le dispositif selon l'invention comprend six caractéristiques principales :

1) l'organe de mesure est relié au corps d'interface par un mécanisme de fixation commandable par un levier et agencé de telle manière que le levier commande le mécanisme de fixation sélectivement dans un état d'encliquetage dans lequel l'organe de mesure est retenu sur le corps d'interface alors que les connecteurs sont dégagés l'un de l'autre, un état de verrouillage dans lequel l'organe de mesure est fixé au corps d'interface et les connecteurs sont engagés l'un dans l'autre, et un état de libération dans lequel l'organe de mesure peut être séparé du corps d'interface ;

2) la poignée est de forme tubulaire avec une surface extérieure préhensible et une surface intérieure définissant un logement dans lequel est engagée une portion de renfort d'une embase de fixation ayant une portion d'extrémité qui est en saillie de la poignée et qui est fixée au corps d'interface ;

3) la poignée est solidaire d'une embase de fixation ayant une portion d'extrémité qui comprend une glissière qui s'étend transversalement par rapport à une direction longitudinale de la poignée pour coopérer avec une glissière du corps d'interface, le corps d'interface et la portion d'extrémité du support de fixation comprenant des

moyens de butée réciproques de manière à définir une position d'engagement mutuel des glissières et des moyens de verrouillage réciproques s'opposant à un désengagement des glissières, les moyens de verrouillage réciproques comportant un levier de commande qui est articulé sur la portion d'extrémité de l'embase de fixation entre une position d'activation des moyens de verrouillage et une position d'inactivation des moyens de verrouillage ;

4) le corps d'interface comprend une face frontale agencée pour former une platine de fixation alternativement d'un premier organe de préhension et d'un organe de mesure à distance, une pièce tubulaire d'accouplement à un premier organe de mesure par contact s'étendant en saillie de ladite face frontale ; et une surface latérale agencée pour former une deuxième platine de fixation d'un deuxième organe de préhension ;

5) le corps d'interface comprend une face frontale sur laquelle débouche au moins un connecteur électrique et en saillie de laquelle s'étend une pièce tubulaire d'accouplement à l'organe de mesure, un corps préhensible annulaire étant engagé sur la pièce tubulaire d'accouplement et s'étendant par-dessus la surface frontale et le connecteur électrique, un élément de retenue formant coin étant monté sur le corps préhensible pour coulisser transversalement à la pièce tubulaire d'accouplement et être engagé derrière un redan externe de la pièce tubulaire d'accouplement pour maintenir le corps préhensible appliqué contre la face frontale du corps d'interface ;

6) l'organe de mesure comprend une partie cylindrique mâle engagée dans une pièce tubulaire d'accouplement solidaire du corps d'interface, la pièce tubulaire d'accouplement est pourvue d'un mécanisme de verrouillage de l'accouplement comprenant une manette formée d'une plaquette incurvée et montée sur la pièce tubulaire d'accouplement pour pivoter une position plaquée contre une surface extérieure de la pièce tubulaire d'accouplement et

une position relevée permettant sa manipulation.

La caractéristique 1 est particulièrement intéressante en ce qu'elle facilite la mise en place de l'organe de mesure qui peut être relativement lourd et/ou encombrant. L'organe de mesure est mis en place alors que le mécanisme est dans son état d'encliquetage, ce qui permet d'attacher l'organe de mesure au corps d'interface, sans que l'opérateur n'ait à agir sur le levier, simplement en engageant l'organe de mesure sur la pièce tubulaire d'accouplement jusqu'à ce que l'encliquetage soit réalisé. Une fois l'organe de mesure attaché au corps d'interface, l'opérateur peut procéder par des manœuvres plus fines à la connexion des connecteurs puis à l'immobilisation de l'organe de mesure par rapport au corps d'interface en commandant le mécanisme de fixation dans son état de verrouillage. Le retrait de l'organe de mesure est effectué en mettant le mécanisme de fixation dans son état de libération avant d'écarter l'organe de mesure et le corps d'interface.

La caractéristique 2 est particulièrement intéressante en ce qu'elle autorise un retrait rapide de la poignée par exemple pour la nettoyer, la réparer ou la remplacer par une poignée de dimensions différentes. Le fait d'avoir un support de fixation distinct de la poignée permet aussi de placer un bouton ou autre circuit électronique dans la partie supérieure du support de fixation, c'est-à-dire au-dessus de la poignée, de sorte que la poignée est peu coûteuse en elle-même et peut-être facilement remplacée.

La caractéristique 3 est particulièrement intéressante en ce qu'elle autorise une fixation relativement simple et rapide de l'organe de préhension.

La caractéristique 4 est particulièrement intéressante en ce qu'elle autorise une grande flexibilité d'emploi du bras du dispositif de mesure.

La caractéristique 5 est particulièrement intéressante en ce qu'elle va faire de la surface frontale du

corps d'interface une zone de préhension du corps d'interface tout en assurant une protection du connecteur lui évitant des chocs et un encrassement.

La caractéristique 6 est particulièrement intéressante en ce que la plaquette ne gêne pas les manipulations du corps d'interface lors des opérations de mesure.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

En particulier, bien que le dispositif de mesure selon le mode de réalisation préféré comprenne six caractéristiques principales, l'invention s'applique à des dispositifs de mesure qui ne comportent pas toutes ces caractéristiques, lesdites caractéristiques pouvant être mises en œuvre indépendamment les unes des autres.

Au moins une partie de circuit électronique peut s'étendre dans tout ou partie de l'espace existant entre la structure et le capotage.

L'unité d'acquisition 1000 peut être incorporée dans l'embase 10 qui comprend alors une unité informatique associée à une interface homme-machine comportant par exemple un clavier et un écran.

L'appendice de renfort 601 est facultatif.

La manette 112 peut avoir une autre forme qu'une plaquette incurvée, par exemple la forme d'un bouton.

Le premier joint d'étanchéité annulaire monté sur l'axe de la manette pour être en appui contre une surface de la pièce tubulaire d'accouplement peut avoir de multiples formes et par exemple être un joint torique ou un joint à lobe(s) ou un joint à lèvre.

Le deuxième joint d'étanchéité annulaire monté entre la pièce tubulaire d'accouplement et la partie cylindrique mâle pour être déformé entre eux lorsque la partie cylindrique mâle est montée dans la pièce tubulaire d'accouplement solidaire du corps d'interface peut avoir

d'autre forme et par exemple être un joint torique.

La manette est agencée pour être mobile autour de son axe entre une position de verrouillage et une position de déverrouillage du mécanisme, la manette ayant une position intermédiaire dans laquelle le mécanisme de verrouillage permet l'introduction de la partie mâle et sa retenue élastique sans être verrouillé. Des structures différentes autorisant d'autres modes de fonctionnement sont possibles. Il est ainsi possible de ne pas avoir de position d'encliquetage.

Le levier 704 peut avoir une forme autre que celle décrite et peut par exemple comprendre une branche unique. En outre, le levier peut être monté pour pivoter ou pour coulisser.

Le mécanisme de fixation commandé par le levier 704 peut avoir une structure différente de celle décrite et par exemple ne comprendre qu'un crochet. La position d'encliquetage peut être disposée d'un côté ou de l'autre des deux autres positions au lieu de se trouver entre celles-ci.

Même si ce n'est pas le mode de réalisation préféré, la poignée 301 peut être pourvue d'au moins un bouton et/ou d'au moins un composant électronique.

L'embase de fixation peut être pourvue ou dépourvue de bouton(s) et/ou de composant(s) électronique(s).

La poignée 301 peut être fixée par un autre moyen que la vis 609 à l'embase de fixation 600 et par exemple par un mécanisme d'encliquetage ou par une goupille transversale traversant une partie de la poignée 301 et une partie de l'embase de fixation 600.

La portion de renfort 601 peut s'étendre sur tout ou partie de la poignée 301.

L'embase 600 peut être fixée au corps d'interface 100 par d'autres moyens et par exemple par une ou plusieurs vis, une goupille, ou autre.

Le bras peut avoir une structure différente de

celle décrite, avec par exemple un nombre de segments différents, des articulations simples au lieu de doubles ou doubles au lieu de triples, et/ou des segments télescopiques…

Le corps d'interface peut être dépourvu d'afficheur et/ou de circuits électroniques.

Le levier 604 peut être solidaire d'un arbre 605 portant un ergot en appui contre le verrou basculant 607 pour former une came déplaçant le verrou basculant 607 entre ses deux positions.

Les organes de mesure peuvent être des palpeurs de formes et/ou dimensions différentes, par exemple coudés, avec une ou plusieurs extrémités de pointage de formes/dimensions différentes (par exemple sphériques ou coniques)…

Les organes de mesure peuvent être télémétriques, par exemple optiques et notamment stéréoscopiques, ou laser (type LIDAR) ou autre.

Le corps préhensible 200 peut être fixé par d'autre moyens au corps d'interface 100 et par exemple par un écrou vissé sur la pièce tubulaire d'accouplement 110, une goupille engagée transversalement dans le corps préhensible 200 et la pièce tubulaire d'accouplement 110, une clavette pentue engagée transversalement dans le corps préhensible 200 et la pièce tubulaire d'accouplement 110…

Le bras peut être pourvu d'un ou plusieurs boutons multifonctions et/ou d'un ou plusieurs boutons monofonctions.

Le mécanisme de verrouillage 1100 peut avoir une autre structure que celle décrite et comprendre par exemple un crochet mobile entre une position de verrouillage dans laquelle le crochet est engagé dans un anneau porté par la partie mâle et une position de déverrouillage dans laquelle le crochet est dégagé dudit anneau.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure tridimensionnelle, comprenant un bras comportant des éléments articulés dont une base de fixation (10), un premier segment (11) relié à la base par une première articulation (21), un deuxième segment (12) relié au premier segment par une deuxième articulation (22), un corps d'interface (100) relié au deuxième segment par une troisième articulation (23), et des capteurs positionnels associés aux articulations et reliés électriquement à une unité électronique d'acquisition (1000) pour fournir à l'unité électronique d'acquisition des signaux de mesure de positions relatives des segments les uns par rapport aux autres, le corps d'interface portant un organe de mesure et une poignée (301) permettant à un opérateur de pointer l'organe de mesure vers une zone de l'objet à mesurer, caractérisé en ce que la poignée est de forme tubulaire avec une surface extérieure préhensible (302) et une surface intérieure (303) définissant un logement dans lequel est engagée une portion de renfort (601) d'une embase de fixation (600) ayant une portion d'extrémité (602) qui est en saillie de la poignée et qui est fixée au corps d'interface, la portion de renfort s'étendant au moins en partie au niveau d'au moins une partie de la surface extérieure préhensible.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ladite portion d'extrémité (602) de l'embase de fixation (600) comprend un bouton (212) de commande d'acquisition qui agit sur un commutateur électriquement relié à l'unité de commande (1000).

3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel la poignée (301) est fixée sur l'embase de fixation (600) par au moins une vis (609).

4. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel la vis (609) traverse une paroi de fond de la poignée (301) pour être engagée dans un taraudage (610) d'une portion

d'extrémité libre (611) de la portion de renfort (601) de l'embase de fixation (600) s'étendant en regard de la paroi de fond.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant un jeu de poignées (601) interchangeables de dimensions externes différentes.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la poignée (601) est dépourvue de toute portion de circuit électronique.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la première articulation (21) et la deuxième articulation (22) sont des articulations doubles autorisant un pivotement relatif des éléments qu'elles relient autour de deux axes perpendiculaires l'un à l'autre.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la troisième articulation (23) est une articulation triple autorisant un pivotement relatif du deuxième segment (12) et du corps d'interface (100) autour de trois axes dont l'un est sensiblement perpendiculaire aux autres.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le corps d'interface (100) est pourvu d'un dispositif d'affichage (2000) et d'un circuit électronique (2001) électriquement reliés à l'unité électronique d'acquisition (1000).

10. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel le dispositif d'affichage (2000) est équipé d'un bouton multidirectionnel (2002) pour effectuer des choix dans des menus affichés par le dispositif d'affichage.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le corps d'interface (100) comprend une structure rigide (101) par-dessus laquelle est monté un capotage (103) de telle manière qu'un espace existe entre la structure et le capotage, au moins une par-

tie de circuit électronique s'étendant dans ledit espace.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de mesure comprend un support de fixation (800) d'un troisième organe de mesure (900).

13. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel le support de fixation (800) comprend un corps (801) dans lequel sont réalisés deux logements (802, 803) débouchant sur des faces opposées du corps (801), l'un des logements (802) étant dimensionné pour recevoir une partie frontale du corps d'interface (100) et l'autre des logements (803) étant dimensionné pour que puisse y être fixée une partie du troisième organe de mesure (900).

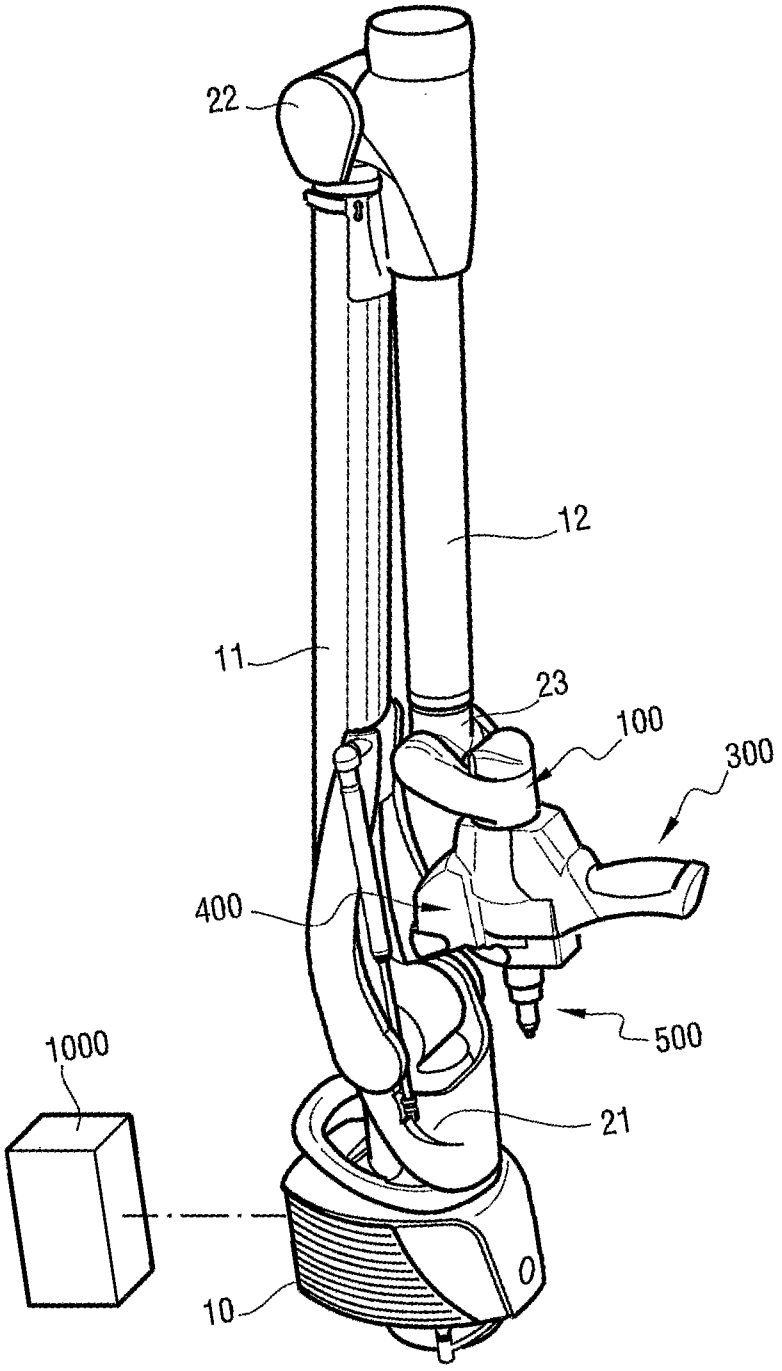


Fig. 1

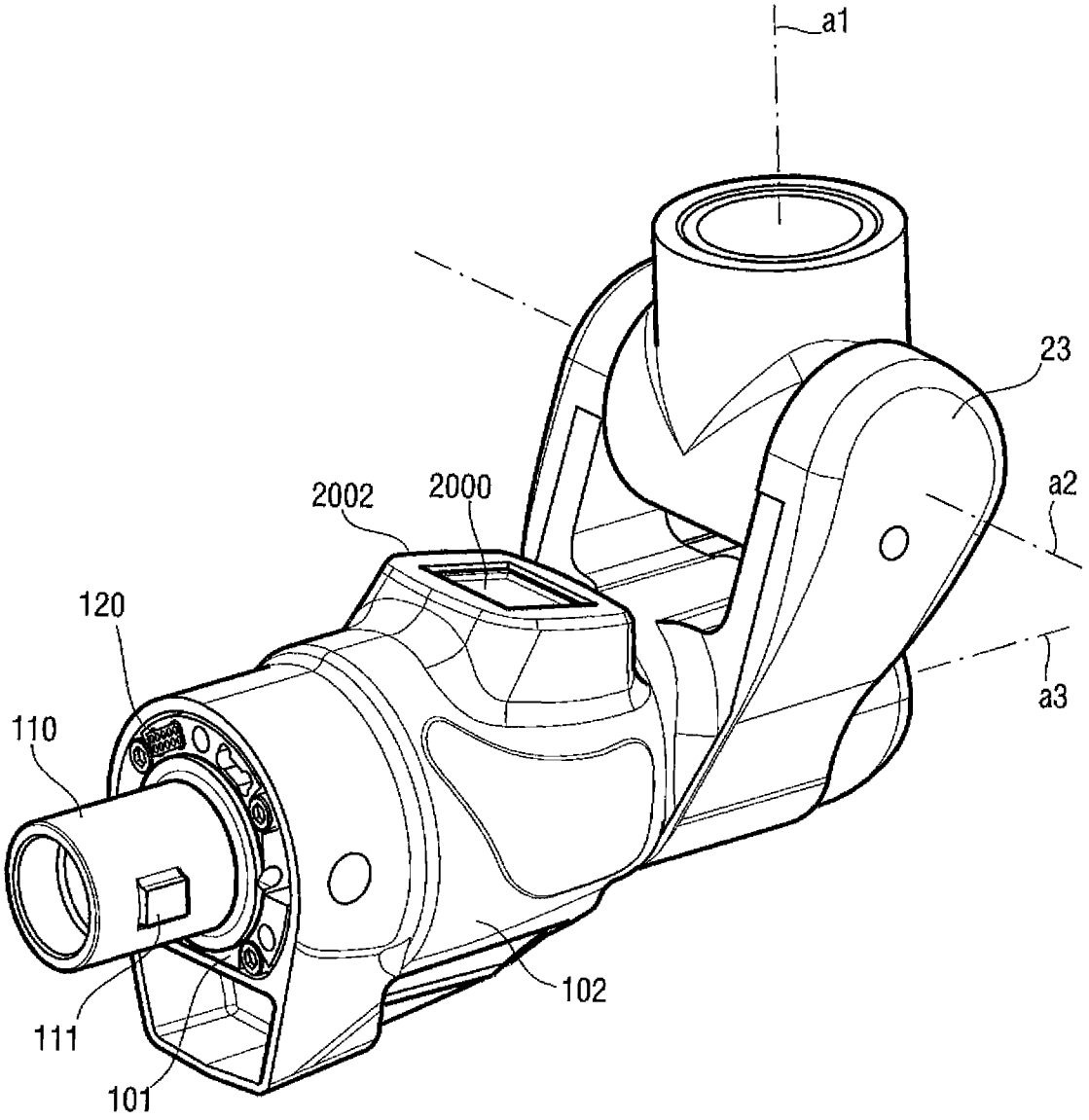


Fig. 2

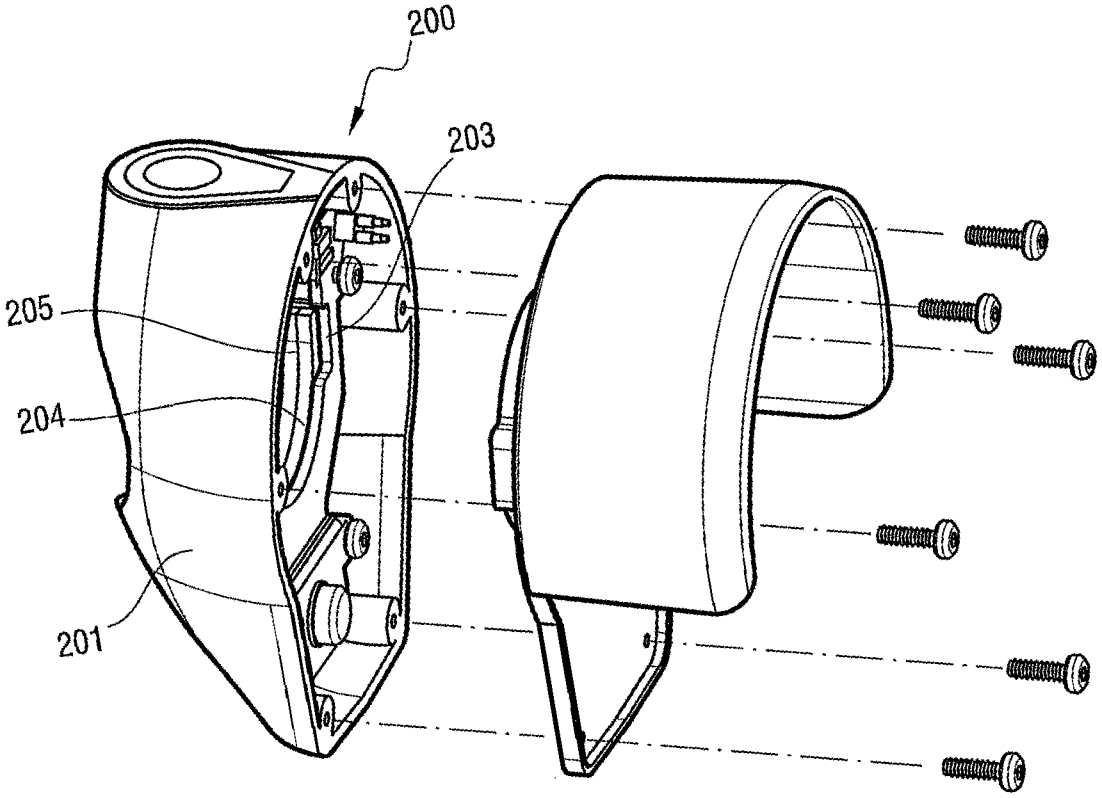


Fig. 3

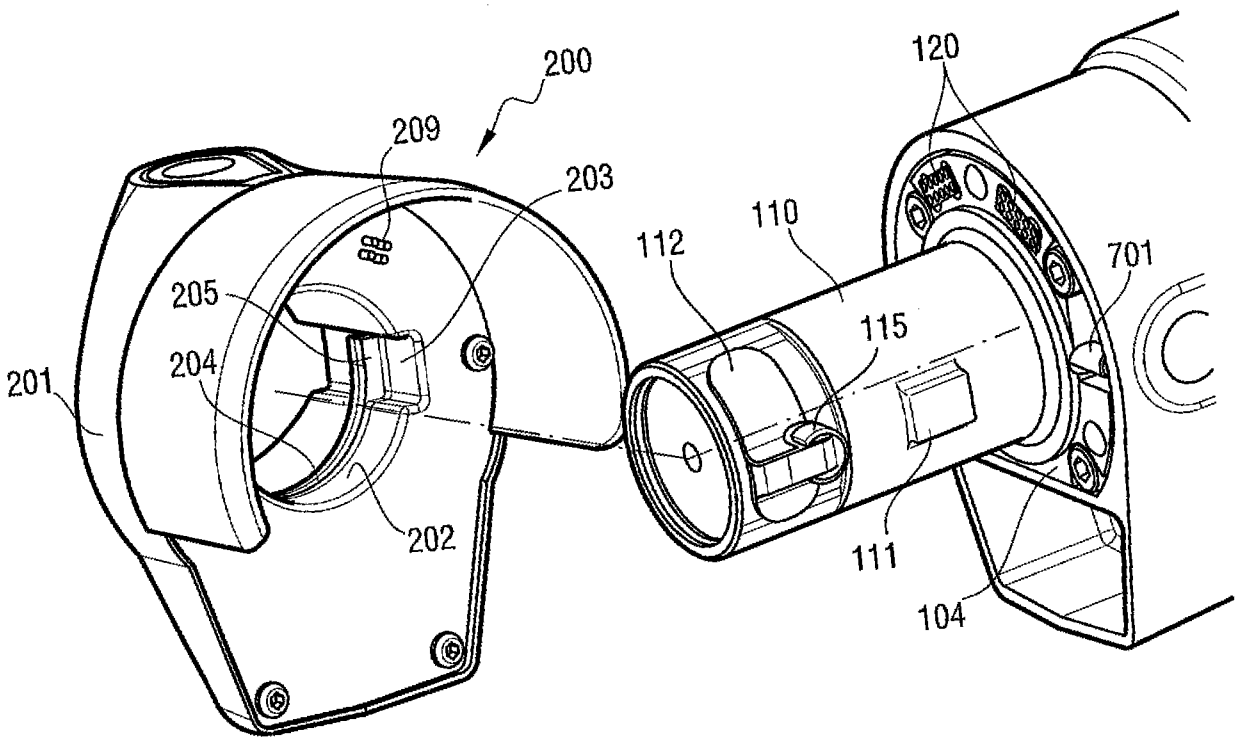


Fig. 4

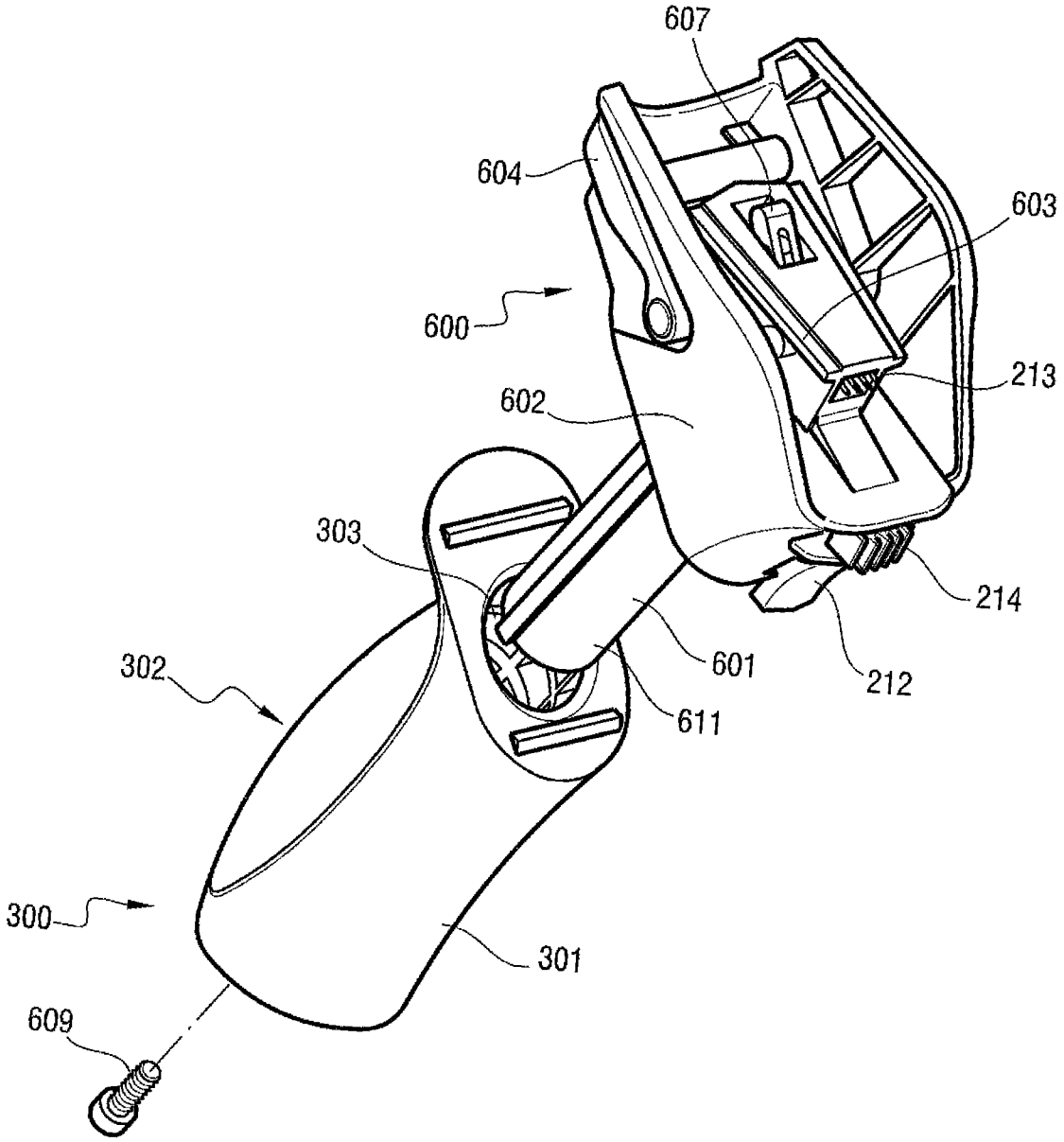


Fig. 5a

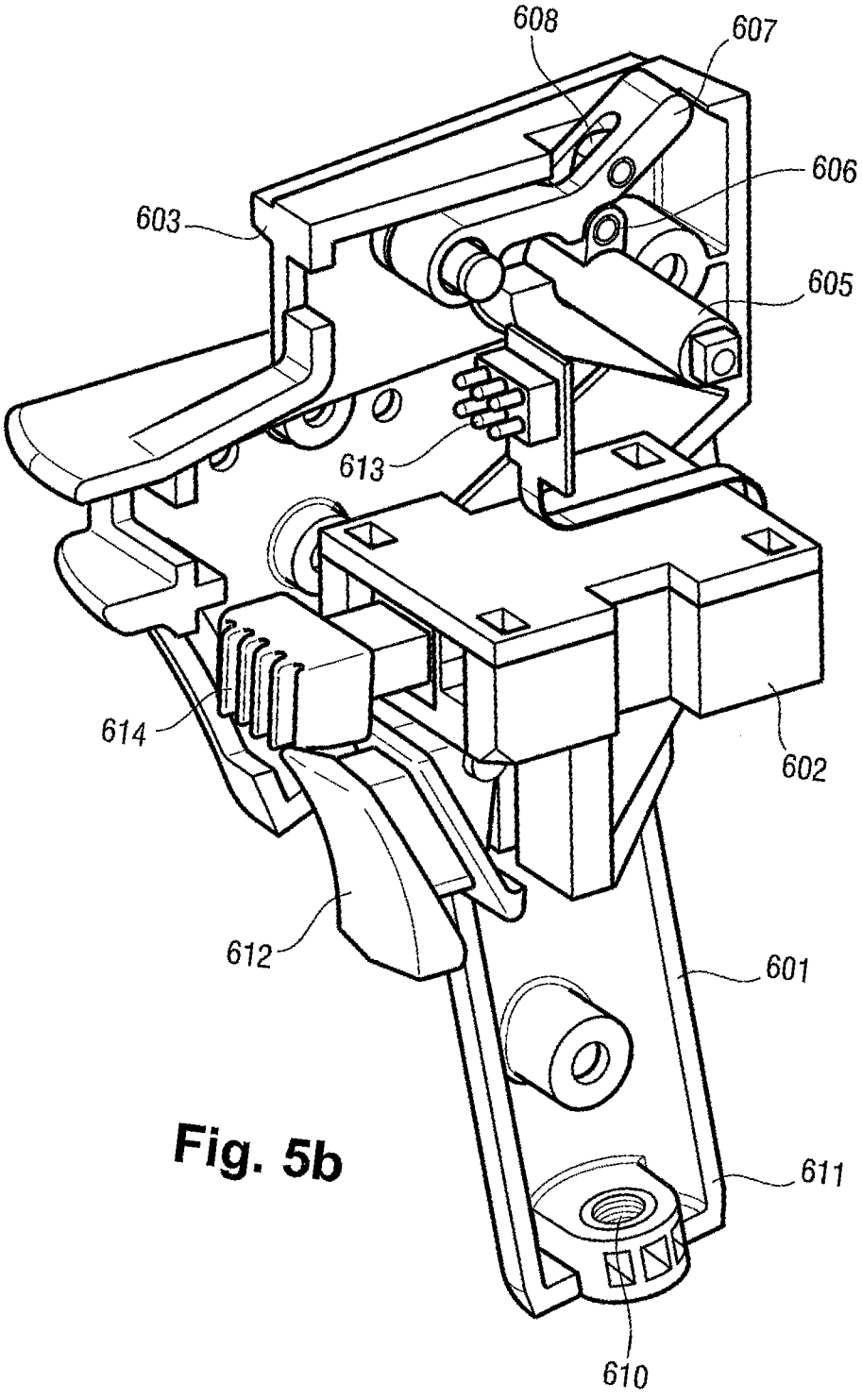


Fig. 5b

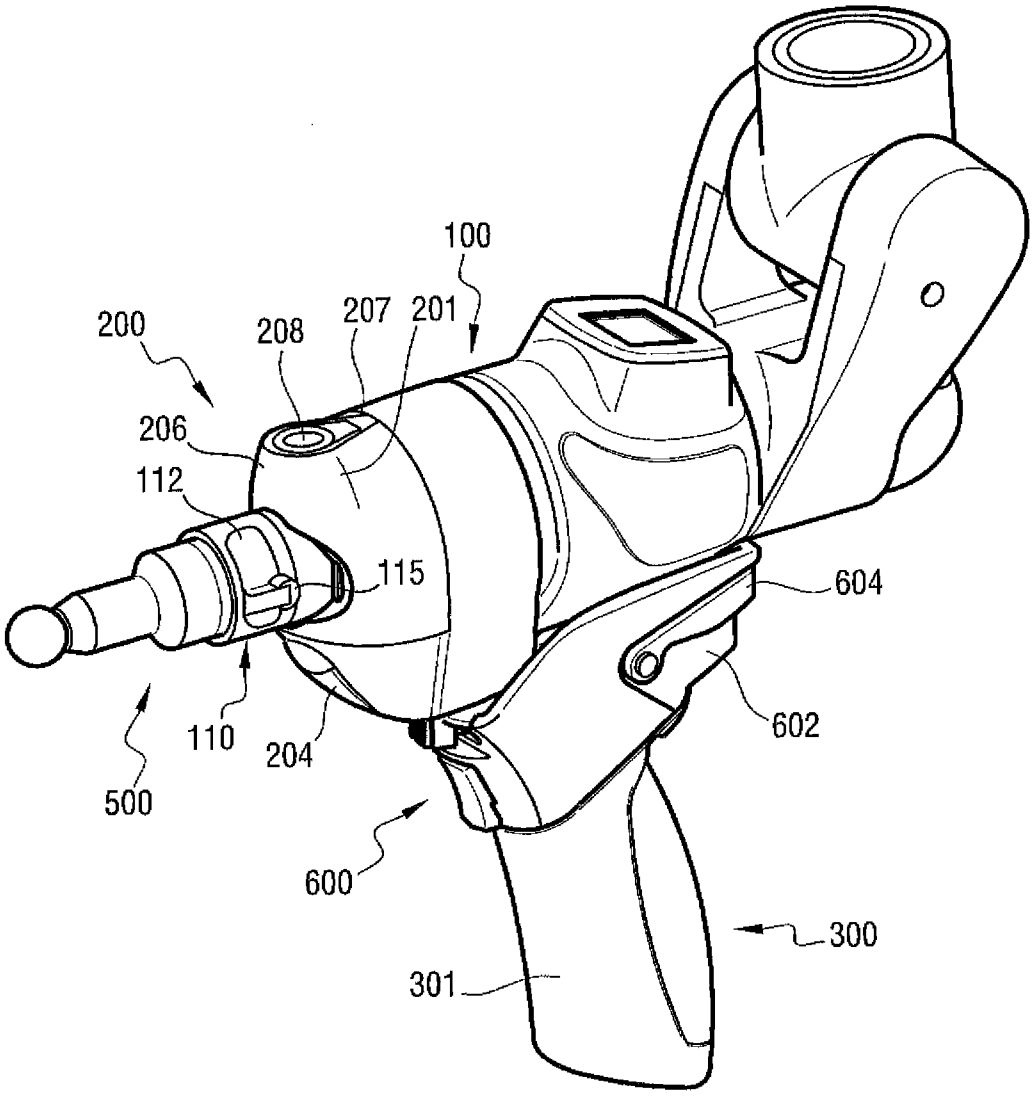


Fig. 6

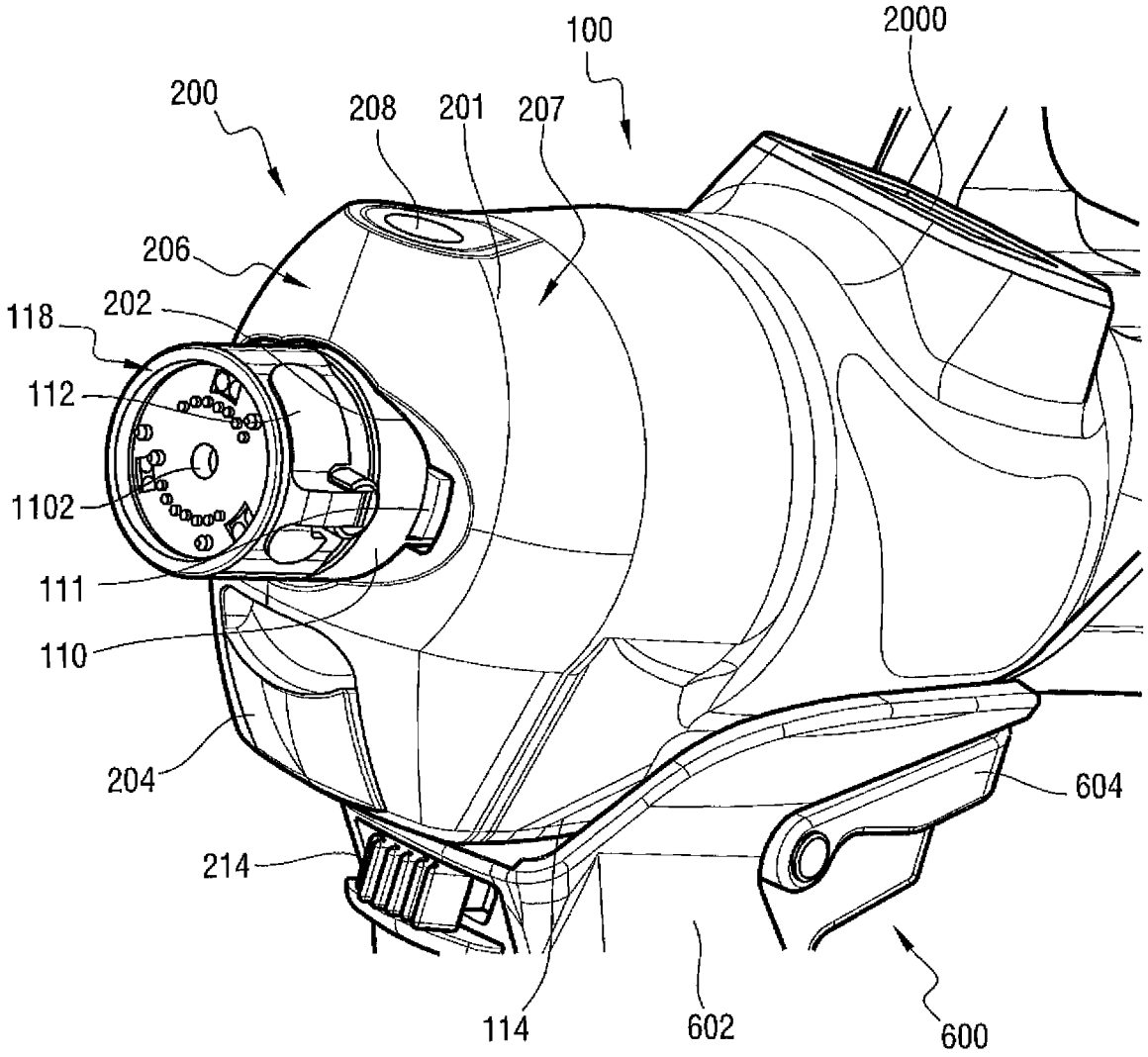

100
2000
200
208
201
207
206
118
202
112
1102
111
110
204
604
214
114
602
600

Fig. 7

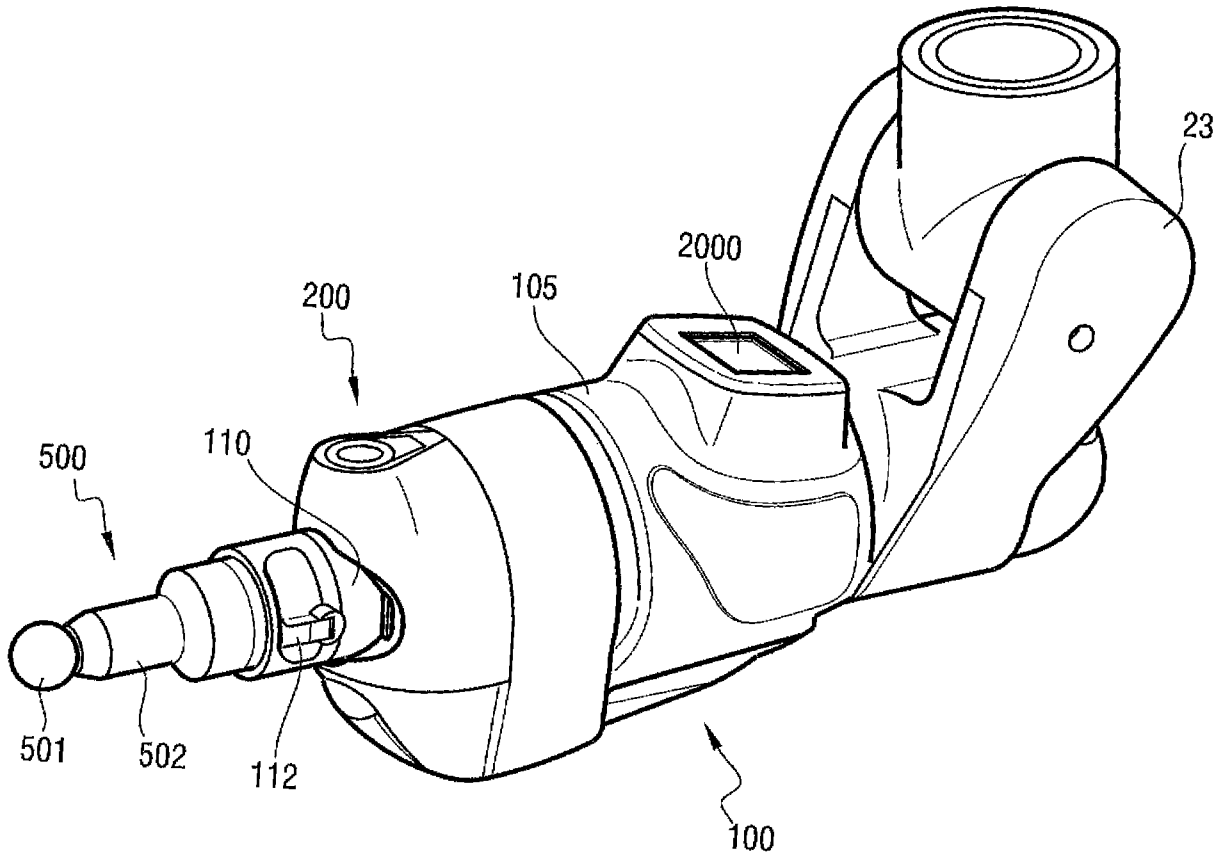


Fig. 8

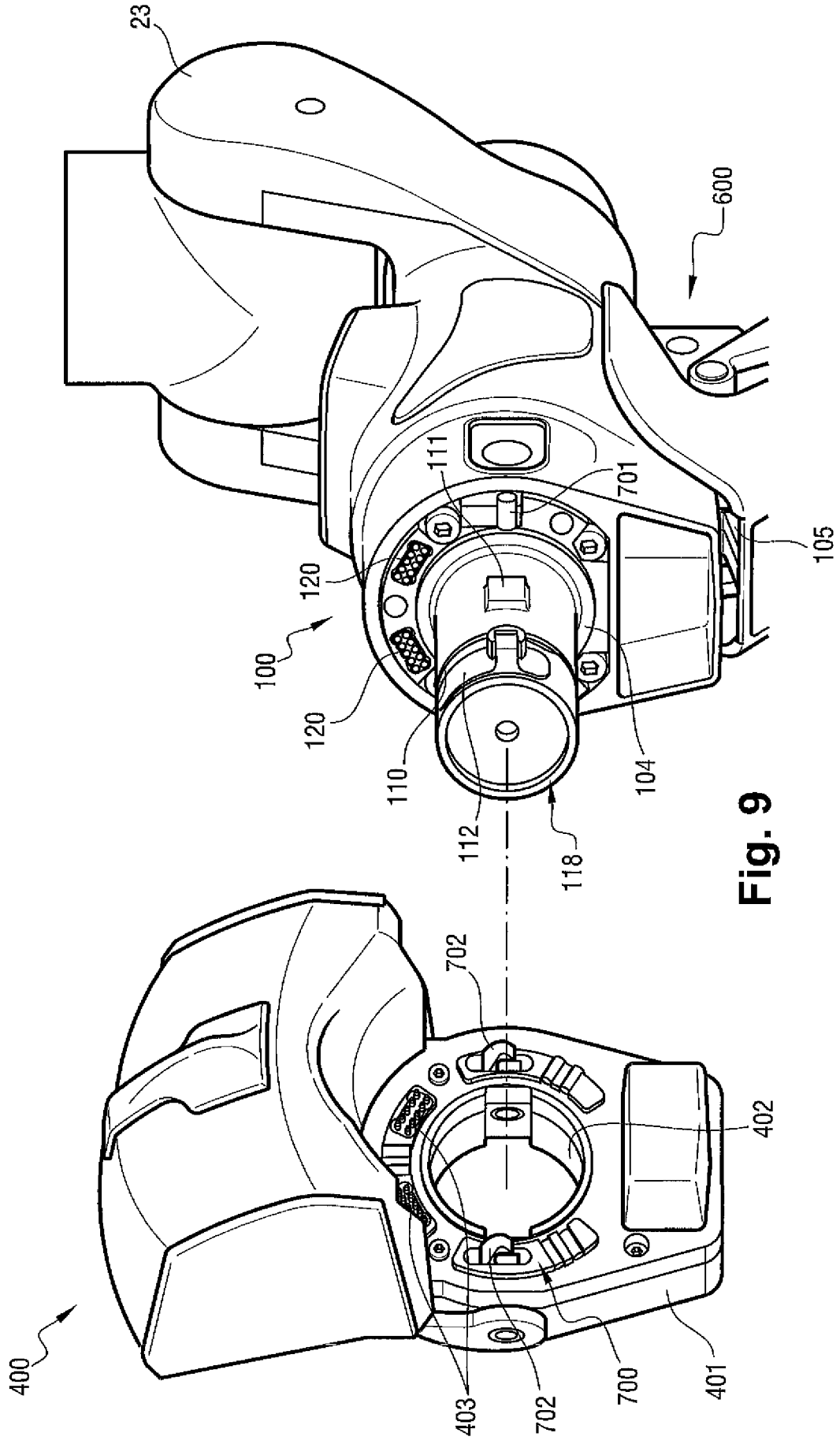

23
600
111
701
105
120
100
120
110
104
112
118
702
402
400
403
702
700
401

Fig. 9

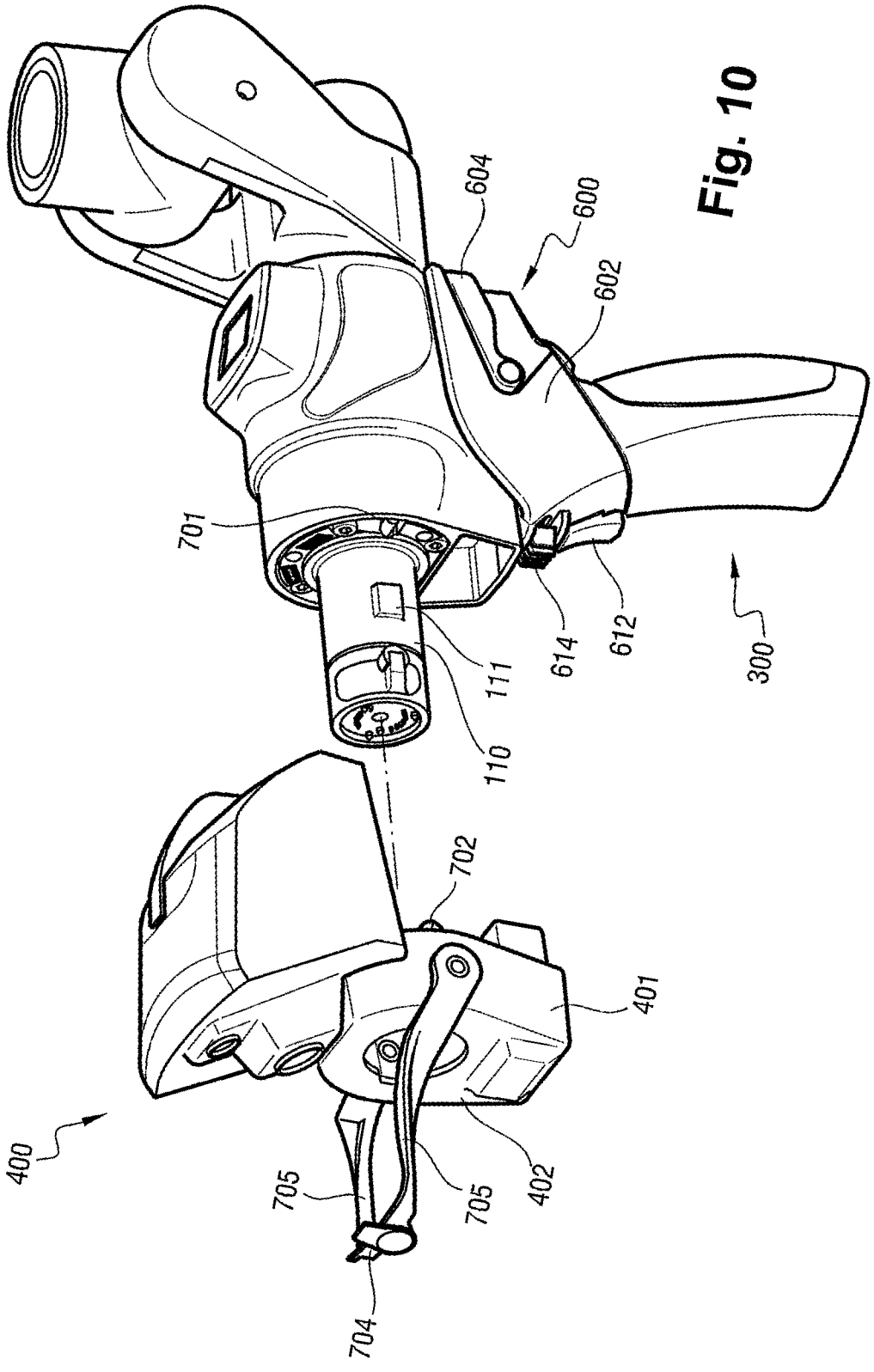


Fig. 10

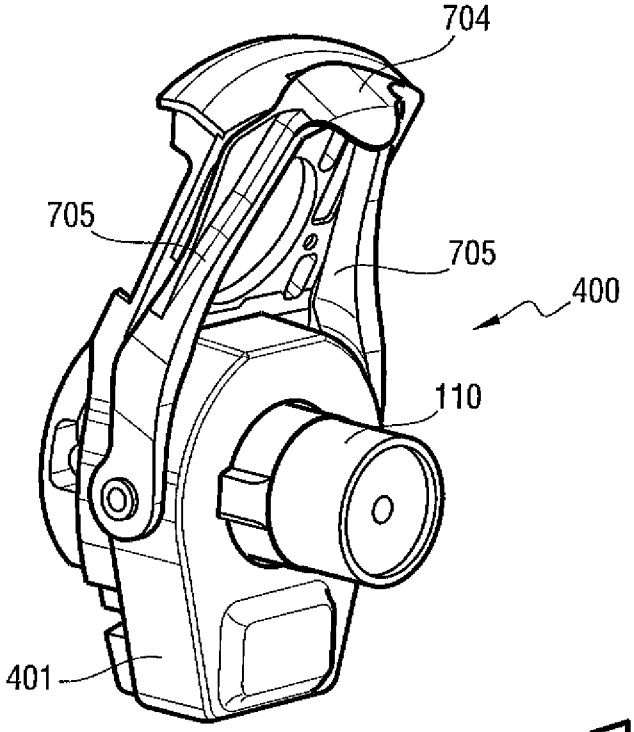


Fig. 11

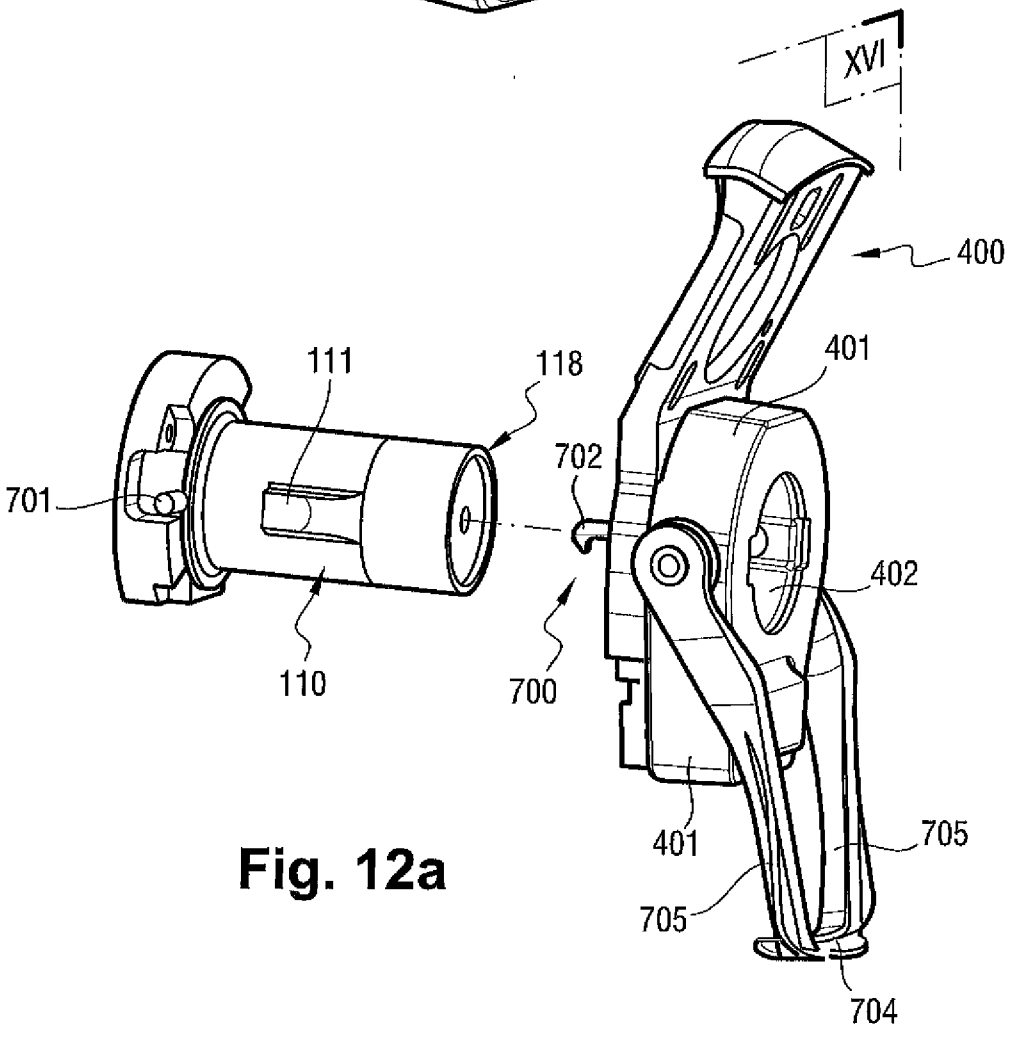


Fig. 12a

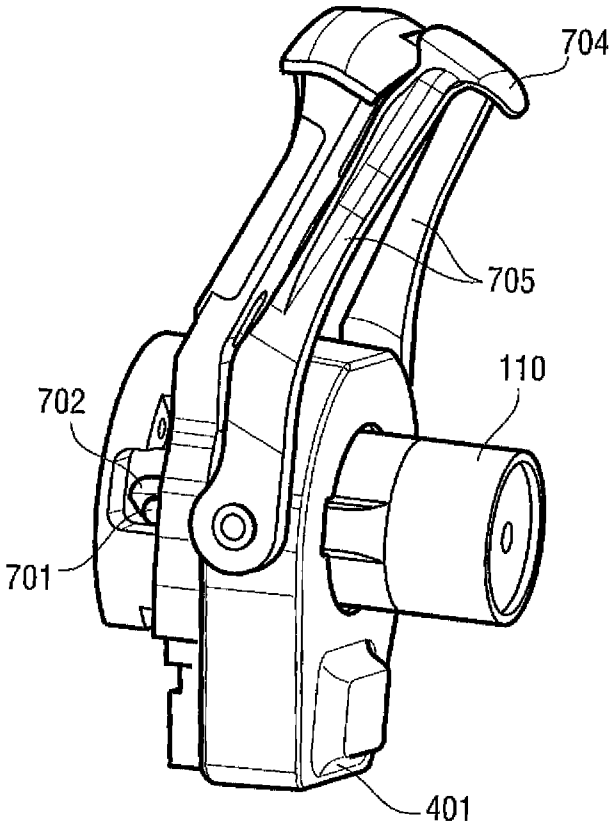


Fig. 12b

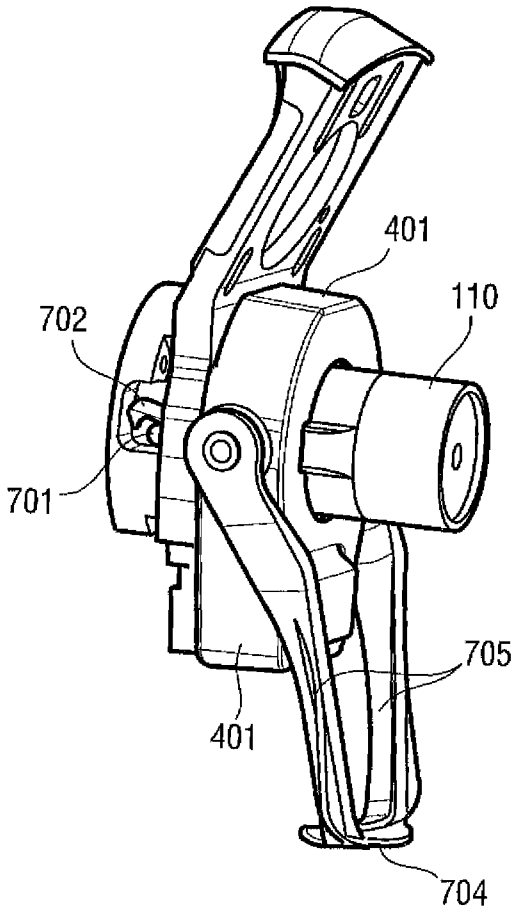


Fig. 12c

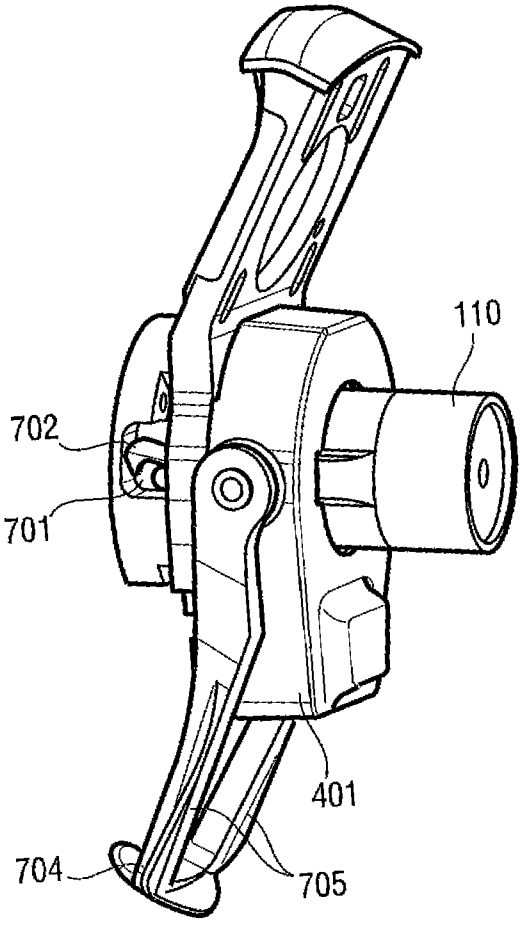


Fig. 12d

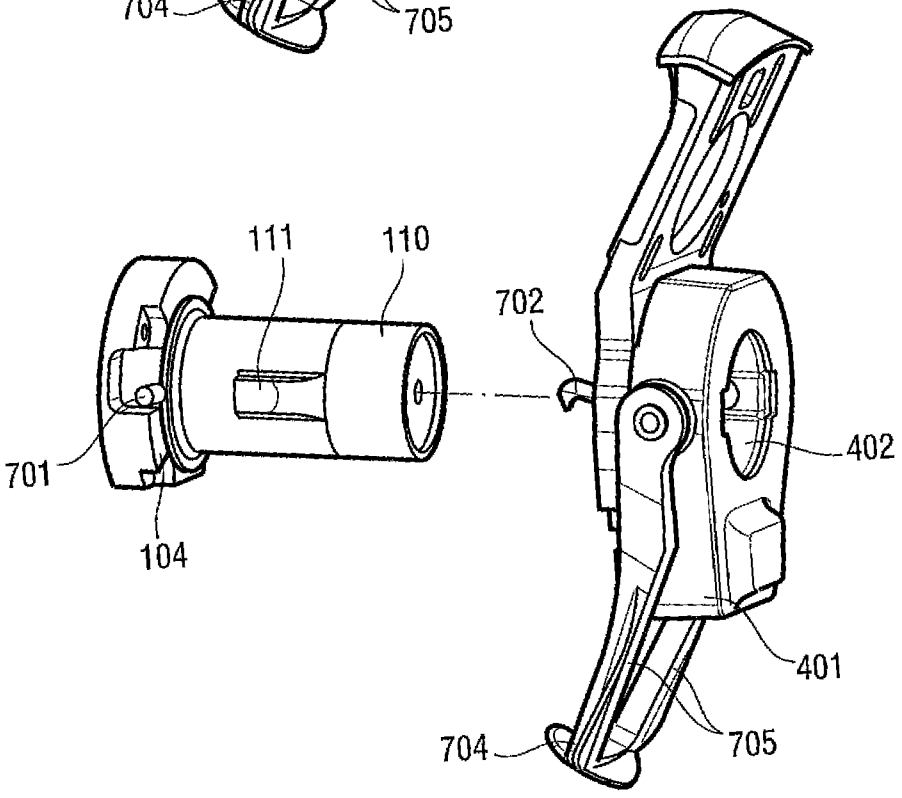


Fig. 12e

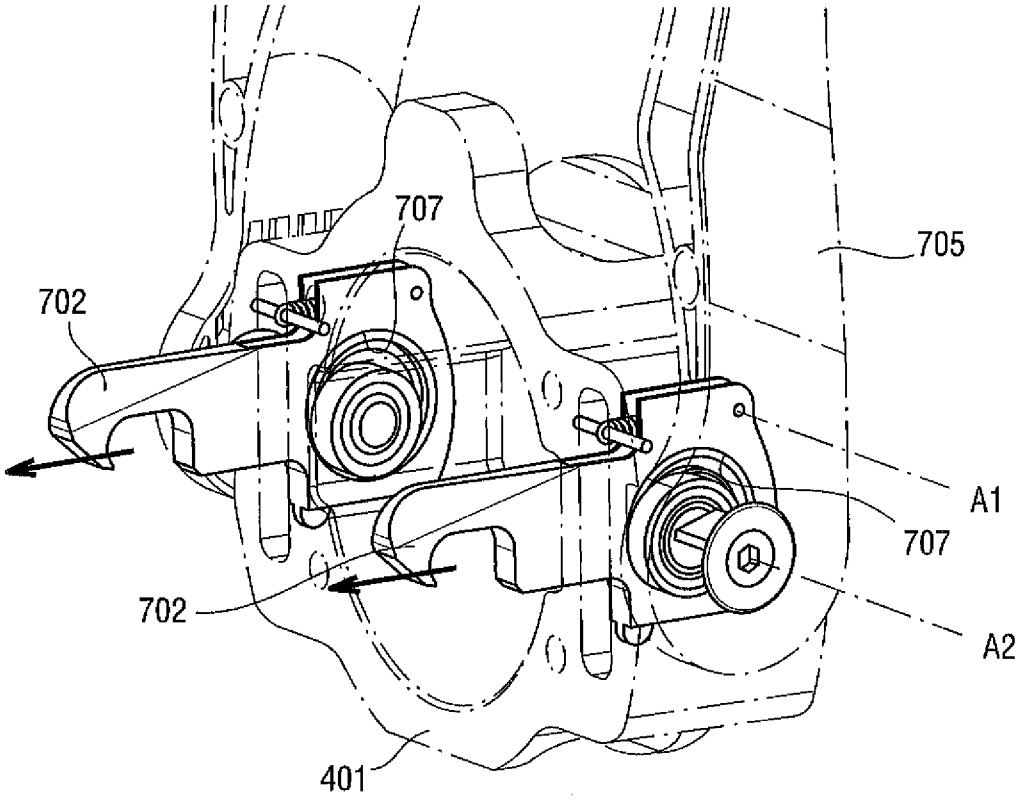


Fig. 13a

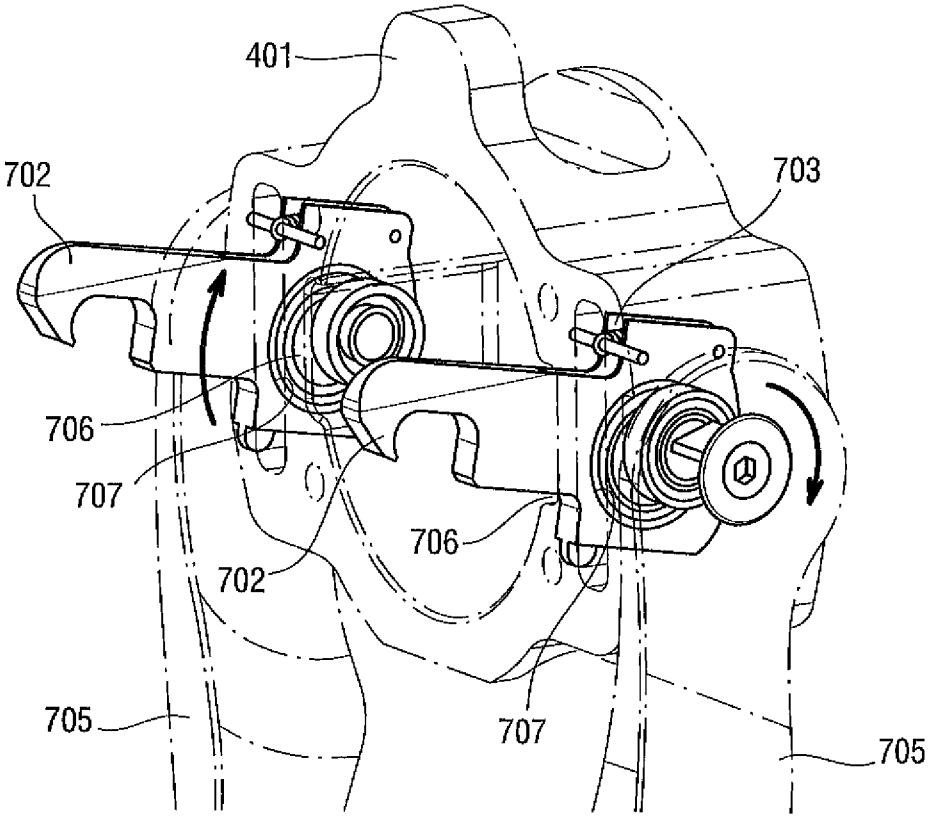


Fig. 13b

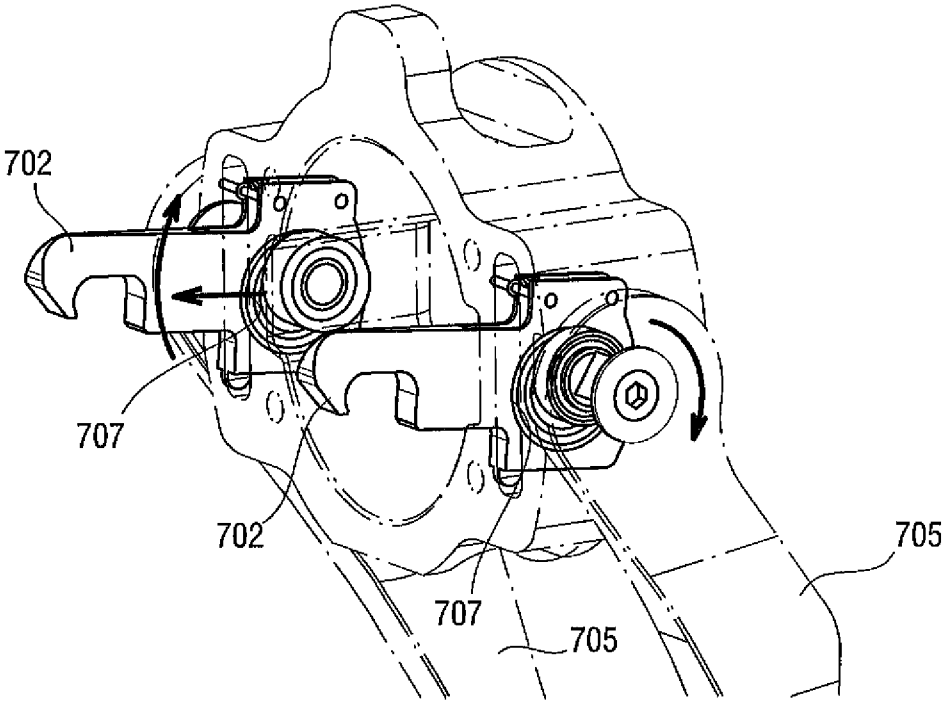


Fig. 13c

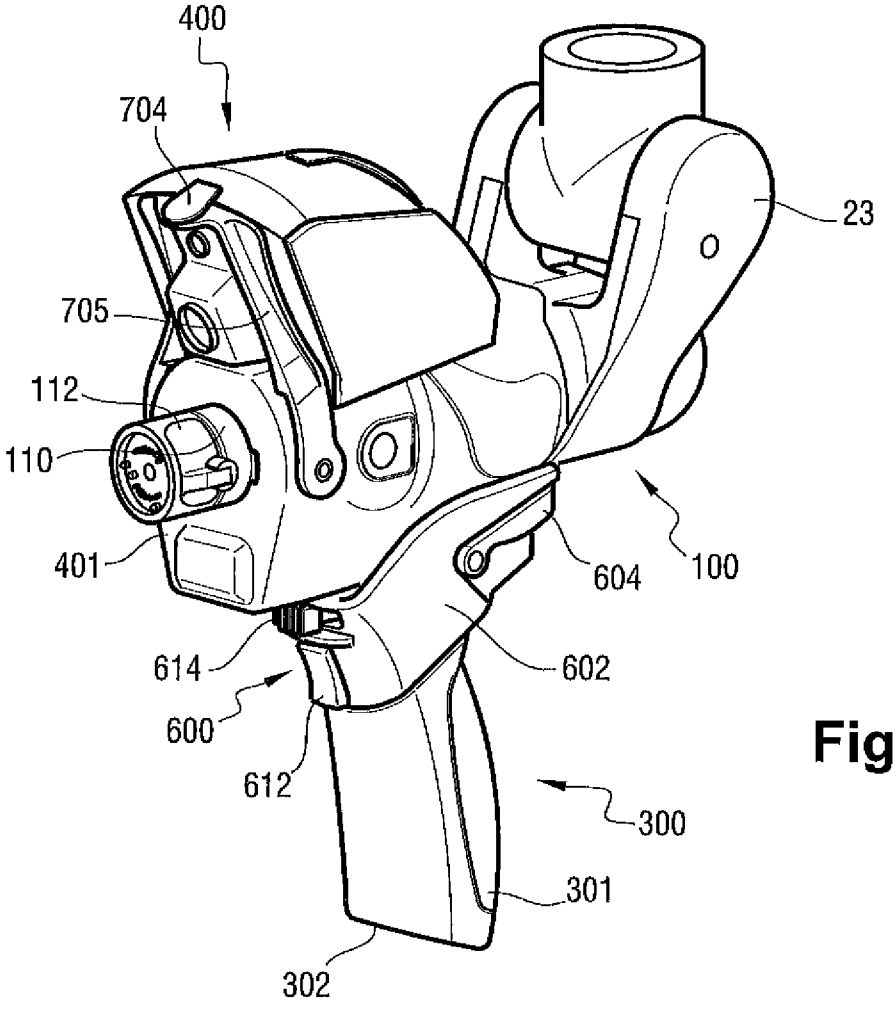


Fig. 14

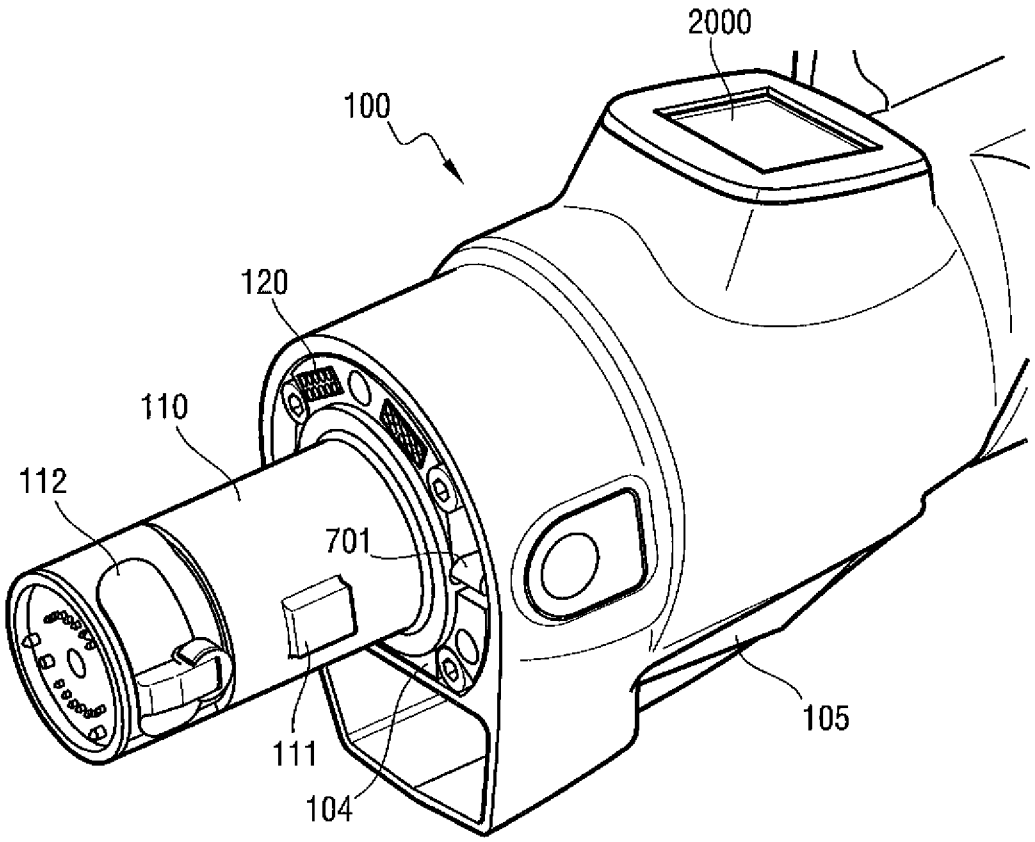

2000
100
120
110
112
701
105
111
104

Fig. 15

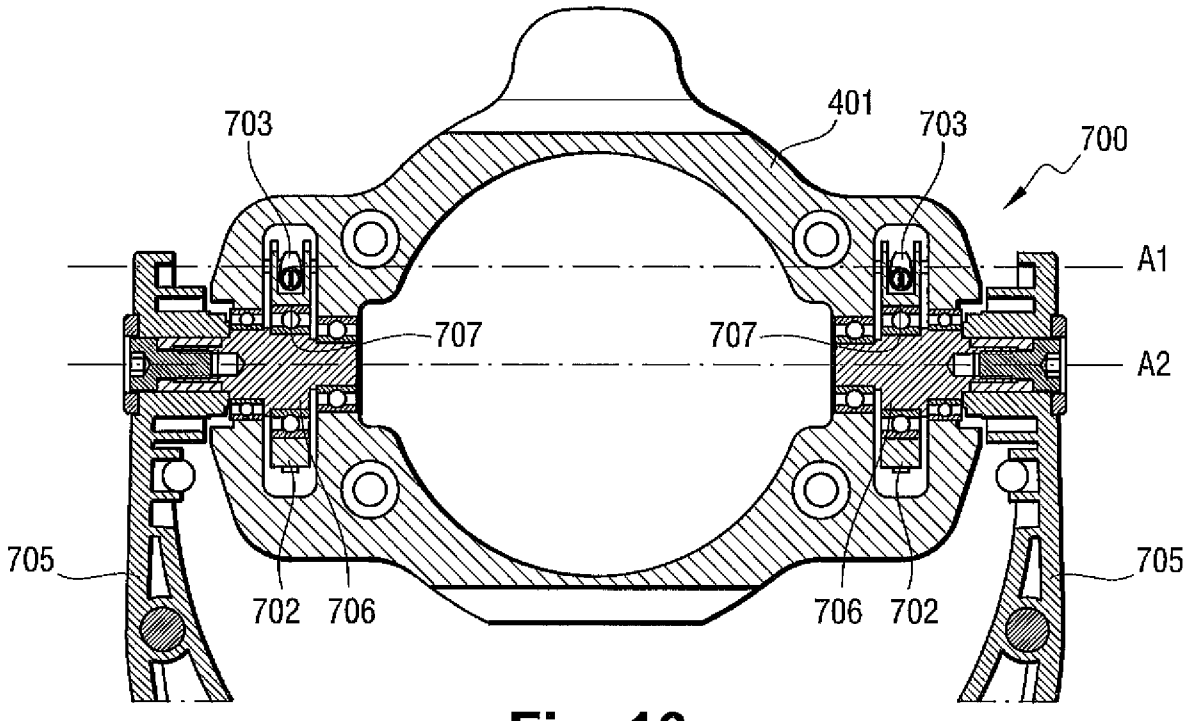

703
401
703
700
A1
707
707
A2
705
705
702
706
706
702

Fig. 16

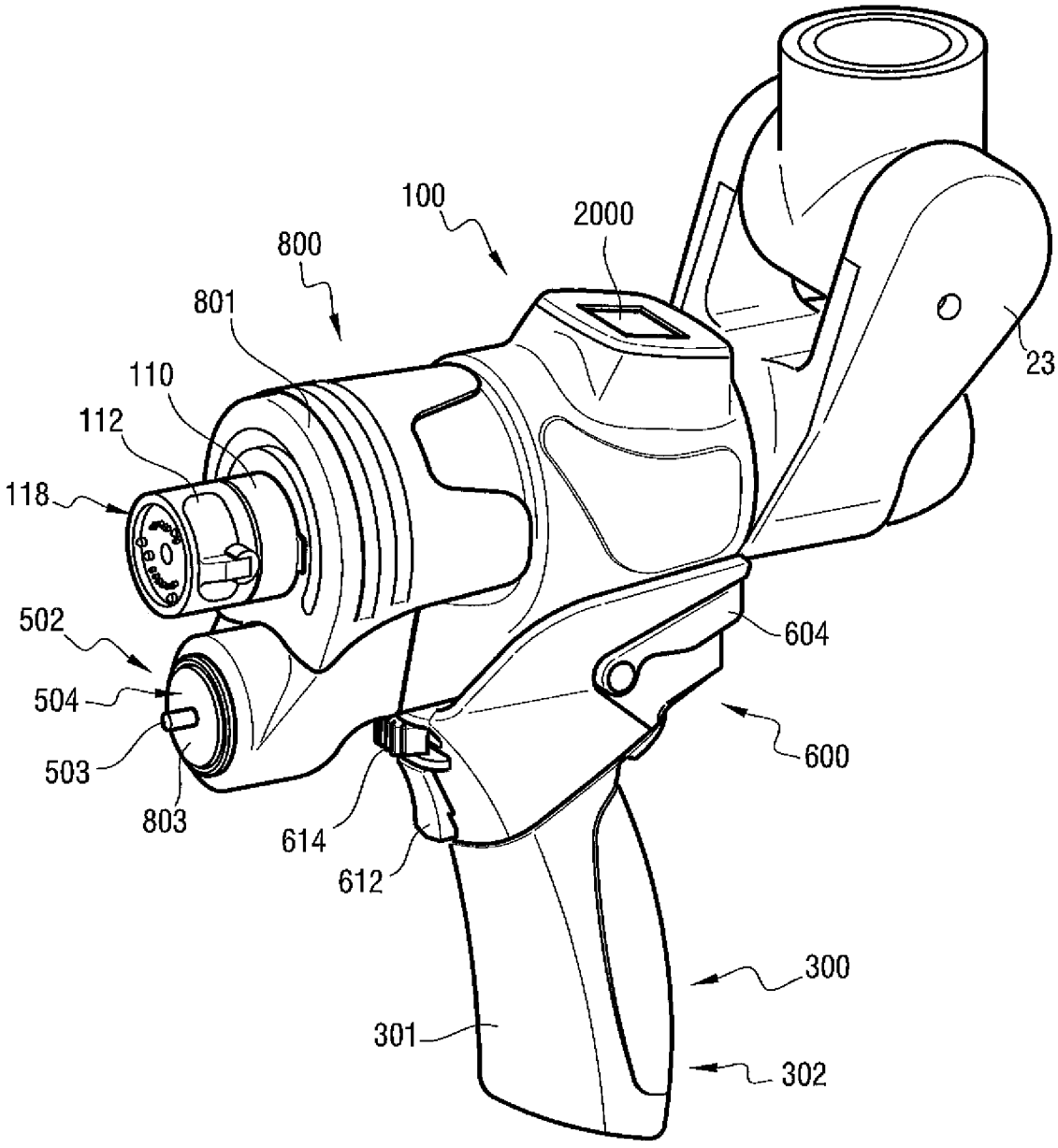

100
2000
800
801
110
112
118
23
502
504
503
803
614
612
604
600
300
301
302

Fig. 17

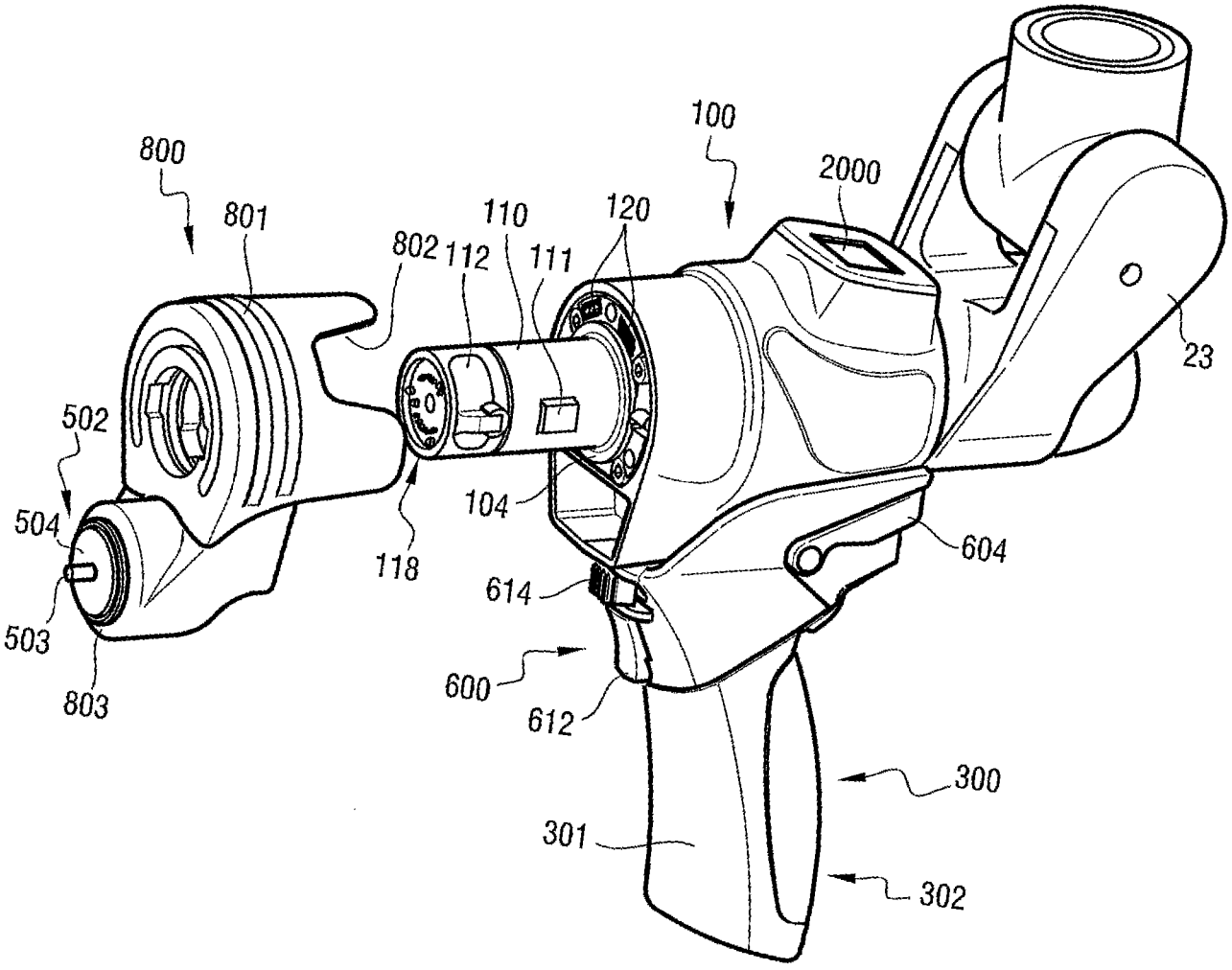

800
801
802
110
112
111
120
100
2000
23
502
504
503
803
118
104
614
604
600
612
300
301
302

Fig. 18

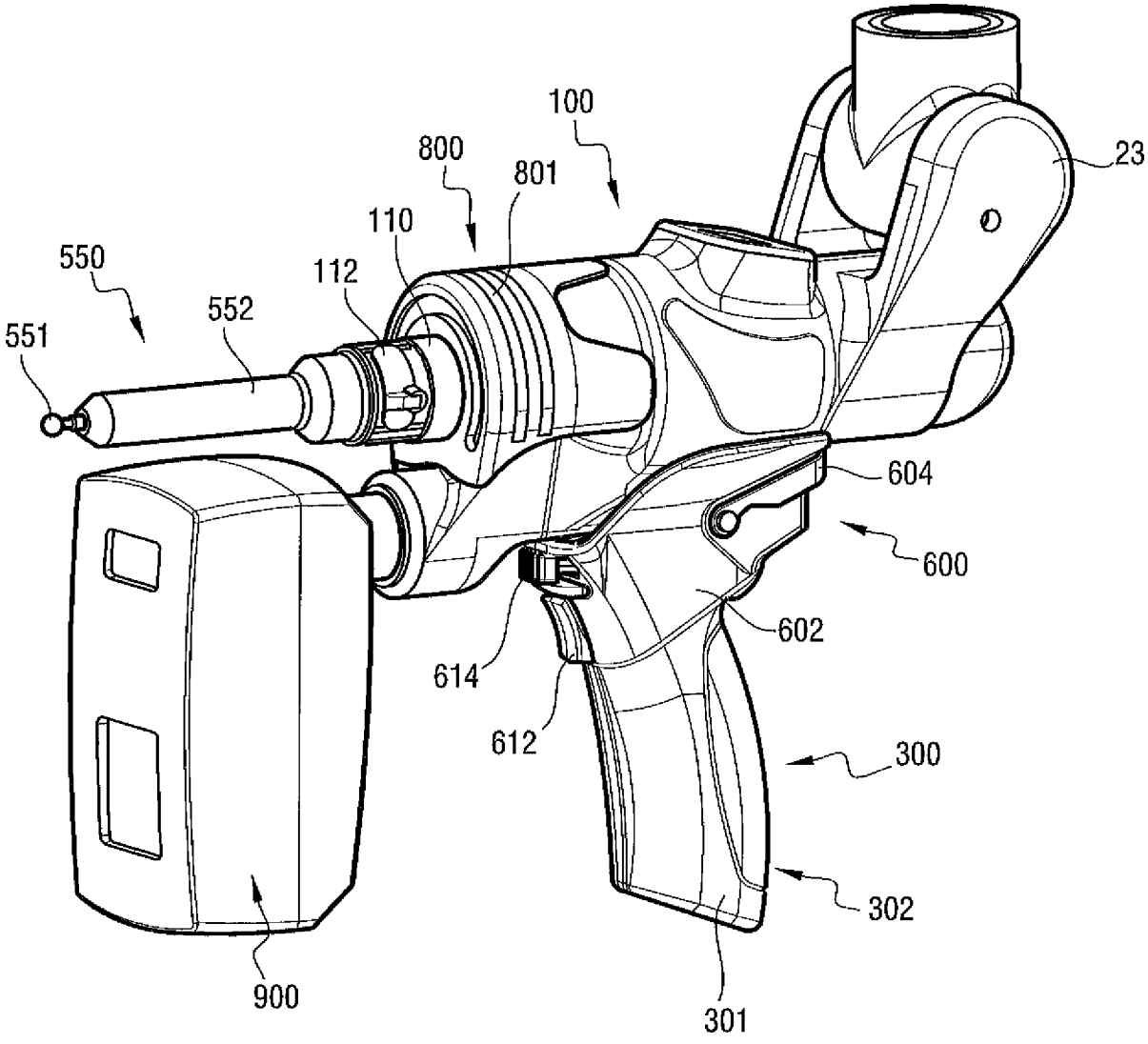

100
800
801
23
110
550
112
552
551
604
600
602
614
612
300
302
900
301

Fig. 19

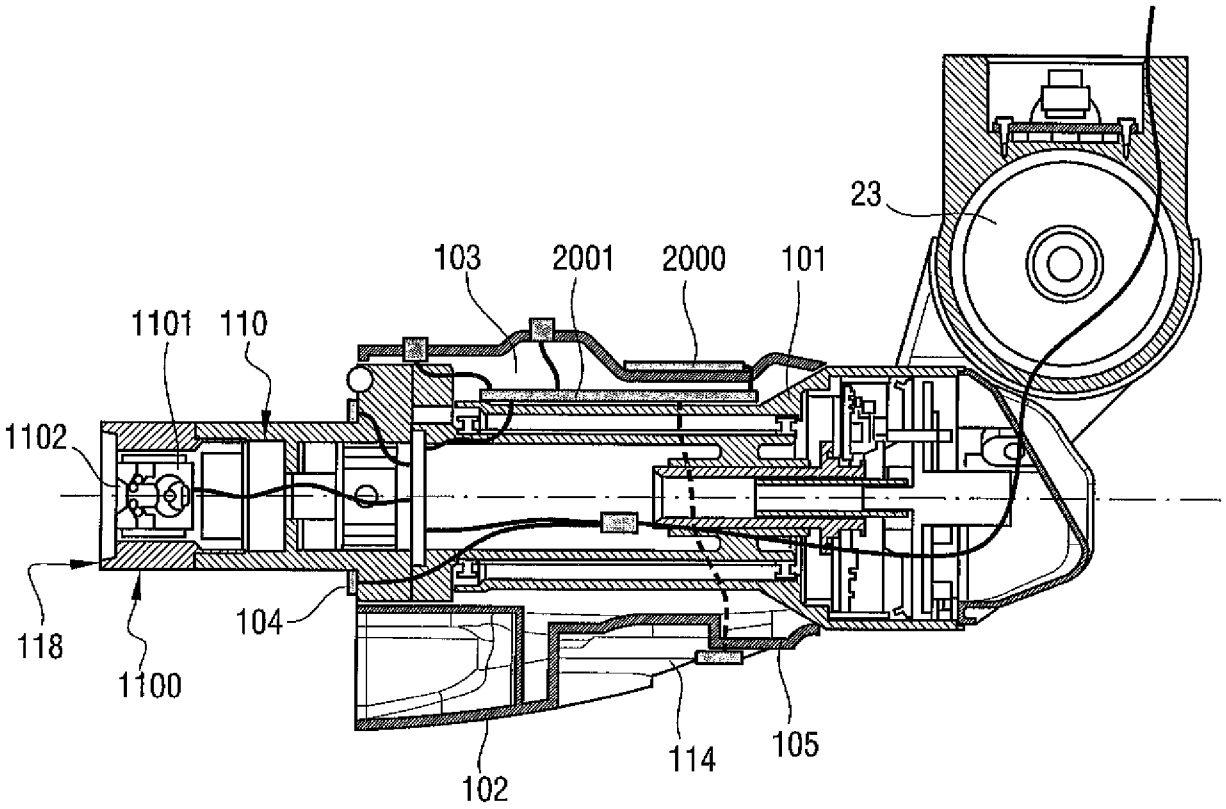


Fig. 20

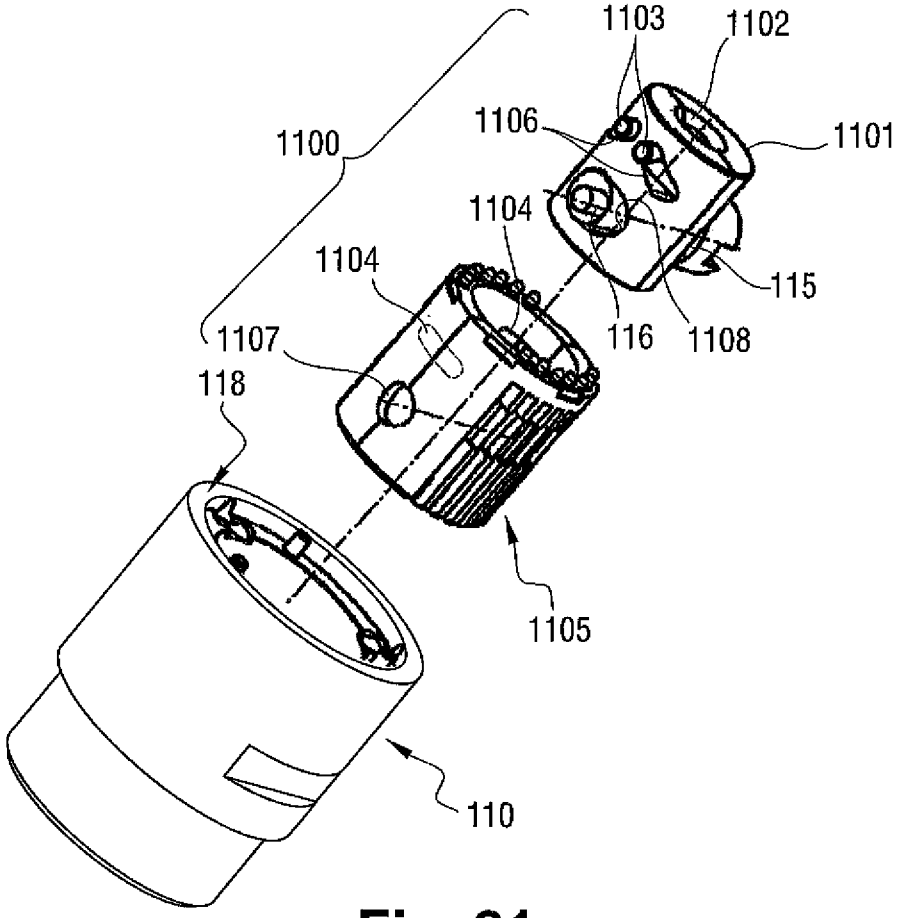

1103
1102
1106
1101
1100
1104
1104
115
1107
116
1108
118
1105
110

Fig. 21

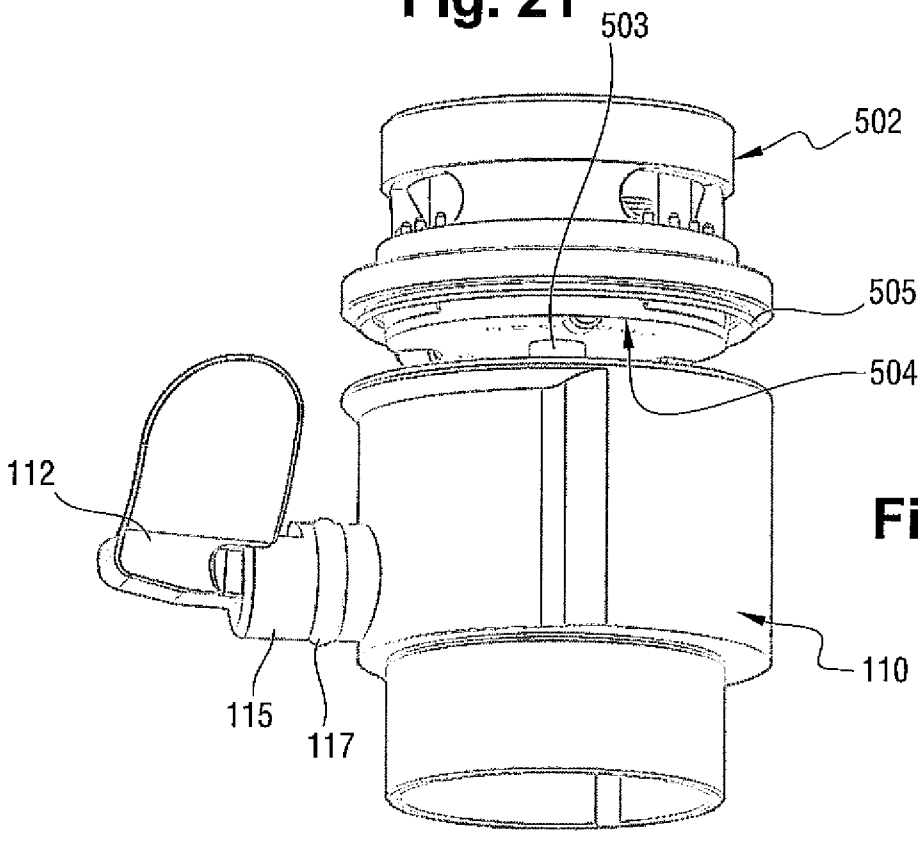

503
502
505
504
112
110
115
117

Fig. 22

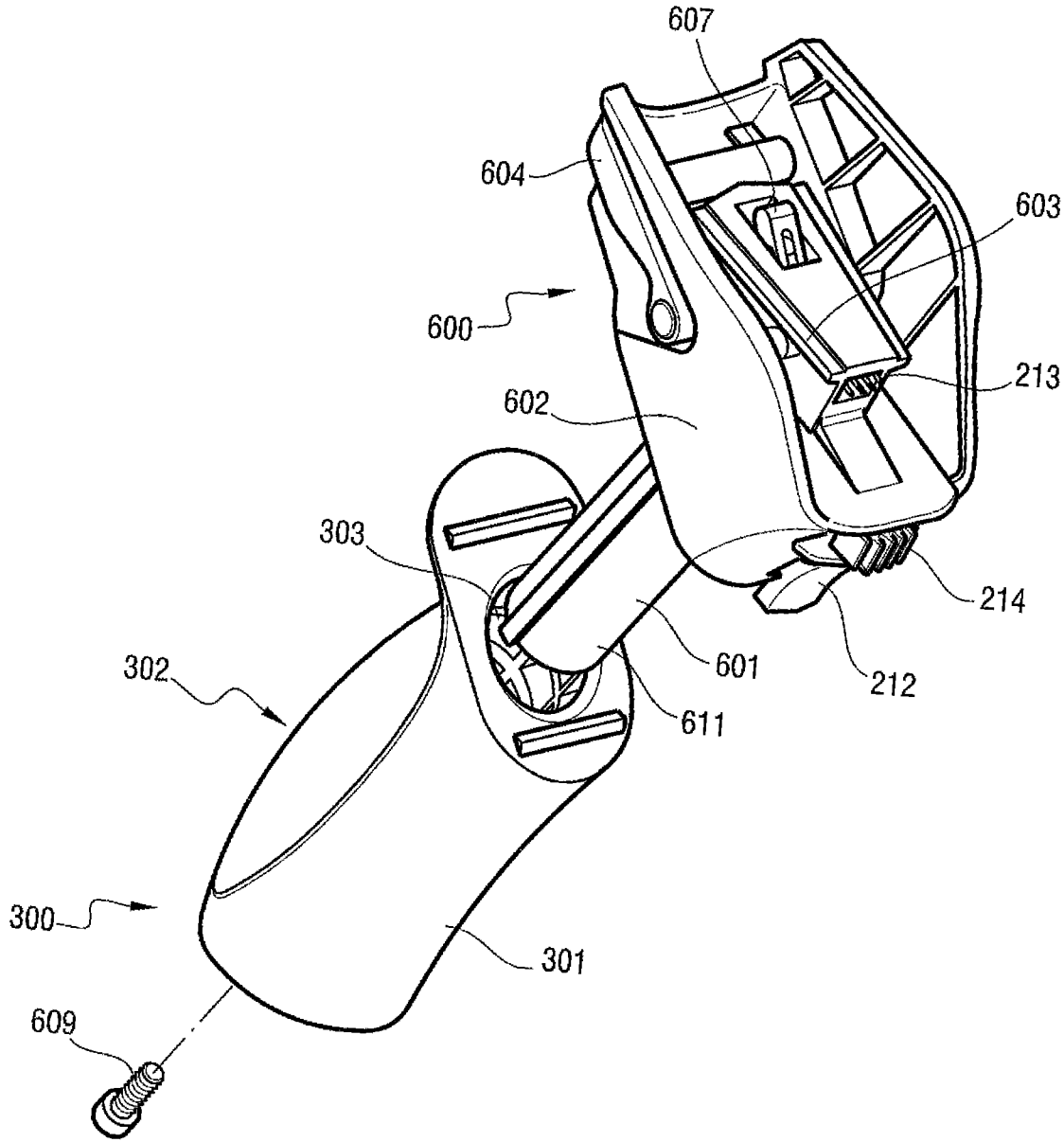


Fig. 5a