



(11) **EP 1 781 839 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
21.04.2010 Bulletin 2010/16

(21) Numéro de dépôt: **05778791.3**

(22) Date de dépôt: **22.06.2005**

(51) Int Cl.:
C25C 3/14 (2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2005/001571

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2006/010816 (02.02.2006 Gazette 2006/05)

(54) **MODULE DE SERVICE COMPACT DESTINE AUX USINES DE PRODUCTION D'ALUMINIUM PAR ELECTROLYSE**

KLEINES SERVICEMODUL FÜR ALUMINIUMELEKTROLYSEFABRIKEN

SMALL-SIZED SERVICE MODULE FOR ALUMINIUM ELECTROLYSIS FACTORIES

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorité: **25.06.2004 FR 0406956**

(43) Date de publication de la demande:
09.05.2007 Bulletin 2007/19

(73) Titulaire: **E.C.L
F-59790 Ronchin (FR)**

(72) Inventeurs:
• **VAN ACKER, Alain
F-59310 Orchies (FR)**
• **DAVID, Stéphane
F-59160 Lomme (FR)**

(74) Mandataire: **Fénot, Dominique et al
Alcan Centre de Recherches de Voreppe
725, rue Aristide Berges- BP 27
38341 Voreppe (FR)**

(56) Documents cités:
EP-A- 0 618 313 NL-A- 8 801 742

EP 1 781 839 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne la production d'aluminium par électrolyse ignée selon le procédé de Hall-Héroult. Elle concerne plus particulièrement les modules de service utilisés dans les usines de production d'aluminium.

Etat de la technique

[0002] L'aluminium est produit industriellement par électrolyse ignée dans des cellules d'électrolyse suivant le procédé bien connu de Hall-Héroult. Les usines contiennent un grand nombre de cellules d'électrolyse disposées en ligne, dans des bâtiments appelés halls ou salles d'électrolyse, et raccordées électriquement en série à l'aide de conducteurs de liaison. Les cellules sont généralement disposées de manière à former deux ou plusieurs files parallèles qui sont électriquement liées entre elles par des conducteurs d'extrémité.

[0003] Le fonctionnement d'une usine d'électrolyse nécessite des interventions sur les cellules d'électrolyse parmi lesquelles figurent, notamment, le remplacement des anodes usées par des anodes neuves, le prélèvement de métal liquide des cellules et les prélèvements ou ajouts d'électrolyte. Afin d'effectuer ces interventions, les usines les plus modernes sont équipées d'une ou plusieurs unités de service comprenant un pont mobile qui peut être translaté au-dessus des cellules d'électrolyse, et le long des séries de cellules, et une ou plusieurs machines de service comprenant chacune un chariot et un module de service muni d'organes de manutention et d'intervention (souvent appelés « outils »), tels que des pelles et des palans, et apte à être déplacée sur le pont mobile. Ces unités de service sont souvent appelées "machines de service électrolyse" ou "M.S.E" ("PTA" ou "Pot Tending Assembly" ou "PTM" ou "Pot Tending Machine" en langue anglaise).

[0004] Afin d'optimiser l'espace dans les salles d'électrolyse et de réduire le coût des investissements, les cellules d'électrolyse sont disposées de manière aussi rapprochée que possible les unes des autres et à proximité de l'un des côtés latéraux des salles d'électrolyse et une allée de circulation aussi étroite que possible est aménagée à proximité de l'autre côté latéral des salles. Cette disposition impose que la distance entre les murs de la salle d'électrolyse et les limites de la zone de travail de chacun des outils des machines de service soit la plus réduite possible, notamment pour l'accès aux cellules d'électrolyse. Cette distance est appelée "approche des outils". La position des cellules dans la salle d'électrolyse et la surface totale de la salle qui en résulte dépendent sensiblement du volume occupé par les machines de service et des possibilités d'approche et de mouvement de leurs outils. Or, les modules de service connus occupent un volume important qui interdit une approche réduite des côtés des salles d'électrolyse, notamment des

côtés latéraux, et qui limite sensiblement leurs mouvements à proximité de ces côtés. Le volume des modules peut être réduit par un rapprochement des outils. Toutefois, cette solution augmente sensiblement les risques d'endommagement des outils lors des opérations d'entretien.

[0005] La demande de brevet européen EP0618313 décrit un module de service compact monté sur un bras télescopique se déplaçant dans la direction verticale.

[0006] La demanderesse a donc recherché des unités de service qui permettent d'éviter ces inconvénients.

Description de l'invention

[0007] L'invention a pour objet un module de service utilisable dans une usine de production d'aluminium par électrolyse ignée et comprenant un châssis apte à être fixé à un chariot et une tourelle montée sur le châssis de manière à pouvoir pivoter autour d'un axe vertical A en utilisation et équipée d'une pluralité d'organes de manutention et d'intervention, et caractérisé en ce qu'il comprend un ensemble déterminé d'outils, en ce que chaque outil dudit ensemble est monté sur un bras télescopique fixé à la tourelle par un support articulé qui permet des mouvements pendulaires du bras télescopique par rapport à un point d'articulation déterminé tout en interdisant les mouvements de rotation du bras télescopique autour d'un axe de référence, appelé "axe principal", associé à ce bras télescopique, et en ce que les bras télescopiques de l'ensemble déterminé d'outils sont reliés entre eux par un dispositif de liaison mécanique apte à maintenir dans un domaine de tolérance déterminé l'écart angulaire relatif entre les mouvements pendulaires des bras télescopiques.

[0008] La demanderesse a eu l'idée de permettre des mouvements pendulaires sans rotation des moyens de support de certains outils, afin de conférer à ces outils une liberté de positionnement qui ne change pas leur orientation de base, et de synchroniser ces mouvements pendulaires tout en leur conférant une indépendance de mouvement limitée (grâce audit domaine de tolérance déterminé), ce qui permet d'éviter qu'ils s'entrechoquent sans pour autant les lier rigidement l'un à l'autre. Ladite souplesse permet notamment d'éviter que les à-coups subis par l'un des outils se répercutent directement sur les autres outils de l'ensemble.

[0009] Le module de service selon l'invention peut ainsi être à la fois compact et souple, ce qui permet de faire des approches serrées avec des outils protégés contre les efforts accidentels importants. En effet, l'invention permet d'éviter les inconvénients d'une fixation rigide sur la tourelle, qui rend élevés les risques d'endommagement par fausse manoeuvre.

[0010] L'ensemble déterminé d'outils comprend typiquement au moins un outil choisi parmi les pelles à croûtes, les pinces de manutention des anodes et les piqueurs.

[0011] L'invention a également pour objet une machi-

ne de service comprenant un chariot et un module de service tel que décrit précédemment.

[0012] L'invention a encore pour objet une unité de service d'une usine de production d'aluminium par électrolyse ignée comprenant un pont mobile et au moins une machine de service selon l'invention.

[0013] L'invention a encore pour objet l'utilisation d'une unité de service selon l'invention pour les interventions sur des cellules d'électrolyse destinées à la production d'aluminium par électrolyse ignée.

[0014] L'invention est décrite en détail ci-après à l'aide des figures annexées.

La figure 1 illustre une salle d'électrolyse typique, vue en section, destinée à la production d'aluminium et comprenant une unité de service représentée de manière schématique.

La figure 2 illustre, de manière simplifiée et en perspective, une tourelle d'un module de service munie d'outils standards.

La figure 3 illustre un mode de réalisation du dispositif de liaison selon l'invention, vu en perspective.

La figure 4 illustre un mode de réalisation du dispositif de liaison selon l'invention, vu du dessous.

La figure 5 illustre la tourelle d'un module de service selon un mode de réalisation de l'invention, vue du dessous et en perspective.

[0015] Les usines d'électrolyse destinées à la production d'aluminium comprennent une zone de production d'aluminium liquide qui comprend une ou plusieurs salles d'électrolyse (1). Tel qu'illustré à la figure 1, chaque salle d'électrolyse (1) comporte des cellules d'électrolyse (2) et au moins une "unité de service" ou "machine de service" (3). Les cellules d'électrolyse (2) sont normalement disposées en rangées ou files, chaque rangée ou file comportant typiquement plus d'une centaine de cellules. Les cellules (2) sont disposées de manière à dégager une allée de circulation (31) sur le long de la salle d'électrolyse (1). Les cellules (2) comprennent une série d'anodes (21) munies d'une tige métallique (22) destinée à la fixation et au raccordement électrique des anodes à un cadre anodique métallique (non illustré).

[0016] L'unité de service (3) sert à effectuer des opérations sur les cellules (2) telles que les changements d'anode ou le remplissage des trémies d'alimentation en bain broyé et en AlF_3 des cellules d'électrolyse. Elle peut également servir à manutentionner des charges diverses, telles que des éléments de cuve, des poches de métal liquide ou des anodes. L'invention concerne tout particulièrement les unités de service utilisables pour effectuer les changements d'anode.

[0017] L'unité de service (3) comprend un pont mobile (4) qui peut être translaté au-dessus des cellules d'élec-

trolyse (2), et le long de celles-ci, et une machine de service (5) comprenant un chariot mobile (6) apte à être déplacé sur le pont mobile (4) et un module de service (7) équipé de plusieurs organes de manutention et d'intervention (10), tels que des outils (pelles, clés, piqueurs,...). Le pont mobile (4) repose et circule sur des chemins de roulement (30, 30') disposés parallèlement l'un à l'autre et à l'axe principal de la salle (et de la file de cellules). Le pont mobile (4) peut ainsi être déplacé le long de la salle d'électrolyse (1).

[0018] Le module de service (7) comporte un châssis (8), typiquement une plate-forme, apte à être fixé à un chariot (6) et une tourelle (9) montée sur le châssis (8) de manière à pouvoir pivoter autour d'un axe vertical A en utilisation. La tourelle (9) est généralement équipée d'un balcon ou d'une cabine de commande (19) comportant des commandes destinées à manoeuvrer le module (7) et lesdits organes de manutention et d'intervention (10). Les outils se situent normalement d'un même côté de la tourelle (9), à savoir le côté qui se trouve en dessous de la tourelle en utilisation.

[0019] Dans l'exemple illustré à la figure 2, la tourelle (9) est équipée d'une pelle à croûtes (101), d'une pince de manutention des anodes (102) et d'un piqueur (103). Ces outils sont destinés aux opérations de changement d'anodes des cellules d'électrolyse. Dans ces opérations, le piqueur (103) sert à briser la croûte d'alumine et de bain solidifié qui couvre généralement les anodes de la cellule, la pelle à croûtes (101) sert à dégager l'emplacement de l'anode, après le retrait de l'anode usée, par enlèvement des matières solides (telles que des morceaux de croûte et de l'alumine) qui s'y trouvent, et la pince de manutention des anodes (102) sert à saisir et à manipuler les anodes par leur tige, notamment pour l'enlèvement des anodes usées d'une cellule d'électrolyse et la mise en place d'anodes neuves dans la cellule d'électrolyse. La pince de manutention des anodes (102) peut être associée à une pince de manutention des connecteurs d'anode (102a).

[0020] La tourelle (9) peut également être équipée d'autres outils, tels qu'une deuxième pince de manutention des anodes (104), éventuellement associée à une deuxième pince de manutention des connecteurs d'anode (104a), un dispositif d'alimentation en alumine ou en bain broyé (non illustré) comportant un conduit escamotable (non illustré), ou encore un palan (non illustré).

[0021] La tourelle (9) d'un module de service selon l'invention est équipée d'un ensemble déterminé d'outils (101, 102, 103), auquel peuvent éventuellement être ajoutés un ou plusieurs autres outils. Dans l'exemple de réalisation illustré à la figure 5, l'ensemble déterminé d'outils est une pelle à croûtes (101), une première pince de manutention des anodes (102) et un piqueur (103).

[0022] Chaque outil de l'ensemble est monté sur un bras télescopique (111, 112, 113) fixé à la tourelle par un support articulé (121, 122, 123) qui permet des mouvements pendulaires du bras télescopique par rapport à un point d'articulation déterminé (P1, P2, P3) tout en in-

terdisant les mouvements de rotation du bras télescopique autour de son axe principal (A1, A2, A3). Les supports articulés (121, 122, 123) sont typiquement choisis parmi les rotules, les joints de cardan et les ressorts pré-contraints. Dans le cadre de l'invention, il est avantageux d'utiliser des joints de cardan car ces derniers sont simples. Les supports articulés (121, 122, 123) peuvent être fixés aux bras télescopiques par tout moyen connu, tels que des manchons (1221, 1231, 1241) ou des embouts (1212). Tel qu'illustré à la figure 3, les supports articulés (121, 122, 123) peuvent être déportés latéralement par rapport à l'axe principal (A1, A2, A3) des bras télescopiques (111, 112, 113).

[0023] Les bras télescopiques (111, 112, 113) de l'ensemble déterminé d'outils sont reliés entre eux par un dispositif de liaison mécanique (200) apte à maintenir dans un domaine de tolérance déterminé l'écart angulaire relatif entre les mouvements pendulaires des bras télescopiques. Ledit domaine de tolérance déterminé est de $\pm 10^\circ$, c'est-à-dire que l'écart angulaire entre les axes principaux de deux bras télescopiques, quelconques dudit ensemble reste inférieur à 10° en valeur absolue.

[0024] Dans le cadre de l'invention, le terme "bras télescopique" s'entend de tout dispositif comportant au moins un premier membre appelé "membre principal" (111a, 112a, 113a), typiquement un fût ou un châssis allongé, et un deuxième membre appelé "membre mobile" (111b, 112b, 113b), (typiquement une tige où, un fût, apte à être déplacé par rapport au premier membre le long d'un axe déterminé, qui est généralement parallèle à l'axe principal du premier membre. Le premier membre (111a, 112a, 113a) est destiné à être fixé à la tourelle. L'outil est fixé au deuxième membre (111b, 112b, 113b), généralement à une extrémité de celui-ci. Dans les exemples de réalisation illustrés aux figures 3 à 5, les bras télescopiques comportent un premier fût (111a, 112a, 113a) de section sensiblement carrée et un deuxième fût (111b, 112b, 113b) de section sensiblement carrée apte à coulisser à l'intérieur du premier fût ; l'axe principal des premier et deuxième fûts coïncident. Le bras télescopique peut comporter un ou plusieurs membres intermédiaires complémentaires situés entre le premier et le deuxième membres et aptes à coulisser par rapport à ces derniers.

[0025] L'axe principal (A1, A2, A3, A4) des bras télescopiques (111, 112, 113, 114) est destiné à être sensiblement vertical en utilisation et est typiquement parallèle à l'axe du premier membre des bras télescopiques. L'axe principal des premier et deuxième membres sont généralement parallèles l'un à l'autre.

[0026] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, chaque bras télescopique (111, 112, 113) est fixé au support articulé correspondant (121, 122, 123) par un premier membre (111a, 112a, 113a), typiquement à une extrémité de celui-ci, et le dispositif de liaison mécanique (200) est fixé au premier membre (111a, 112a, 113a) de chacun des bras télescopiques (111, 112, 113) dudit ensemble et est situé en dessous des desdits points d'ar-

ticulation (P1, P2, P3) en utilisation. Dans les exemples de réalisation illustrés aux figures 3 à 5, le premier membre (111a, 112a, 113a) de chaque bras télescopique de l'ensemble déterminé est un fût et le dispositif de liaison mécanique (200) est fixé à ces fûts.

[0027] Le dispositif de liaison (200) comporte typiquement un corps rigide (210) relié directement ou indirectement à chacun desdits bras télescopiques (111, 112, 113). Le corps rigide (210) est typiquement en acier (de préférence en acier amagnétique). Le dispositif peut en outre comprendre des éléments de liaison (201, 202, 203) fixés rigidement au corps rigide (210) et destinés à faciliter l'assemblage du dispositif et son montage sur les bras télescopiques.

[0028] Dans une variante avantageuse de l'invention, le dispositif de liaison (200) est fixé à la tourelle, directement ou indirectement, par au moins un moyen de liaison extensible (301, 302), tel qu'un moyen élastique et/ou un actionneur. Dans un mode de réalisation préféré de cette variante, le dispositif de liaison (200) est avantageusement fixé à un cadre (310) solidaire de la tourelle par au moins un moyen de liaison extensible (301, 302). Le cadre (310) est avantageusement fixé à un pied (300) solidaire de la tourelle (9).

[0029] De manière avantageuse, le dispositif de liaison (200) comporte :

- un premier moyen de liaison extensible (301) qui est orienté selon un premier axe de contrainte C1 au repos et est relié, directement ou indirectement, d'une part audit cadre (310) et d'autre part à un premier bras télescopique (111) ;
- un deuxième moyen de liaison extensible (302) qui est orienté selon un deuxième axe de contrainte C2 au repos, perpendiculaire au premier axe de contrainte C1 au repos, et est relié, directement ou indirectement, d'une part audit cadre (310) et d'autre part à un deuxième bras télescopique (112).

[0030] Lesdits premier et deuxième moyens de liaison extensibles (301, 302) sont typiquement reliés respectivement aux dits premier et deuxième bras télescopiques (111, 112) par l'intermédiaire d'éléments de liaison (201, 202).

[0031] Dans ce mode de réalisation, le dispositif de liaison (200) comporte avantageusement en outre un corps rigide (210) et lesdits éléments de liaison (201, 202) sont aussi reliés au corps rigide (210).

[0032] De préférence, ledit corps rigide (210) est en outre relié, directement ou indirectement, à un troisième bras télescopique (113). Cette liaison est typiquement faite par l'intermédiaire d'un élément de liaison (203). La liaison du dispositif à trois bras télescopiques distincts produit un système isostatique dans lequel il est possible de garantir la planéité des points de liaisons rigides (2012, 2022, 2032) du corps rigide (210).

[0033] Lesdits moyens de liaison extensibles (301, 302) sont typiquement choisis parmi les moyens élasti-

ques (tels que les ressorts et les ressorts précontraints), les actionneurs (tels que les vérins pneumatiques, hydrauliques ou mécaniques) et les combinaisons de ceux-ci. L'utilisation de ressorts précontraints, qui n'autorisent les déplacements qu'à partir d'un seuil d'effort d'excitation prédéterminé, permet de maintenir efficacement ledit écart angulaire dans ledit domaine de tolérance. L'utilisation de vérins pneumatiques ou hydrauliques permet de donner des mouvements volontaires aux outils et, éventuellement, de contrôler automatiquement ces mouvements. Selon l'invention, le moyen élastique peut être utilisé seul ou en combinaison avec un actionneur (typiquement placé en parallèle au moyen élastique) ; de même, l'actionneur peut être utilisé seul ou en combinaison avec un moyen élastique (typiquement placé en parallèle à l'actionneur).

[0034] Les moyens de liaison extensibles (301, 302) permettent un débattement limité des bras télescopiques qui vise à maintenir dans ledit domaine de tolérance déterminé l'écart angulaire relatif entre les mouvements pendulaires des bras télescopiques.

[0035] Les figures 3 à 5 illustrent un mode de réalisation préféré de l'invention. Dans ce mode de réalisation, le dispositif comporte un cadre (310), solidarisé à la tourelle (9) par un pied (300), et un corps rigide (210) relié à trois bras télescopique (111, 112, 113) par l'intermédiaire d'éléments de liaison (201, 202, 203) possédant chacun un premier point de liaison articulé (2011, 2021, 2031) fixé aux bras télescopique (111, 112, 113) et un point de liaison rigide (2012, 2022, 2032) fixé au corps rigide (210). Le corps rigide (210) est relié au cadre (310) par des ressorts (301, 302), perpendiculaires l'un à l'autre, qui sont fixés au corps rigide par l'intermédiaire des premier et deuxième éléments de liaison (201, 202) qui possèdent chacun un deuxième point de liaison articulé (2013, 2023). Les ressorts peuvent être remplacés par des actionneurs ou combinés à des actionneurs. Tel qu'illustré à la figure 4, le dispositif peut comprendre une ou plusieurs bielles de liaison (201a) complémentaires entre les éléments de liaison et les bras télescopiques, liés par des points de liaison articulés (2011a, 2011b) et destinés à faciliter le montage du dispositif sur les bras télescopiques.

[0036] La tourelle (9) peut comporter au moins un bras télescopique complémentaire (114) fixé à la tourelle (9) par un support articulé (124) et un moyen de liaison entre ce bras télescopique et l'un des trois autres bras télescopiques (111, 112, 113) ou entre ce bras télescopique et le dispositif de liaison (200). Ledit moyen de liaison peut être élastique (tel qu'un ressort) ou articulé (tel qu'une biele). De préférence, le support articulé (124) permet des mouvements pendulaires du bras télescopique par rapport à un point d'articulation déterminé (P4) tout en interdisant les mouvements de rotation du bras télescopique autour de son axe principal (A4).

[0037] Le dispositif de liaison (200) permet de limiter l'amplitude des débattements pendulaires des bras télescopiques. Il est ainsi possible de rapprocher les outils

les uns des autres sans risquer qu'ils se percutent en cours d'utilisation.

[0038] Il est avantageusement possible d'associer le dispositif de liaison (200) à un système de détection d'inclinaison fixé sur l'un des bras télescopiques ou à un détecteur de déplacement placé sur l'un des systèmes élastiques (c'est-à-dire sur les dits ressorts ou actionneurs), ce qui permet de connaître les déplacements des bras télescopiques et de couper si nécessaire l'alimentation du moteur qui crée le déplacement des outils.

[0039] Le module de service (7) selon l'invention peut éventuellement comprendre une passerelle fixée audit cadre (310).

Revendications

1. Module de service (7) utilisable dans une usine de production d'aluminium par électrolyse ignée et comprenant un châssis (8) apte à être fixé à un chariot (6) et une tourelle (9) montée sur le châssis (8) de manière à pouvoir pivoter autour d'un axe vertical A en utilisation et équipée d'une pluralité d'organes de manutention et d'intervention (10), et **caractérisé en ce qu'il** comprend un ensemble déterminé d'outils (101, 102, 103), **en ce que** chaque outil (101, 102, 103) dudit ensemble est monté sur un bras télescopique (111, 112, 113) fixé à la tourelle (9) par un support articulé (121, 122, 123) qui permet des mouvements pendulaires du bras télescopique par rapport à un point d'articulation déterminé (P1, P2, P3) tout en interdisant les mouvements de rotation du bras télescopique autour d'un axe de référence (A1, A2, A3), appelé "axe principal", associé à ce bras télescopique, et **en ce que** les bras télescopiques (111, 112, 113) de l'ensemble déterminé d'outils (101, 102, 103) sont reliés entre eux par un dispositif de liaison mécanique (200) apte à maintenir dans un domaine de tolérance déterminé l'écart angulaire relatif entre les mouvements pendulaires des bras télescopiques.
2. Module de service (7) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les supports articulés (121, 122, 123) sont choisis parmi les rotules, les joints de cardan et les ressorts précontraints.
3. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ledit domaine de tolérance déterminé est de $\pm 10^\circ$.
4. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** chaque bras télescopique (111, 112, 113) est fixé au support articulé correspondant (121, 122, 123) par un premier membre (111a, 112a, 113a) et le dispositif de liaison mécanique (200) est fixé audit premier membre (111a, 112a, 113a) de chacun des bras télesco-

piques (111, 112, 113) et est situé en dessous des desdits points d'articulation (P1, P2, P3) en utilisation.

5. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le dispositif de liaison (200) comporte un corps rigide (210) relié directement ou indirectement à chacun desdits bras télescopiques (111, 112, 113).
6. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le dispositif de liaison (200) est fixé à la tourelle, directement ou indirectement, par au moins un moyen de liaison extensible (301, 302).
7. Module de service (7) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le dispositif de liaison (200) est fixé à un cadre (310) solidaire de la tourelle par au moins un moyen de liaison extensible (301, 302).
8. Module de service (7) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le cadre (310) est fixé à un pied (300) solidaire de la tourelle (9).
9. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** le dispositif de liaison (200) comporte :
 - un premier moyen de liaison extensible (301) qui est orienté selon un premier axe de contrainte C1 au repos et est relié, directement ou indirectement, d'une part audit cadre (310) et d'autre part à un premier bras télescopique (111) ;
 - un deuxième moyen de liaison extensible (302) qui est orienté selon un deuxième axe de contrainte C2 au repos, perpendiculaire au premier axe de contrainte C1 au repos, et est relié, directement ou indirectement, d'une part audit cadre (310) et d'autre part à un deuxième bras télescopique (112).
10. Module de service (7) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** lesdits premier et deuxième moyens de liaison extensibles (301, 302) sont reliés respectivement aux dits premier et deuxième bras télescopiques (111, 112) par l'intermédiaire d'éléments de liaison (201, 202).
11. Module de service (7) selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le dispositif de liaison (200) comporte en outre un corps rigide (210) et **en ce que** lesdits éléments de liaison (201, 202) sont aussi reliés au corps rigide (210).
12. Module de service (7) selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** ledit corps rigide (210) est en

outre relié, directement ou indirectement, à un troisième bras télescopique (113).

13. Module de service (7) selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** la tourelle (9) comporte au moins un bras télescopique complémentaire (114) fixé à la tourelle (9) par un support articulé (124) et un moyen de liaison entre ce bras télescopique et l'un des trois autres bras télescopiques (111, 112, 113) ou entre ce bras télescopique et le dispositif de liaison (200).
14. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 6 à 13, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de liaison extensibles (301, 302) sont choisis parmi les moyens élastiques, les actionneurs et les combinaisons de ceux-ci.
15. Module de service (7) selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** les moyens élastiques sont choisis parmi les ressorts et les ressorts précontraints.
16. Module de service (7) selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** les actionneurs sont choisis parmi les vérins pneumatiques, les vérins hydrauliques et les vérins mécaniques.
17. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, **caractérisé en ce que** l'ensemble déterminé d'outils (101, 102, 103) comprend au moins un outil choisi parmi les pelles à croûtes (101), les pinces de manutention des anodes (102, 104) et les piqueurs (103).
18. Machine de service (5) comprenant un chariot (6) et un module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 17.
19. Unité de service (3) d'une usine de production d'aluminium par électrolyse ignée comprenant un pont mobile (4) et au moins une machine de service (5) selon la revendication 18.
20. Utilisation d'une unité de service (3) selon la revendication 19 pour les interventions sur des cellules d'électrolyse (2) destinées à la production d'aluminium par électrolyse ignée.

Claims

1. Pot tending module (7) that can be used in a plant for the production of aluminium by fused bath electrolysis and including a frame (8) that can be fixed to a trolley (6) and a turret (9) installed on the frame (8) so as to be able to pivot about a vertical axis A during use and equipped with a plurality of handling

- and working devices (10), and **characterised in that** it comprises a determined set of tools (101, 102, 103), **in that** each tool (101, 102, 103) in the said set is mounted on a telescopic arm (111, 112, 113) fixed to the turret (9) through an articulated support (121, 122, 123) that enables pendular movements of the telescopic arm with respect to a determined articulation point (P1, P2, P3) while preventing rotation movements of the telescopic arm about a reference axis (A1, A2, A3), called "principal axis", associated with this telescopic arm, and **in that** the telescopic arms (111, 112, 113) of the determined set of tools (101, 102, 103) are connected to each other through a mechanical connecting device (200) capable of maintaining the relative angular difference between the pendular movements of the telescopic arms within a determined tolerance range.
2. Pot tending module (7) according to claim 1, **characterised in that** the articulated supports (121, 122, 123) are chosen from among ball joints, universal joints and prestressed springs.
 3. Pot tending module (7) according to either of claims 1 or 2, **characterised in that** the said determined tolerance range is $\pm 10^\circ$.
 4. Pot tending module (7) according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** each telescopic arm (111, 112, 113) is fixed to the corresponding articulated support (121, 122, 123), by a first member (111a, 112a, 113a), and the mechanical connecting device (200) is fixed to the said first member (111a, 112a, 113a) of each telescopic arm (111, 112, 113) and is located below the said articulation points (P1, P2, P3) during use.
 5. Pot tending module (7) according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the connecting device (200) comprises a rigid body (210) connected directly or indirectly to each of the said telescopic arms (111, 112, 113).
 6. Pot tending module (7) according to any of claims 1 to 5, **characterised in that** the said connecting device (200) is fixed to the turret, directly or indirectly, by at least one extendable connecting means (301, 302).
 7. Pot tending module (7) according to claim 6, **characterised in that** the connecting device (200) is fixed to a frame (310) fixed to the turret by at least one extendable connecting means (301, 302).
 8. Pot tending module (7) according to claim 7, **characterised in that** the frame (310) is fixed to a stand (300) fixed to the turret (9).
 9. Pot tending module (7) according to any one of claims 6 to 8, **characterised in that** the connecting device (200) comprises:
 - a first extendable connecting means (301) that runs along a first strain axis C1 at rest and is connected directly or indirectly to the said frame (310), at one end, and to a first telescopic arm (111), at the other end;
 - a second extendable connecting means (302) that runs along a second strain axis C2 at rest and is perpendicular to the first strain axis C1 at rest, and is directly or indirectly connected to the said frame (310), at one end, and to a second telescopic arm (112), at the other end.
 10. Pot tending module (7) according to claim 9, **characterised in that** the said first and second extendable connecting means (301, 302) are connected to the said first and second telescopic arms (111, 112) respectively through connecting elements (201, 202).
 11. Pot tending module (7) according to claim 10, **characterised in that** the connecting device (200) further comprises a rigid body (210) and **in that** the said connecting elements (201, 202) are also connected to the rigid body (210).
 12. Pot tending module (7) according to claim 11, **characterised in that** the said rigid body (210) is further connected, directly or indirectly, to a third telescopic arm (113).
 13. Pot tending module (7) according to claim 12, **characterised in that** the turret (9) comprises at least one complementary telescopic arm (114) fixed to the turret (9) through an articulated support (124) and a connecting means between this telescopic arm and one of the other three telescopic arms (111, 112, 113) or between this telescopic arm and the connecting device (200).
 14. Pot tending module (7) according to any one of claims 6 to 13, **characterised in that** the said extendable connecting means (301, 302) are chosen from among elastic means, actuators and combinations thereof.
 15. Pot tending module (7) according to claim 14, **characterised in that** the said elastic means are chosen from among springs and prestressed springs.
 16. Pot tending module (7) according to claim 14, **characterised in that** the actuators are chosen from among pneumatic, hydraulic or mechanical jacks.
 17. Pot tending module according to any one of claims

1 to 16, **characterised in that** the set of determined tools (101, 102, 103) comprises at least one tool chosen from among crust shovels (101), anode handling clamps (102, 104) and crust breakers (103).

18. Pot tending machine (5) comprising a trolley (6) and a pot tending module (7) according to any one of claims 1 to 17.
19. Pot tending assembly (3) in a plant for the production of aluminium by fused bath electrolysis comprising a travelling crane (4) and at least one pot tending machine (5) according to claim 18.
20. Use of a pot tending assembly (3) according to claim 19 for work on electrolytic cells (2) intended for aluminium production by fused bath electrolysis.

Patentansprüche

1. Servicemodul (7), das in einem Werk zur Herstellung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse verwendbar ist und ein an einem Schlitten (6) befestigbares Fahrgestell (8) und einen Werkzeugrevolver (9) umfasst, der so am Fahrgestell (8) gelagert ist, dass er im Einsatz um eine vertikale Achse A schwenkbar ist, und mit einer Vielzahl von Handhabungs- und Eingriffsorganen (10) bestückt ist, und das **dadurch gekennzeichnet ist, dass** es einen bestimmten Satz Werkzeuge (101, 102, 103) umfasst, dass jedes Werkzeug (101, 102, 103) dieses Werkzeugsatzes an einem Teleskoparm (111, 112, 113) gelagert ist, der am Revolver (9) durch einen Gelenkträger (121, 122, 123) befestigt ist, welcher Pendelbewegungen des Teleskoparms in Bezug auf einen bestimmten Gelenkpunkt (P1, P2, P3) gestattet und gleichzeitig Drehbewegungen des Teleskoparms um eine diesem Teleskoparm zugeordnete Bezugsachse (A1, A2, A3), genannt "Hauptachse", verbietet, und dass die Teleskoparme (111, 112, 113) des bestimmten Satzes Werkzeuge (101, 102, 103) durch eine mechanische Verbindungsvorrichtung (200) miteinander verbunden sind, welche geeignet ist, die relative Winkelabweichung zwischen den Pendelbewegungen der Teleskoparme in einem bestimmten Toleranzbereich zu halten.
2. Servicemodul (7) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gelenkträger (121, 122, 123) ausgewählt sind unter Kugelgelenken, Kardan Gelenken und vorgespannten Federn.
3. Servicemodul (7) nach irgendeinem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bestimmte Toleranzbereich $\pm 10^\circ$ beträgt.
4. Servicemodul (7) nach irgendeinem der Ansprüche

1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Teleskoparm (111, 112, 113) am entsprechenden Gelenkträger (121, 122, 123) durch ein erstes Glied (111 a, 112a, 113a) befestigt ist und die mechanische Verbindungsvorrichtung (200) an diesem ersten Glied (111 a, 112a, 113a) jedes Teleskoparms (111, 112, 113) befestigt ist und im Betrieb unter den Gelenkpunkten (P1, P2, P3) liegt.

5. Servicemodul (7) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsvorrichtung (200) einen starren Körper (210) aufweist, der mit jedem der Teleskoparme (111, 112, 113) direkt oder indirekt verbunden ist.
6. Servicemodul (7) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsvorrichtung (200) durch mindestens ein streckbares Verbindungsmittel (301, 302) direkt oder indirekt am Revolver befestigt ist.
7. Servicemodul (7) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsvorrichtung (200) durch mindestens ein streckbares Verbindungsmittel (301, 302) an einem mit dem Revolver fest verbundenen Rahmen (310) befestigt ist.
8. Servicemodul (7) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rahmen (310) an einem mit dem Revolver (9) fest verbundenen Fuß (300) befestigt ist.
9. Servicemodul (7) nach irgendeinem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungsvorrichtung (200)
- ein erstes streckbares Verbindungsmittel (301) aufweist, das entlang einer ersten Spannungsachse C1 im Ruhezustand ausgerichtet ist und einerseits mit dem Rahmen (310) und andererseits mit einem ersten Teleskoparm (111) direkt oder indirekt verbunden ist;
 - ein zweites streckbares Verbindungsmittel (301) aufweist, das entlang einer zur ersten Spannungsachse C1 im Ruhezustand quer verlaufenden zweiten Spannungsachse C2 im Ruhezustand ausgerichtet ist und einerseits mit dem Rahmen (310) und andererseits mit einem zweiten Teleskoparm (112) direkt oder indirekt verbunden ist.
10. Servicemodul (7) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und zweite streckbare Verbindungsmittel (301, 302) über Verbindungselemente (201, 202) mit dem ersten bzw. zweiten Teleskoparm (111, 112) verbunden sind.
11. Servicemodul (7) nach Anspruch 10, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass die Verbindungsvorrichtung (200) außerdem einen starren Körper (210) aufweist und dass die Verbindungselemente (201, 202) auch mit dem starren Körper (210) verbunden sind.

5

12. Servicemodul (7) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der starre Körper (210) außerdem mit einem dritten Teleskoparm (113) direkt oder indirekt verbunden ist.

10

13. Servicemodul (7) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Revolver (9) mindestens einen durch einen Gelenkträger (124) am Revolver (9) befestigten zusätzlichen Teleskoparm (114) und ein Verbindungsmittel zwischen diesem Teleskoparm und einem der drei anderen Teleskoparme (111, 112, 113) oder zwischen diesem Teleskoparm und der Verbindungsvorrichtung (200) aufweist.

15

14. Servicemodul (7) nach irgendeinem der Ansprüche 6 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die streckbaren Verbindungsmittel (301, 302) ausgewählt sind unter elastischen Mitteln, Stellorganen oder Kombinationen daraus.

20

15. Servicemodul (7) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elastischen Mittel ausgewählt sind unter Federn und vorgespannten Federn.

25

16. Servicemodul (7) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellorgane ausgewählt sind unter pneumatischen Zylindern, hydraulischen Zylindern und mechanischen Zylindern.

30

17. Servicemodul (7) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bestimmte Satz Werkzeuge (101, 102, 103) mindestens ein Werkzeug ausgewählt unter Krustenschäufeln (101), Anodenzangen (102, 104) und Stößeln (103) umfasst.

35

40

18. Servicemaschine (5), umfassend einen Schlitten (6) und ein Servicemodul (7) nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 17.

45

19. Serviceeinheit (3) eines Werkes zur Herstellung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse, umfassend eine bewegliche Brücke (4) und mindestens eine Servicemaschine (5) nach Anspruch 18.

50

20. Verwendung einer Serviceeinheit (3) nach Anspruch 19 für Eingriffe an Elektrolysezellen (2) für die Herstellung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse.

55

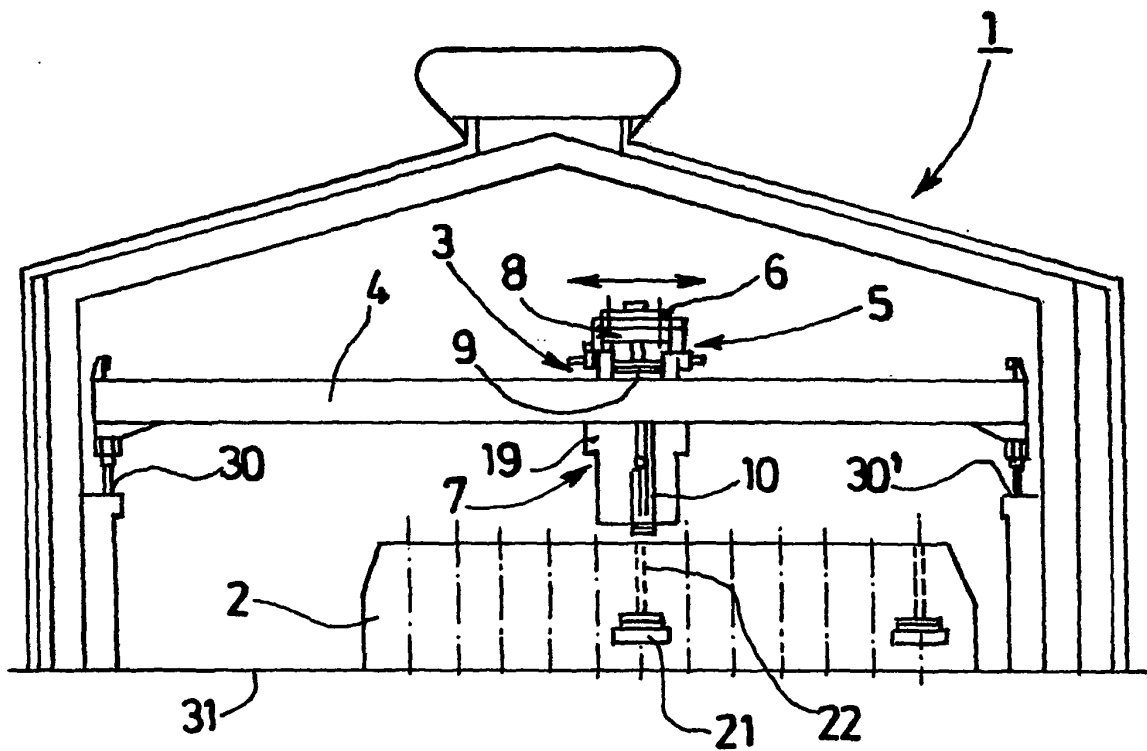


FIG.1

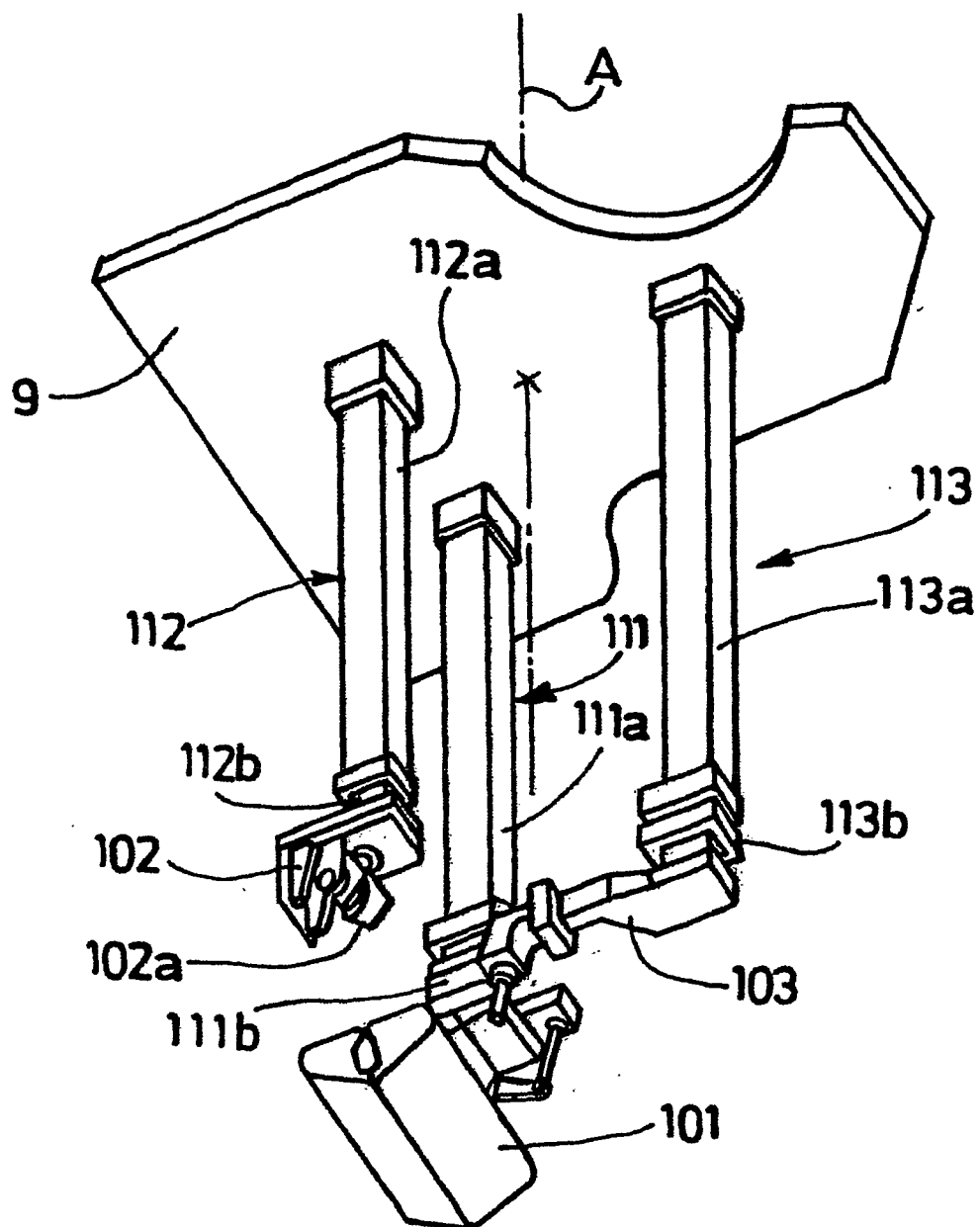


FIG.2

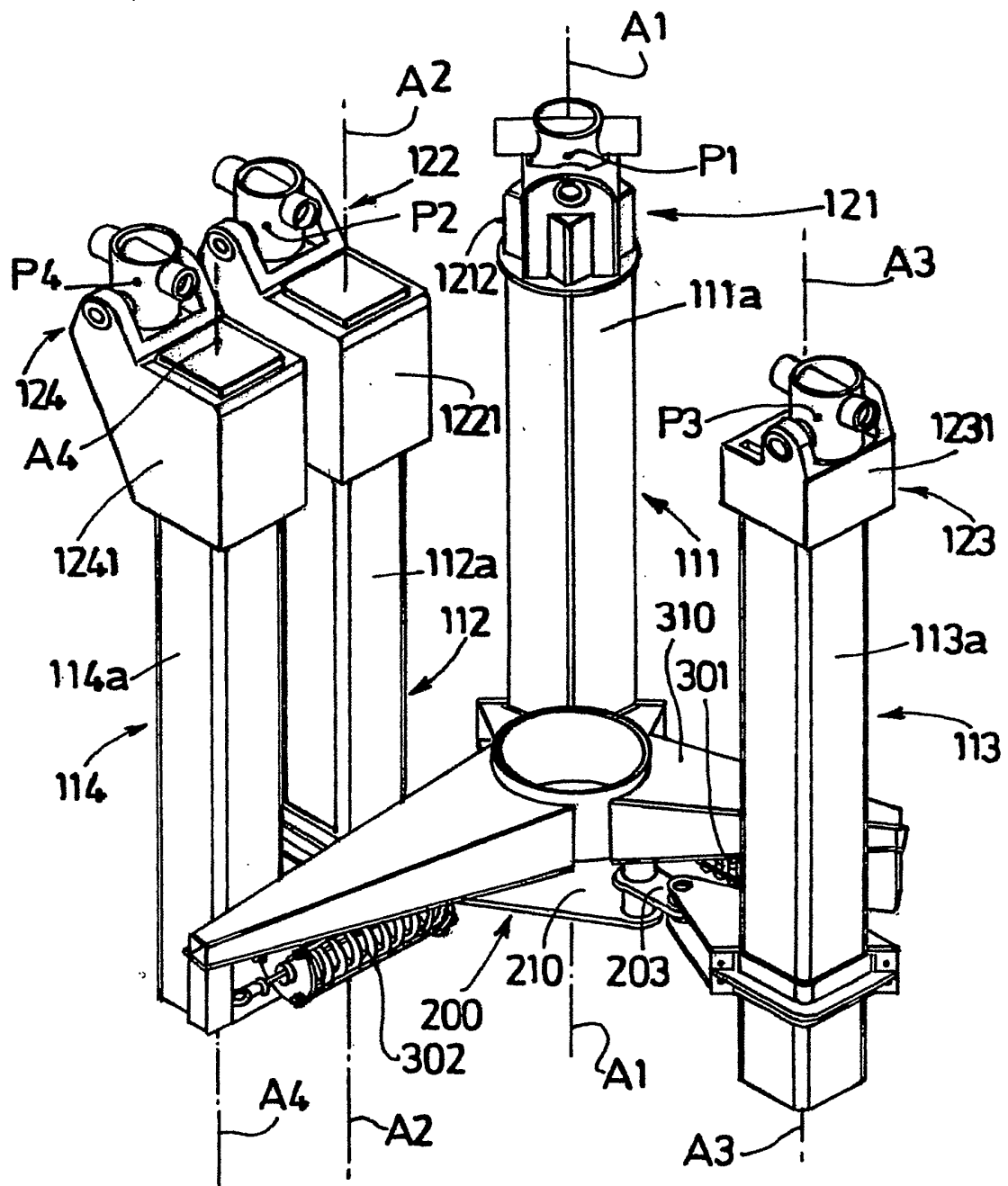


FIG.3

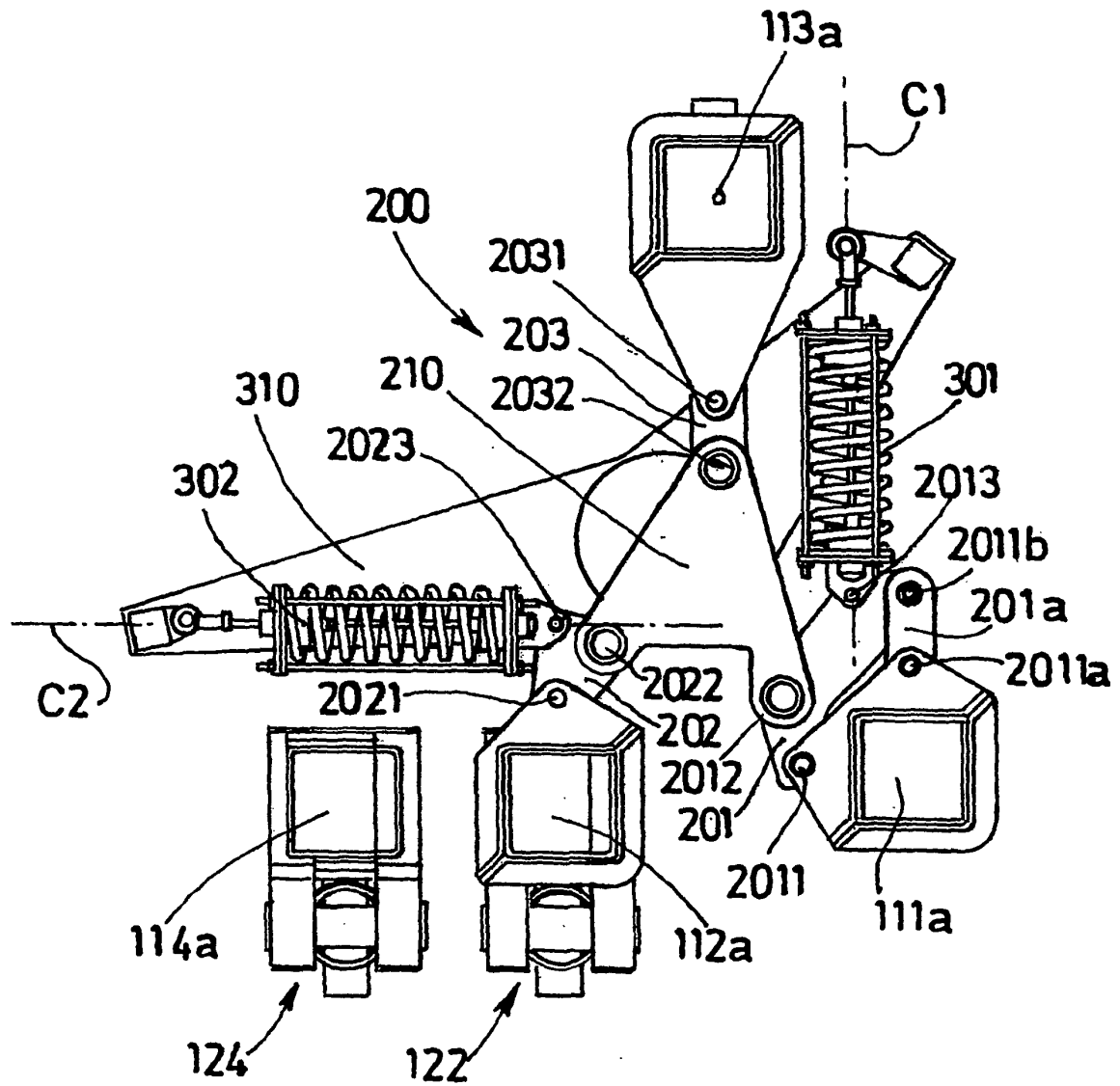


FIG. 4

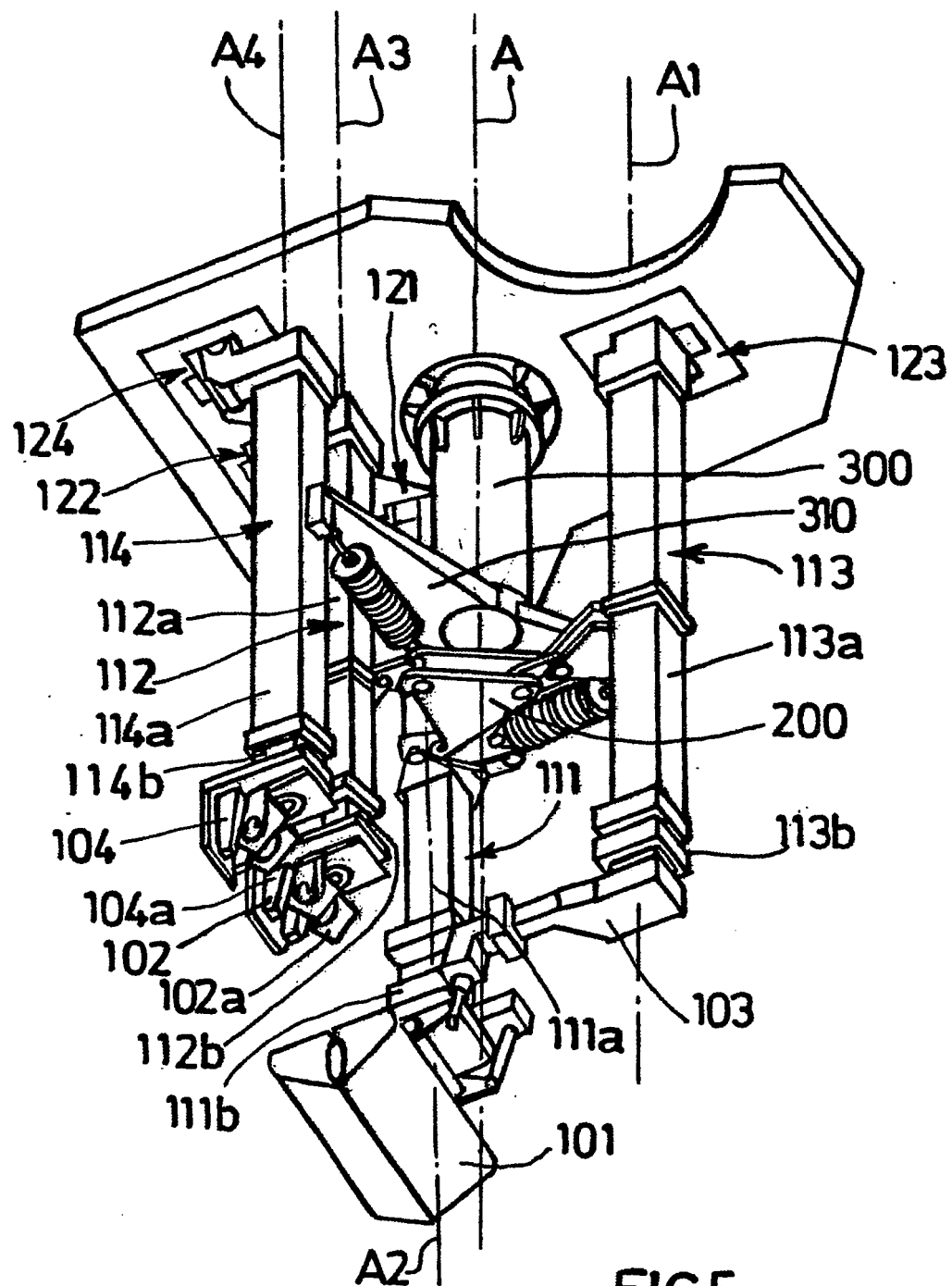


FIG.5

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 0618313 A [0005]