



(11) **EP 1 740 740 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
02.11.2016 Bulletin 2016/44

(51) Int Cl.:
C25C 3/06 (2006.01) **C25C 3/10** (2006.01)
C25C 3/14 (2006.01) **C25C 7/00** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **05742627.2**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2005/000695

(22) Date de dépôt: **22.03.2005**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2005/095676 (13.10.2005 Gazette 2005/41)

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

KOMPAKTES SERVICEMODUL FÜR ANLAGEN ZUR ELEKTROLYTISCHEN HERSTELLUNG VON ALUMINIUM

COMPACT SERVICE MODULE WHICH IS INTENDED FOR ELECTROLYTIC ALUMINIUM PRODUCTION PLANTS

(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**

- **DELESCLUSE, Patrick**
F-59830 Cysoing (FR)
- **MOREL, Benoît**
F-59390 Sailly-lez-Lannoy (FR)

(30) Priorité: **25.03.2004 FR 0403080**

(43) Date de publication de la demande:
10.01.2007 Bulletin 2007/02

(74) Mandataire: **Cabinet Plasseraud**
66, rue de la Chaussée d'Antin
75440 Paris Cedex 09 (FR)

(73) Titulaire: **FIVES ECL**
59790 Ronchin (FR)

(56) Documents cités:
NL-A- 8 801 742 US-A- 4 053 384

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

EP 1 740 740 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, selon le procédé bien connu de Hall-Héroult, dans des cellules d'électrolyse. 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, de façon à optimiser l'occupation au sol des usines. 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] En fonctionnement, 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 ré-

duite des côtés des salles d'électrolyse, notamment des côtés latéraux, et qui limite sensiblement leurs mouvements à proximité de ces côtés. Compte tenu des nombreux outils nécessaires à l'entretien des cellules, il est difficile de réduire le volume des modules par un simple rapprochement des outils sans nuire à la visibilité des opérations par les opérateurs installés dans les postes de pilotage.

[0005] La demande de brevet AU-A-37968/89 propose un module de service compact comprenant les outils nécessaires au changement d'anode.

[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 d'une série de cellules d'électrolyse destinée à la production d'aluminium par électrolyse ignée 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, définissant un plan sensiblement horizontal en utilisation, appelé "plan de la tourelle" Pt, et équipée de :

- un ensemble d'outils incluant notamment un piqueur monté sur un bras télescopique, une pelle à godets montée sur un bras télescopique, au moins une première pince à anodes montée sur un bras télescopique et une trémie munie d'un conduit escamotable ;
- un balcon ou une cabine comportant des commandes destinées à manoeuvrer le module et lesdits outils et un poste de conduite duquel un opérateur peut actionner lesdites commandes, et caractérisé en ce que, par rapport à un premier plan P1 et à un deuxième plan P2, perpendiculaires l'un à l'autre et au plan Pt de la tourelle et se croisant sur l'axe A :
- le centre C du poste de conduite est situé à une distance déterminée C1 du plan P1 et à une distance déterminée C2 du plan P2 ;
- le centre de la pelle à godets et le centre de la première pince à anodes sont situés du côté opposé du plan P1 par rapport au poste de conduite ;
- le piqueur et ledit conduit escamotable sont disposés entre le poste de conduite et la rangée formée par la pelle à godets et la première pince à anodes.

[0008] La disposition des outils du module selon l'invention permet que leur partie active se situe dans une zone éloignée de la cabine et du poste de l'opérateur et procure ainsi une grande visibilité dans le champ d'action des outils. Elle permet également de les rapprocher sensiblement de l'axe de rotation de la tourelle, sans nuire à la visibilité, ce qui conduit à une plus grande compacité du module et facilite les approches réduites. Ainsi, le module de service comporte au moins quatre outils de base

utilisés pour les changements d'anode tout en restant compact.

[0009] L'invention permet en outre de rendre les opérations symétriques, de sorte qu'une machine de service équipée d'un module selon l'invention peut être utilisée indifféremment quelle que soit la position des cellules par rapport aux côtés latéraux de la salle d'électrolyse.

[0010] L'invention permet aussi d'éviter le recours à deux ou plusieurs tourelles concentriques, ce qui permet en conséquence de simplifier la conception du module de service.

[0011] L'invention a également pour objet une machine 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 a encore pour objet un procédé de changement d'anode d'une cellule d'électrolyse destinée à la production d'aluminium par électrolyse ignée, dans lequel on remplace au moins une anode déterminée par une anode neuve en utilisant un module de service selon l'invention.

[0015] 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.

Les figures 2 et 3 représentent, de manière schématique, des dispositions des outils de base du module de service selon l'invention, en vue du dessous.

Les figures 4 et 5 illustrent, de manière schématique, des exemples de réalisation du module de service selon l'invention, en vue de côté.

La figure 6 illustre les opérations de changement d'anodes qui peuvent être effectuées avec un module selon l'invention.

[0016] 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).

[0017] 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 aptes à effectuer les changements d'anode.

[0018] L'unité de service (3) comprend un pont mobile (4) qui peut être translaté au-dessus des cellules d'électrolyse (2) 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, pinces à anode, 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 du hall (et de la file de cellules). Le pont mobile (4) peut ainsi être déplacé le long de la salle d'électrolyse (1).

[0019] Dans le cadre de l'invention, le module de service (7) comporte un châssis (8), typiquement une plateforme, 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 équipée d'un balcon ou d'une cabine de commande (18) comportant des commandes destinées à manoeuvrer le module (7) et lesdits outils (10) et un poste de conduite (19) duquel un opérateur peut actionner lesdites commandes.

[0020] La tourelle (9) selon l'invention est également équipée d'un ensemble déterminé d'outils (10), à savoir au moins un piqueur (11) monté sur un bras télescopique (11a), une pelle à godets (12) montée sur un bras télescopique (12a), au moins une pince de manutention d'anode (appelée "pince à anodes" par la suite) (13, 14) montée sur un bras télescopique (13a, 14a), et une trémie (15) munie d'un conduit escamotable (16). Ces outils (11 à 16) sont destinés aux opérations de changement d'anodes des cellules d'électrolyse du hall. Dans ces opérations, le piqueur (11) sert à briser la croûte d'alumine et de bain solidifié qui couvre généralement les anodes de la cellule ; la pelle à godets (12) 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 carbone et de l'alumine) qui s'y trouvent ; la ou les pinces à anodes (13, 14) servent 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 ; le conduit escamotable (16) sert à introduire de l'alumine et/ou du bain broyé dans la

cellule d'électrolyse, de manière à reformer une couche de revêtement, après la mise en place d'une anode neuve. La tourelle (9) selon l'invention peut également être équipée d'outils supplémentaires, tels qu'un palan.

[0021] Dans le cadre de l'invention, un bras télescopique (11a, 12a, 13a, 14a) comporte au moins un membre fixe et un premier membre mobile apte à être translaté par rapport au membre fixe le long d'un axe de translation déterminé. Les membres fixe et mobile(s) ont une forme sensiblement allongée, telle qu'une tige, un fût ou une forme plus complexe, à laquelle on peut associer un axe principal dans le sens de la longueur. L'axe principal des membres fixe et mobile(s) est typiquement sensiblement vertical en utilisation. L'axe de translation déterminé est généralement parallèle à l'axe principal du membre fixe et peut coïncider avec celui-ci. Le membre fixe est fixé à la tourelle (9) de manière rigide ou souple. Une fixation souple permet un certain débattement du membre mobile par rapport à son point de fixation. Les outils sont fixés au membre mobile, généralement à une extrémité de celui-ci. Par exemple, le membre fixe peut être un premier lût creux de section sensiblement carrée et le membre mobile un deuxième fût de section sensiblement carrée apte à coulisser à l'intérieur du premier fût ; dans cet exemple, l'axe principal des premier et deuxième fûts coïncident. Le bras télescopique peut comporter un ou plusieurs membres mobiles intermédiaires, situés entre le membre fixe et le premier membre mobile et aptes à être translatisés par rapport à ces derniers.

[0022] La tourelle (9) définit un plan P_t perpendiculaire à l'axe A, et donc sensiblement horizontal en utilisation, dit plan de la tourelle. Afin de décrire l'agencement des éléments sur la tourelle, ce plan est découpé en quatre quadrants géométriques délimités par deux plans (P_1 , P_2), perpendiculaires au plan de la tourelle (et donc verticaux en utilisation), perpendiculaires l'un à l'autre et passant par l'axe A. Ce référentiel est illustré aux figures 2 et 3. L'espace est alors découpé en quatre sous-espaces correspondant chacun à l'un des quatre quadrants délimités par les deux plans P_1 et P_2 . Les quadrants, et les sous-espaces correspondants, sont désignés par les chiffres romains I à IV pour les besoins de la description.

[0023] Les outils se situent normalement d'un même côté du plan de la tourelle, à savoir le côté qui se trouve en dessous de ce plan (et donc sous le châssis et la tourelle) en utilisation.

[0024] Utilisant le référentiel indiqué ci-dessus :

- le centre du poste de conduite (19) est situé soit dans le sous-espace de référence (I ou IV) situé sur un côté du plan P_1 , ou sur le plan P_2 qui sépare ces deux sous-espaces ;
- le centre de la pelle à godets (12) et le centre de la ou des pince(s) à anodes (13, 14) sont situées, du côté opposé du plan P_1 , soit dans un sous-espace adjacent au sous-espace de référence (par exemple dans le sous-espace II lorsque le centre du poste de conduite est dans le sous-espace I), soit dans le

sous-espace opposé au sous-espace de référence (par exemple dans le sous-espace III lorsque le centre du poste de conduite est dans le sous-espace I) ;

- le piqueur (11) et le conduit escamotable (16) sont disposés entre le poste de conduite (18) et soit le plan P_a parallèle au plan P_1 et passant par le centre de la première pince à anodes (13), soit le plan P_b parallèle au plan P_1 et passant par le centre de la pelle à godets (12), selon l'espace disponible laissé par la pelle à godets et la ou les pinces à anodes. Le piqueur (11) et le conduit escamotable (16) sont alors disposés entre le poste de conduite (18) et la rangée formée par la pelle à godets (12) et la ou les pince(s) à anodes (13, 14). Par exemple, le piqueur (11) peut être disposé entre le poste de conduite (19) et la pelle à godets (12) et le conduit escamotable (16) peut être disposé entre le poste de conduite (19) et la ou les pince(s) à anodes (13, 14). Le piqueur (11) et le conduit escamotable (16) se situent de préférence entre le plan P_1 et ladite rangée, et plus généralement entre le plan P_1 et la rangée formée par la pelle à godets (12) et les pinces à anodes (13, 14). Le piqueur (11) et le conduit escamotable (16) se situent de préférence encore entre le plan P_{12} parallèle à l'axe A et passant par le centre du poste de conduite (19) et le centre de la pelle à godets (12) et le plan P_{13} ou P_{14} parallèle à l'axe A et passant par le centre du poste de conduite (19) et le centre de la pince à anodes (13 ou 14) qui est le plus éloigné du centre de la pelle.

[0025] Tel qu'illustré à la figure 6, la position des outils selon l'invention permet une visibilité sur l'ensemble des outils de changement d'anodes (11 à 16) lorsque l'opérateur intervient dans la zone de travail (17) au niveau de la cuve ou dans la zone de travail (17') au niveau des fixations des tiges d'anodes (22). Le point de vision de l'opérateur sur les opérations de changement d'anode est désigné par la référence 20. Ces opérations procèdent comme suit : la croûte qui couvre les anodes est tout d'abord brisée à l'aide du piqueur (11) (figure 6(A)), l'anode usée est ensuite retirée à l'aide d'une pince à anodes (13, 14) (figure 6(B)), l'emplacement de l'anode est dégagé à l'aide de la pelle à godets (12) (figure 6(C)), et l'anode neuve est mise en place à l'aide d'une pince à anodes (13, 14) (figure 6(B)) et recouverte de d'alumine et/ou de bain broyé à l'aide du conduit escamotable (figure 6(D)). Dans le cas où le module est équipé de plusieurs pinces à anode, ces opérations peuvent se faire simultanément pour plusieurs anodes. La position des outils selon l'invention permet également d'effectuer lesdites opérations sans nécessiter de rotation de la tourelle (9) autour de l'axe A ; la mise en position des outils par rapport à l'emplacement d'une anode (21) ou de sa tige (22) durant lesdites opérations requiert uniquement de légers déplacements de la tourelle (9) par translation horizontale et/ou de légers pivotements de la tourelle (9) par rapport à l'axe A.

[0026] Le poste de conduite (19), la pelle à godets (12) et la ou les pince(s) à anodes (13, 14) sont situés à des distances radiales déterminées de l'axe A. Ces distances peuvent être données en termes de distances par rapport aux plans P1 et P2, tel qu'indiqué dans la figure 2 (à savoir C1 et C2 pour le poste de conduite, B1 et B2 pour la pelle à godets, A1 et A2 pour la première pince à anodes, A1' et A2' pour l'éventuelle deuxième pince à anodes,...). Les distances par rapport au plan P1 (A1, A1', B1, C1) dépendent notamment de la dimension des outils, de la hauteur du pont mobile (4), des dimensions des cellules (2) et de la distance qui les sépare.

[0027] L'angle S entre le plan P2 et le plan Pc passant par l'axe A et le centre C du poste de conduite (19) est de préférence compris entre 0 et 40°, et de préférence encore compris entre 0 et 15°. Cette disposition permet de placer le champ de vision de l'opérateur entre le bras télescopique (11a) du piqueur et le conduit escamotable (16), qui est typiquement actionné par un bras télescopique, tout en préservant la possibilité de maintenir ces composants à proximité du plan P2. Dans cette configuration, la distance déterminée C2 du poste de conduite (19) est typiquement comprise entre 0 et 1000 mm, et plus typiquement entre 100 et 600 mm.

[0028] La pelle à godets (12) et la première pince à anodes (13) sont espacés de manière à libérer un espace suffisant entre eux pour éviter qu'elles se percutent.

[0029] De préférence, le centre de la pelle à godets (12) et le centre de la première pince à anodes (13) sont situés sur des côtés opposés du plan P2. Cette configuration permet de rendre symétrique le fonctionnement du module, par rapport à une rotation de 180° autour de l'axe A, tout en préservant la compacité du module et la visibilité de l'opérateur sur les outils.

[0030] Selon un mode de réalisation de l'invention, dont un exemple de disposition est illustré schématiquement à la figure 2, le centre C du poste de conduite (19) et le centre de la pelle à godets (12) sont situés du même côté du plan P2. Par exemple, le centre C du poste de conduite (19) peut être situé dans le sous-espace I et le centre de la pelle à godets (12) peut être situé dans le sous-espace II ; le centre de la première pince à anodes (13) est alors de préférence dans le sous-espace III. La configuration miroir par rapport au plan P2 est également possible.

[0031] Selon un autre mode de réalisation de l'invention, dont un exemple de disposition est illustré schématiquement à la figure 3, le centre C du poste de conduite (19) et le centre de la première pince à anodes (13) sont situés du même côté du plan P2. Par exemple, le centre C du poste de conduite (19) peut être situé dans le sous-espace IV et le centre de la première pince à anodes (13) peut être situé dans le sous-espace III ; le centre de la pelle à godets (12) est alors de préférence dans le sous-espace II. La configuration miroir par rapport au plan P2 est également possible.

[0032] Le module de service (7) selon l'invention peut comprendre, en outre, au moins une pince à anodes sup-

plémentaire (14) - typiquement une ou deux pinces supplémentaires - montée sur un bras télescopique et située dans le même sous-espace que la première pince à anodes (13). Le centre de la pince à anodes supplémentaire (14) est de préférence situé du même côté des plans P1 et P2 que le centre de la première pince (13). De préférence encore, le centre de la pince à anodes supplémentaire (14) est également situé dans le plan Pa parallèle au plan P et passant par le centre de la première pince à anodes (13).

[0033] Afin de faciliter les opérations successives de changement d'anode, le plan Pa parallèle au plan P1 et passant par le centre de la première pince à anodes (13) et le plan Pb parallèle au plan P1 et passant par le centre de la pelle à godets (12) sont avantageusement espacés d'une distance F relativement faible, qui est typiquement comprise entre 0 et 300 mm. Ainsi, les bras télescopiques de la pelle à godets et de la ou les pinces à anodes sont sensiblement alignés, c'est-à-dire qu'ils forment une rangée d'outils, de sorte que leur partie active se situe dans une zone éloignée du poste de conduite et procure ainsi une grande visibilité dans le champ d'action de ces outils. En outre, dans cette configuration, l'opérateur peut passer d'un outil au suivant par un simple déplacement longitudinal le long du pont et un faible déplacement du pont lui-même.

[0034] De manière avantageuse, le piqueur (11) se situe à une distance du plan P2 comprise entre 0 et 200 mm. L'angle P entre le plan P2 et le plan Pp passant par le bras télescopique (11a) du piqueur (11) et le piqueur (11) est de préférence compris entre 0 et 20°. Ainsi, le bras télescopique (11a) du piqueur (11) se situe à proximité de, et éventuellement dans, le plan P1. Cette disposition permet d'obtenir simultanément une symétrie de fonctionnement du module, par une rotation de 180° par rapport à l'axe A, et une grande compacité du module. Le piqueur (11) est typiquement placé sur un bras coudé fixé à l'extrémité de son bras télescopique (11a), comme illustré à la figure 5. Le bras télescopique (11a) du piqueur (11) peut être vertical (figure 5) ou incliné (figure 4) par rapport à l'axe A.

[0035] La distance entre le centre du poste de conduite (19) et le centre de la pelle à godets (12) et la distance entre le centre du poste de conduite (19) et le centre de la ou de chaque pince à anodes (13, 14) sont typiquement comprises entre 3 et 5 mètres. Ces distances sont déterminées centre à centre et correspondent aux segments de droite D12, D13, D14 parallèles au plan Pt de la tourelle représentés sur la figure 2.

[0036] L'ouverture angulaire V entre le plan P12 parallèle à l'axe A et passant par le centre du poste de conduite (19) et le centre de la pelle à godets (12) et le plan P13 ou P14 parallèle à l'axe A et passant par le centre du poste de conduite (19) et le centre de la pince à anodes (13, 14) le plus éloigné du centre de la pelle est de préférence inférieure à 30°, et de préférence encore inférieure à 20°.

[0037] La figure 4 illustre une réalisation possible du

module de service selon l'invention. Les dessins représentent une vue de côté du module et en section du pont mobile (4) ; le dessin 4(A) correspond au dessin 4(B), à la différence près que la pelle à godets (12) n'est pas représentée afin de montrer la première pince à anodes (13) située à côté de celle-ci. Dans ces dessins, le module est installé sur un chariot (6) de manière à constituer une machine de service (5). Le chariot (6) est monté sur les deux traverses (4', 4'') d'un pont de manière à pouvoir se déplacer le long de ce dernier. Le piqueur est représenté dans une position "d'attente" (11') et dans une position "de travail" (11) ; dans cette dernière position, le piqueur a accès à la zone de travail (17) des outils. Le bras télescopique (11a) du piqueur est incliné par rapport à l'axe A.

[0038] La figure 5 illustre une autre réalisation possible du module de service selon l'invention. Les outils sont représentés en position d'attente. Dans cette variante, la trémie (15) est placée plus près de la cabine ou du balcon (18) que dans l'exemple de la figure 4. Le bras télescopique (11a) du piqueur est parallèle à l'axe A.

[0039] L'invention est particulièrement avantageuse pour un procédé de changement d'anode d'une cellule d'électrolyse (2) destinée à la production d'aluminium par électrolyse ignée, dans lequel :

- on approche un module de service (7) selon l'invention de ladite cellule (2) ;
- on brise la croûte d'alumine et de bain solidifié qui entoure et couvre au moins une anode usée déterminée avec le piqueur (11) ;
- on retire l'anode usée avec une pince à anodes (13, 14) ;
- on prépare l'emplacement de l'anode neuve avec la pelle à godets (12) ;
- on met en place l'anode neuve à l'aide d'une pince à anodes (13, 14) ;
- on recouvre l'anode neuve d'alumine et/ou de bain broyé à l'aide du conduit escamotable (16).

Revendications

1. Module de service (7) d'une série de cellules d'électrolyse (2) destinée à la production d'aluminium par électrolyse ignée 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, définissant un plan Pt sensiblement horizontal en utilisation, dit plan de la tourelle, et équipée de :

- un ensemble d'outils incluant notamment un piqueur (11) monté sur un bras télescopique (11a), une pelle à godets (12) montée sur un bras télescopique (12a), au moins une première pince à anodes (13) montée sur un bras télescopique (13a) et une trémie (15) munie d'un con-

duit escamotable (16) ;

- un balcon ou une cabine (18) comportant des commandes destinées à manoeuvrer le module et lesdits outils et un poste de conduite (19) duquel un opérateur peut actionner lesdites commandes,

et **caractérisé en ce que**, par rapport à un premier plan P1 et à un deuxième plan P2, perpendiculaires l'un à l'autre et au plan Pt de la tourelle (9) et se croisant sur l'axe A :

- le centre C du poste de conduite (19) est situé à une distance déterminée C1 du plan P1 et à une distance déterminée C2 du plan P2 ;
- le centre de la pelle à godets (12) et le centre de la première pince à anodes (13) sont situés du côté opposé du plan P1 par rapport au poste de conduite (19) ;
- le piqueur (11) et le conduit escamotable (16) sont disposés entre le poste de conduite (19) et la rangée formée par la pelle à godets (12) et la première pince à anodes (13).

2. Module de service (7) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le centre de la pelle à godets (12) et le centre de la première pince à anodes (13) sont situés sur des côtés opposés du plan P2.

3. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le centre C du poste de conduite (19) et le centre de la pelle à godets (12) sont situés du même côté du plan P2.

4. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le centre C du poste de conduite (19) et le centre de la première pince à anodes (13) sont situés du même côté du plan P2.

5. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'angle S entre le plan P2 et le plan Pc passant par l'axe A et le centre C du poste de conduite (19) est compris entre 0 et 40°.

6. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'angle S entre le plan P2 et le plan Pc passant par l'axe A et le centre C du poste de conduite (19) est compris entre 0 et 15°.

7. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le plan Pa parallèle au plan P1 et passant par le centre de la première pince à anodes (13) et le plan Pb parallèle au plan P1 et passant par le centre de la pelle à godets (12) sont espacés d'une distance F comprise entre 0 et 300 mm.

8. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le piqueur (11) se situe à une distance du plan P2 comprise entre 0 et 200 mm.
9. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'angle P entre le plan P2 et le plan Pp passant par le bras télescopique (11a) du piqueur (11) et le piqueur (11) est compris entre 0 et 20°.
10. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre au moins une pince à anodes supplémentaire (14) dont le centre est situé du même côté des plans P1 et P2 que le centre de la première pince (13).
11. Module de service (7) selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le centre de la ou des pinces supplémentaires (14) est situé dans un plan Pa parallèle au plan P1 et passant par le centre de la première pince à anodes (13).
12. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'ouverture angulaire V entre le plan P12 parallèle à l'axe A et passant par le centre du poste de conduite (19) et le centre de la pelle à godets (12) et le plan P13 ou P14 parallèle à l'axe A et passant par le centre du poste de conduite (19) et le centre de la pince à anodes (13 ou 14) le plus éloigné du centre de la pelle est inférieure à 30°.
13. Module de service (7) selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** ladite ouverture angulaire est inférieure à 20°.
14. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** le piqueur (11) et le conduit escamotable (16) se situent entre le plan P1 et ladite rangée.
15. Module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** le piqueur (11) et le conduit escamotable (16) se situent entre le plan P12 parallèle à l'axe A et passant par le centre du poste de conduite (19) et le centre de la pelle à godets (12) et le plan P13 ou P14 parallèle à l'axe A et passant par le centre du poste de conduite (19) et le centre de la pince à anodes (13 ou 14) le plus éloigné du centre de la pelle.
16. Machine de service (5) comprenant un chariot (6) et un module de service (7) selon l'une quelconque des revendications 1 à 15.
17. 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 16.

- 5 18. Utilisation d'une unité de service (3) selon la revendication 17 pour les interventions sur des cellules d'électrolyse (2) destinées à la production d'aluminium par électrolyse ignée.
- 10 19. Procédé de changement d'anode d'une cellule d'électrolyse (2) destinée à la production d'aluminium par électrolyse ignée, dans lequel on remplace au moins une anode déterminée par une anode neuve en utilisant un module de service selon l'une quelconque des revendications 1 à 15.
- 15 20. Procédé de changement d'anode selon la revendication 19, dans lequel:
 - 20 - on approche le module de service (7) de ladite cellule (2) ;
 - on brise la croûte d'alumine et de bain solidifié qui entoure et couvre au moins une anode usée déterminée avec le piqueur (11) ;
 - 25 - on retire l'anode usée avec une pince à anodes (13, 14) ;
 - on prépare l'emplacement de l'anode neuve avec la pelle à godets (12) ;
 - 30 - on met en place l'anode neuve à l'aide d'une pince à anodes (13, 14) ;
 - on recouvre l'anode neuve d'alumine et/ou de bain broyé à l'aide du conduit escamotable (16).

35 Patentansprüche

1. Servicemodul (7) einer Reihe von Elektrolysezellen (2) zur Herstellung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse, umfassend ein Gestell (8), das geeignet ist, an einem Wagen (6) befestigt zu sein, und einen Turm (9), der so am Gestell (8) angebracht ist, dass er im Einsatz um eine vertikale Achse A, die eine im Einsatz im Wesentlichen horizontale Ebene Pt definiert, die als Turmebene bezeichnet wird, schwenkbar ist und mit Folgendem ausgestattet ist:
 - 45 - einen Werkzeugsatz, der insbesondere ein an einem Teleskoparm (I la) angebrachtes Stechwerkzeug (11), eine an einem Teleskoparm (12a) angebrachte Becherschaufel (12), zumindest einen an einem Teleskoparm (13a) angebrachten ersten Anodengreifer (13) und einen mit einer einziehbaren Leitung (16) versehenen Trichter (15) beinhaltet;
 - 50 - einen Vorbau oder eine Kabine (18), der bzw. die Steuerungen zum Bedienen des Moduls und der Werkzeuge und einen Führerstand (19), von dem eine Bedienperson die Steuerungen betätigt.

- tigen kann, umfasst,
und **dadurch gekennzeichnet ist, dass** in Bezug auf eine erste Ebene P1 und eine zweite Ebene P2, die senkrecht zueinander und zur Ebene Pt des Turms (9) sind und sich auf der Achse A schneiden:
- die Mitte C des Führerstands (19) in einem bestimmten Abstand C1 zur Ebene P1 und in einem bestimmten Abstand C2 zur Ebene P2 positioniert ist;
 - die Mitte der Becherschaufel (12) und die Mitte des ersten Anodengreifers (13) auf der entgegengesetzten Seite der Ebene P1 in Bezug auf den Führerstand (19) positioniert sind;
 - das Stechwerkzeug (11) und die einziehbare Leitung (16) zwischen dem Führerstand (19) und der durch die Becherschaufel (12) und den ersten Anodengreifer (13) ausgebildeten Reihe angeordnet sind.
2. Servicemodul (7) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mitte der Becherschaufel (12) und die Mitte des ersten Anodengreifers (13) auf entgegengesetzten Seiten der Ebene P2 positioniert sind.
 3. Servicemodul (7) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mitte C des Führerstands (19) und die Mitte der Becherschaufel (12) auf derselben Seite der Ebene P2 positioniert sind.
 4. Servicemodul (7) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mitte C des Führerstands (19) und die Mitte des ersten Anodengreifers (13) auf derselben Seite der Ebene P2 positioniert sind.
 5. Servicemodul (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel S zwischen der Ebene P2 und der Ebene Pc, die durch die Achse A und die Mitte C des Führerstands (19) verläuft, 0 bis 40° beträgt.
 6. Servicemodul (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel S zwischen der Ebene P2 und der Ebene Pc, die durch die Achse A und die Mitte C des Führerstands (19) verläuft, 0 bis 15° beträgt.
 7. Servicemodul (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ebene Pa, die parallel zur Ebene P1 ist und durch die Mitte des ersten Anodengreifers (13) verläuft, und die Ebene Pb, die parallel zur Ebene P1 ist und durch die Mitte der Becherschaufel (12) verläuft, um einen Abstand F von 0 bis 300 mm beabstandet sind.
 8. Servicemodul (7) nach einem der Ansprüche bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Stechwerkzeug (11) in einem Abstand von 0 bis 200 mm zur Ebene P2 befindet.
 9. Servicemodul (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel P zwischen der Ebene P2 und der Ebene Pp, die durch den Teleskoparm (11a) des Stechwerkzeugs (11) und das Stechwerkzeug (11) verläuft, 0 bis 20° beträgt.
 10. Servicemodul (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner zumindest einen zusätzlichen Anodengreifer (14) umfasst, dessen Mitte auf derselben Seite der Ebenen P1 und P2 wie die Mitte des ersten Greifers (13) positioniert ist.
 11. Servicemodul (7) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mitte des zusätzlichen Greifers bzw. der zusätzlichen Greifer (14) in einer Ebene Pa positioniert ist, die parallel zur Ebene P1 ist und durch die Mitte des ersten Anodengreifers (13) verläuft.
 12. Servicemodul (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Winkelöffnung V zwischen der Ebene P12, die parallel zur Achse A ist und durch die Mitte des Führerstands (19) und die Mitte der Becherschaufel (12) verläuft, und der Ebene P13 oder P14, die parallel zur Achse A ist und durch die Mitte des Führerstands (19) und die Mitte des Anodengreifers (13 oder 14), der am weitesten von der Mitte der Schaufel entfernt ist, verläuft, kleiner als 30° ist.
 13. Servicemodul (7) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Winkelöffnung kleiner als 20° ist.
 14. Servicemodul (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Stechwerkzeug (11) und die einziehbare Leitung (16) zwischen der Ebene P1 und der Reihe befinden.
 15. Servicemodul (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Stechwerkzeug (11) und die einziehbare Leitung (16) zwischen der Ebene P12, die parallel zur Achse A ist und durch die Mitte des Führerstands (19) und die Mitte der Becherschaufel (12) verläuft, und der Ebene P13 oder P14, die parallel zur Achse A ist und durch die Mitte des Führerstands (19) und die Mitte des Anodengreifers (13 oder 14), der am weitesten von der Mitte der Schaufel entfernt ist, befindet.
 16. Servicemaschine (5), umfassend einen Wagen (6)

und ein Servicemodul (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 15.

17. Serviceeinheit (3) eines Werks zur Herstellung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse, umfassend eine bewegliche Brücke (4) und zumindest eine Servicemaschine (5) nach Anspruch 16. 5
18. Verwendung einer Serviceeinheit (3) nach Anspruch 17 für Arbeiten an Elektrolysezellen (2) zur Herstellung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse. 10
19. Verfahren zum Anodenwechsel einer Elektrolysezelle (2) zur Herstellung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse, wobei zumindest eine bestimmte Anode unter Verwendung eines Servicemoduls nach einem der Ansprüche 1 bis 15 durch eine neue Anode ersetzt wird. 15
20. Verfahren zum Anodenwechsel nach Anspruch 19, wobei: 20

- das Servicemodul (7) in die Nähe der Zelle (2) gebracht wird;
- die feste Aluminiumoxid- und Badkruste, die zumindest eine bestimmte gebrauchte Anode umgibt und bedeckt, mit dem Stechwerkzeug (11) aufgebrochen wird; 25
- die gebrauchte Anode mit einem Anodengreifer (13, 14) entnommen wird; 30
- die Position der neuen Anode mit der Becherschaufel (12) vorbereitet wird;
- die neue Anode mit Hilfe eines Anodengreifers (13, 14) eingesetzt wird; 35
- die neue Anode mit Hilfe der einziehbaren Leitung (16) mit Aluminiumoxid und/oder zerkleinertem Badmaterial bedeckt wird.

Claims

1. Tending module (7) for a series of electrolytic cells (2) intended for the production of aluminium by fused bath electrolysis including a frame (8) that can be fixed to a trolley (6) and a turret (9) fitted on the frame (8) so as to pivot about a vertical axis A during use, defining an substantially horizontal plane during use, called the "turret plane", and equipped with: 40
 - a set of tools including particularly a crust breaker (11) fitted on a telescopic arm (11a), a bucket shovel (12) fitted on a telescopic arm (12a), at least one first anode clamp (13) fitted on a telescopic arm (13a) and a hopper (15) fitted with a retractable duct (16); 45
 - a balcony or a cab (18) comprising controls that are designed to manoeuvre the module and the said tools and a control station (19) from 50
2. Tending module (7) according to claim 1, **characterised in that** the centre of the bucket shovel (12) and the centre of the first anode clamp (13) are located on opposite sides of the plane P2.
3. Tending module(7) according to either claim 1 or 2, **characterised in that** the centre C of the control station (19) and the centre of the bucket shovel (12) are located on the same side of the plane P2.
4. Tending module (7) according to either claim 1 or 2, **characterised in that** the centre C of the control station (19) and the centre of the first anode clamp (13) are located on the same side of the plane P2.
5. Tending module (7) according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the angle S between plane P2 and plane Pc passing through the axis A and the centre C of the control station (19) is between 0 and 40°.
6. Tending module (7) according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the angle S between plane P2 and plane Pc passing through the axis A and the centre C of the control station (19) is between 0 and 15°.
7. Tending module (7) according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the plane Pa parallel to the plane P1 and passing through the centre of the first anode clamp (13) and the plane Pb parallel to the plane P1 and passing through the centre of the bucket shovel (12) are at a spacing F that is between 0 and 300 mm.
8. Tending module (7) according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the crust breaker (11) is located at a distance from plane P2 equal to between 0 and 200 mm.
9. Tending module (7) according to any one of claims

which an operator can actuate the said controls, and **characterised in that**, taking as a reference a first plane P1 and a second plane P2 perpendicular to each other and to the turret (9) plane Pt and intersecting on the A axis:

- the centre C of the control station (19) is located at a determined distance C1 from plane P1 and a determined distance C2 from plane P2;
- the centre of the bucket shovel (12) and the centre of the first anode clamp (13) are located on the opposite side of the plane P1 from the control station (19);
- the crust breaker (11) and the retractable duct (16) are located between the control station (19) and the row formed by the bucket shovel (12) and the first anode clamp (13).

- 1 to 8, **characterised in that** the angle P between the plane P2 and the plane Pp passing through the telescopic arm (11a) of the crust breaker (11) and the crust breaker (11) is between 0 and 20°.
10. Tending module (7) according to any one of claims 1 to 9, **characterised in that** it further comprises at least one additional anode clamp (14) the centre of which is located on the same side of planes P1 and P2 as the centre of the first clamp (13). 5
11. Tending module (7) according to claim 10, **characterised in that** the centre of the additional clamp(s) (14) is located in a plane Pa parallel to the plane P1 and passing through the centre of the first anode clamp (13). 10
12. Tending module (7) according to any one of claims 1 to 11, **characterised in that** the angular opening V between the plane P12 parallel to the A axis and passing through the centre of the control station (19) and the centre of the bucket shovel (12) and plane P13 or P14 parallel to the A axis and passing through the centre of the control station (19) and the centre of the anode clamp (13 or 14) farthest from the centre of the bucket shovel, is less than 30°. 15
13. Tending module (7) according to claim 12, **characterised in that** the said angular opening is less than 20°. 20
14. Tending module (7) according to any one of claims 1 to 13, **characterised in that** the crust breaker (11) and the retractable duct (16) are located between the plane P1 and the said row. 25
15. Tending module (7) according to any one of claims 1 to 14, **characterised in that** the crust breaker (11) and the retractable duct (16) are located between the plane P12 parallel to the axis A and passing through the centre of the control station (19) and the centre of the bucket shovel (12) and the plane P13 or P14 parallel to the A axis and passing through the centre of the control station (19) and the centre of the anode clamp (13 or 14) farthest from the centre of the bucket shovel. 30
16. Pot tending machine (5) comprising a trolley (6) and a tending module (7) according to any one of claims 1 to 15. 35
17. Pot tending assembly (3) in an aluminium production plant by fused bath electrolysis comprising a travelling crane (4) and at least one pot tending machine (5) according to claim 16. 40
18. Use of a pot tending assembly (3) according to claim 17 for work on electrolytic cells (2) for production of aluminium by fused bath electrolysis. 45
19. Method of changing an anode of an electrolysis cell (2) designed for the production of aluminium by fused bath electrolysis, wherein at least one determined anode is replaced by a new anode using a tending module according to any one of claims 1 to 15. 50
20. Method of changing an anode according to claim 19, comprising: 55
- bringing the tending module (7) close to said cell (2);
 - breaking the crust of alumina and solidified bath that surrounds and covers at least one determined used anode using the crust breaker (11);
 - removing the used anode using an anode clamp (13, 14);
 - preparing the location of the new anode using the bucket shovel (12);
 - placing the new anode using an anode clamp (13, 14);
 - covering the new anode with alumina and/or crushed bath using the retractable duct (16).

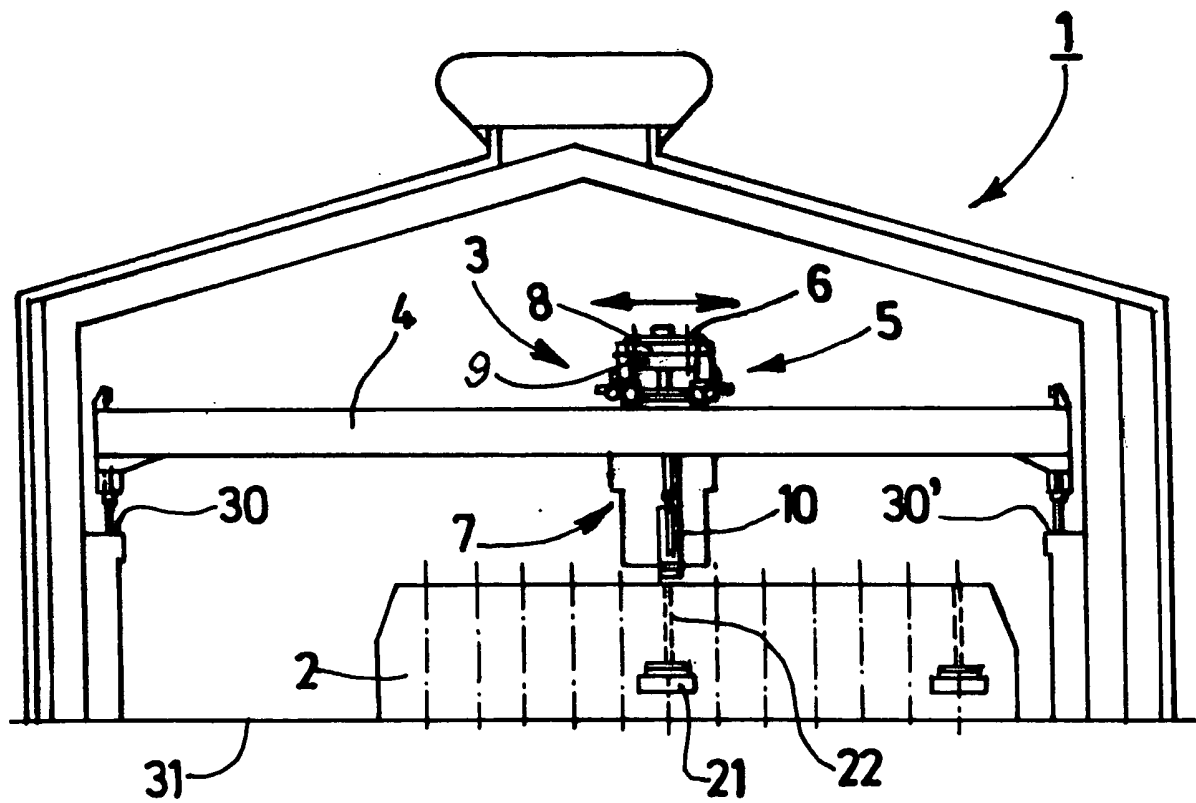


FIG.1

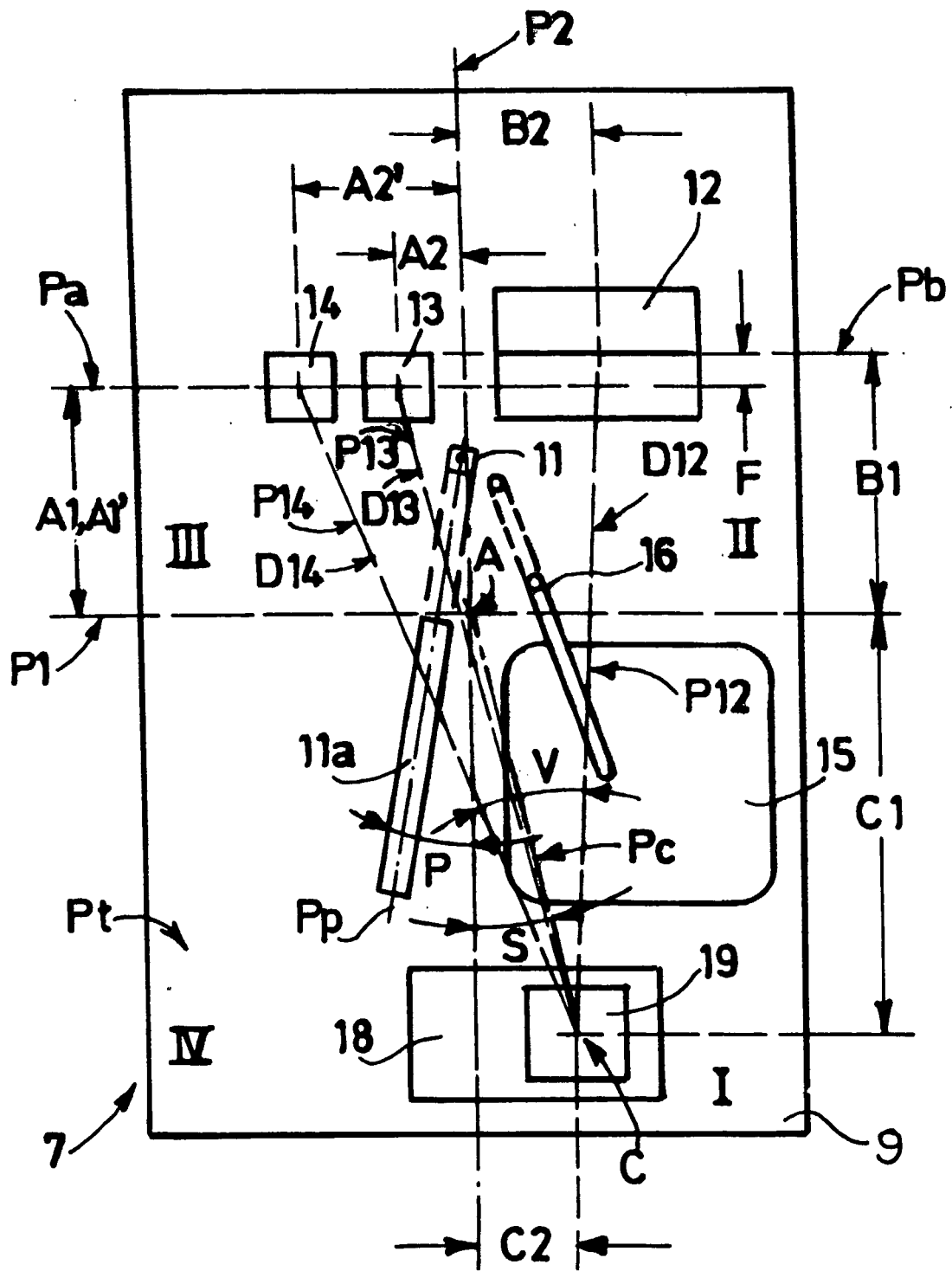


FIG.2

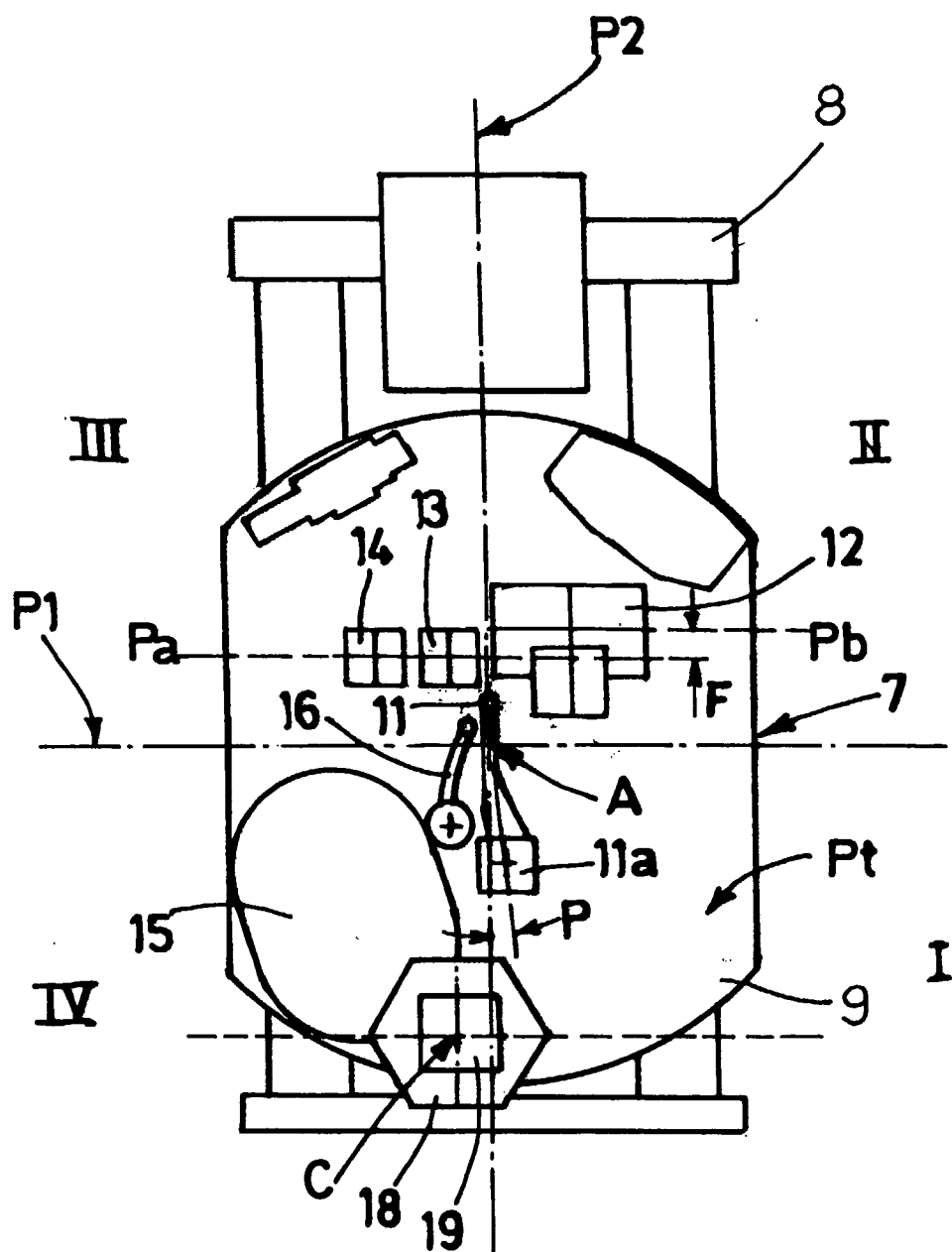


FIG.3

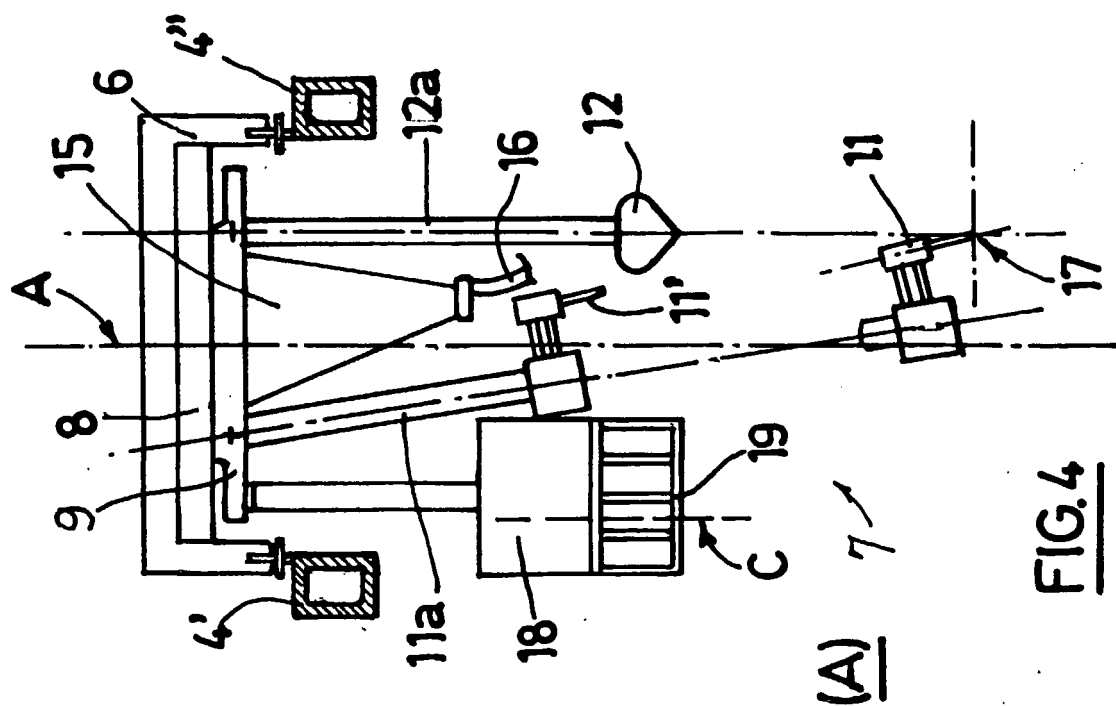
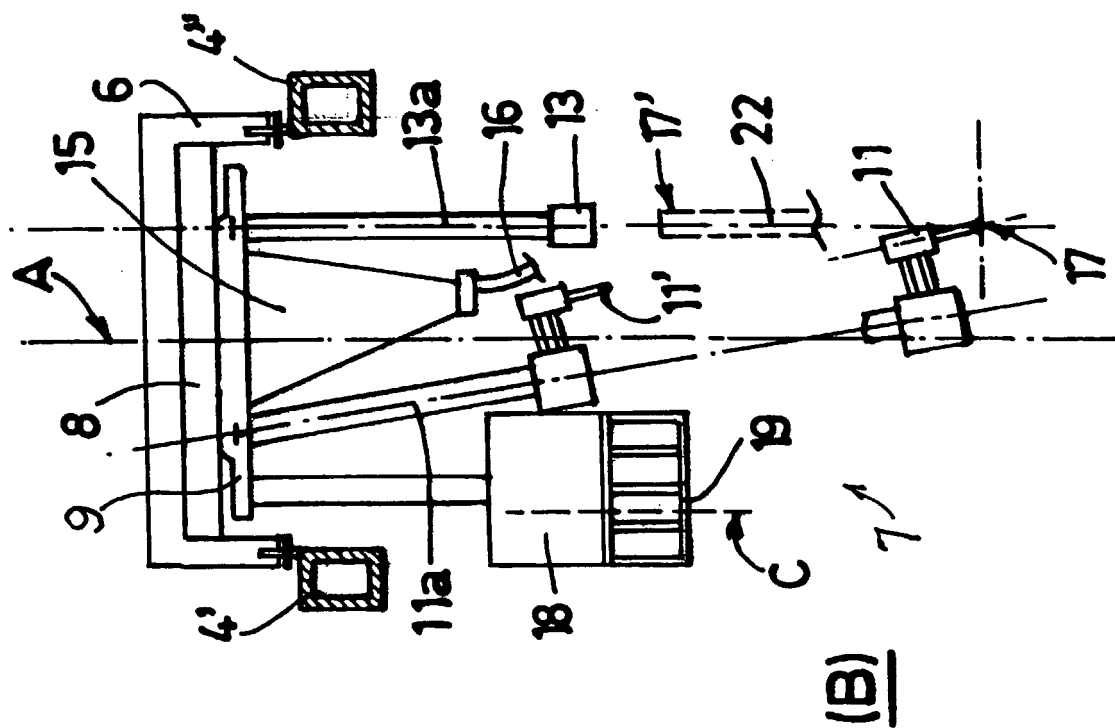


FIG. 4

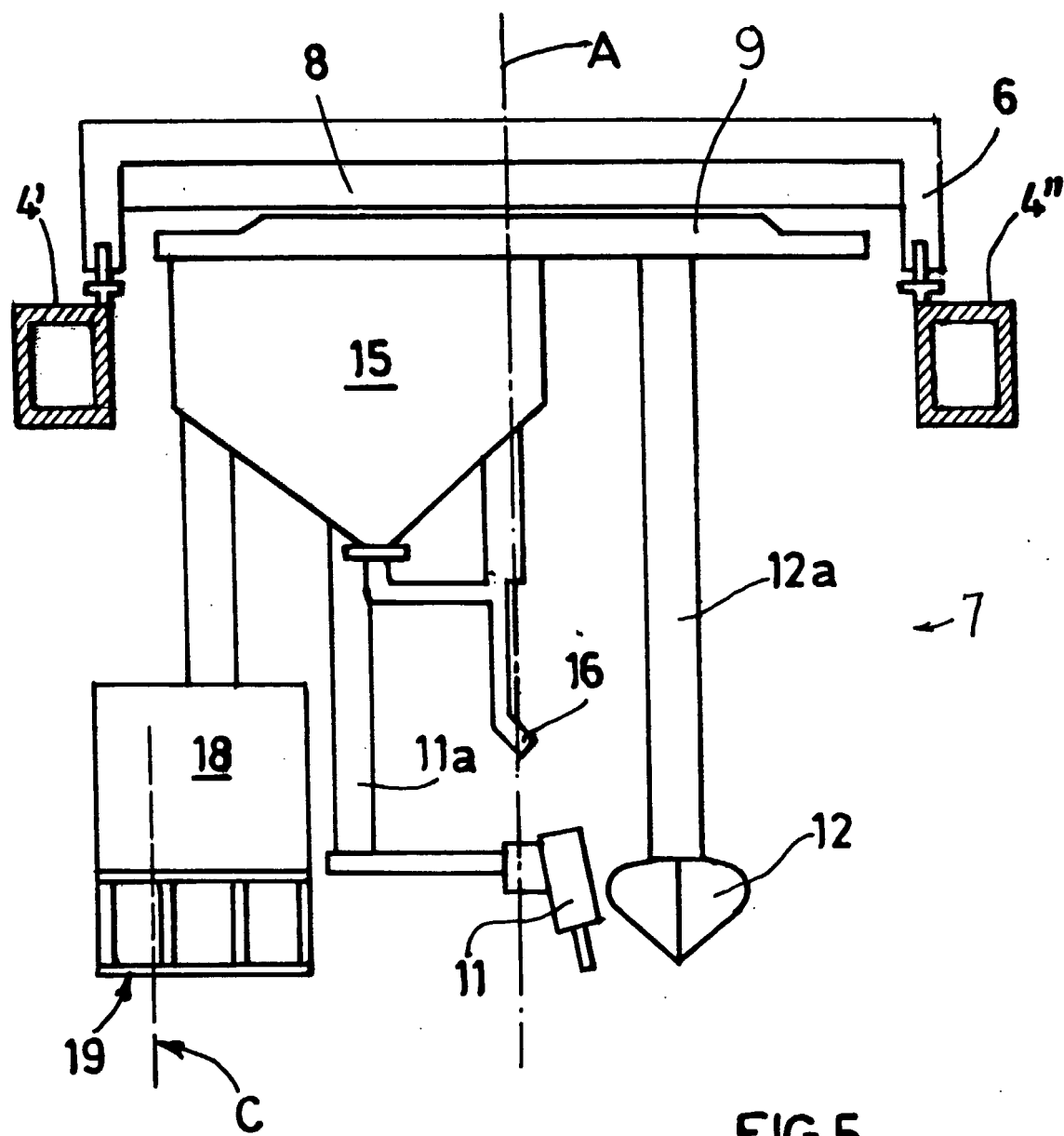
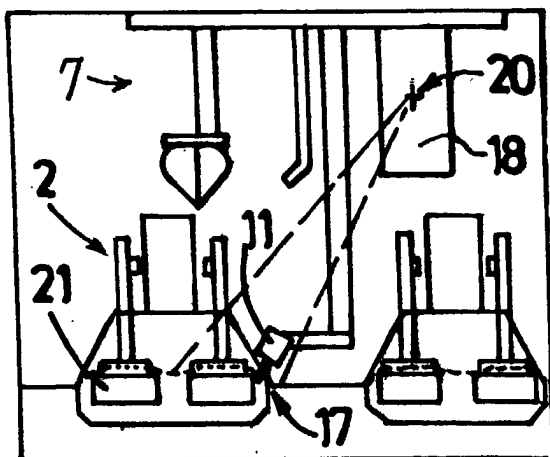
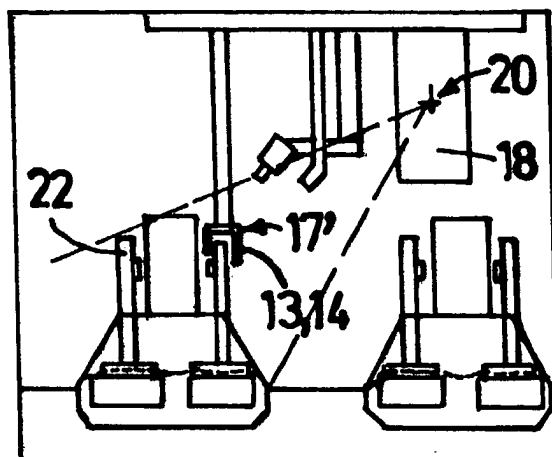


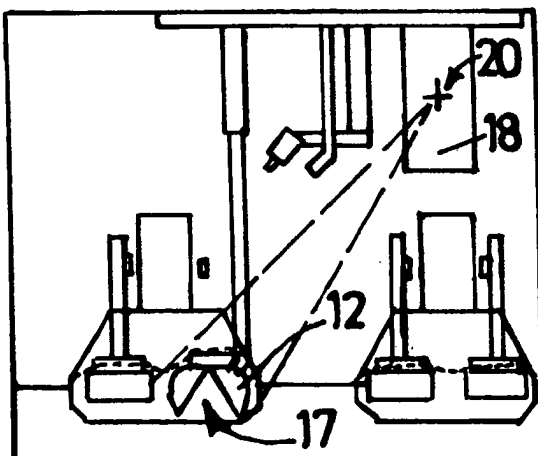
FIG.5



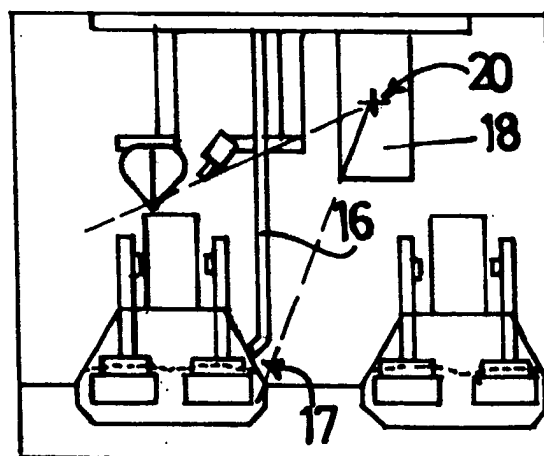
(A)



(B)



(C)



(D)

FIG.6

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

- AU 3796889 A [0005]