



(22) Date de dépôt/Filing Date: 1999/02/16

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2000/08/16

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2008/10/21

(51) Cl.Int./Int.Cl. *C25C 3/10* (2006.01),
B66C 17/00 (2006.01), *B66D 3/04* (2006.01),
B66D 3/18 (2006.01), *C25C 3/12* (2006.01)

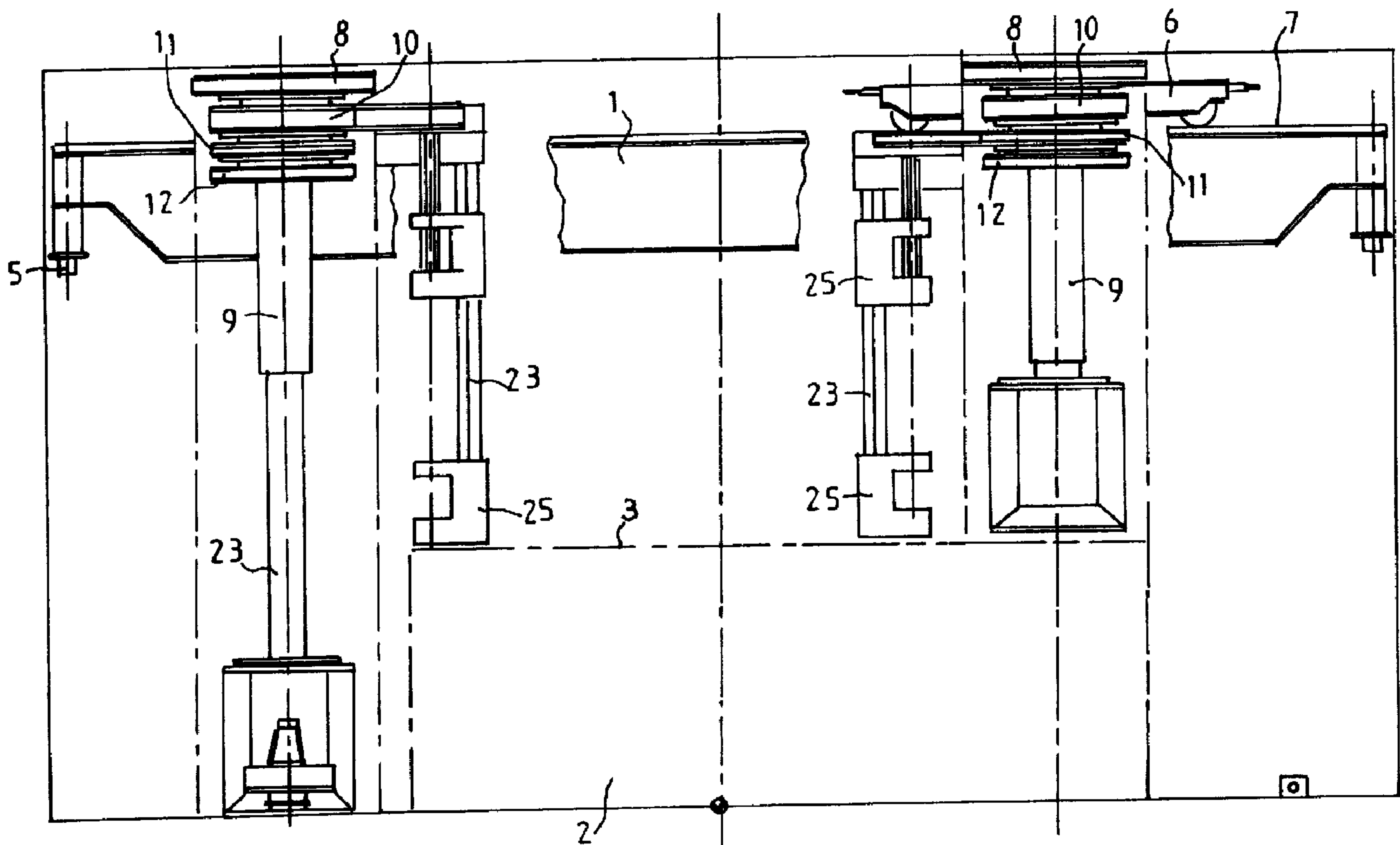
(72) Inventeur/Inventor:
PIRON, GERARD, FR

(73) Propriétaires/Owners:
REEL SA, FR;
A S M I, FR

(74) Agent: BROUILLETTE & ASSOCIES/PARTNERS

(54) Titre : MODULE PORTE-OUTIL(S) POUR L'EXTRACTION ET LE TRANSFERT DES ANODES AU SEIN D'UNE USINE DE FABRICATION D'ALUMINIUM ET INSTALLATION METTANT EN OEUVRE UN TEL MODULE

(54) Title: TOOL HOLDER MODULE FOR ANODE EXTRACTION AND TRANSFER IN AN ALUMINUM PLANT AND FACILITY OPERATING SUCH A MODULE



(57) Abrégé/Abstract:

Ce module porte-outil est destiné à être mis en oeuvre au sein d'une installation de levage, et est notamment destiné à réaliser l'arrachage d'anodes usées au sein d'une installation de production d'aluminium par électrolyse et le transfert desdites anodes et des anodes neuves venant en remplacement de ces dernières. Il est muni de deux organes de levage motorisés de manière



(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):

indépendante : ■ un premier organe, constitué d'un ensemble de câble(s) (13) venant s'enrouler au niveau de tambour(s) motorisé(s) électriquement (14), et renvoyé(s) au niveau d'un mouflage (18), ledit premier organe étant destiné à assurer le déplacement d'une charge à vitesse relativement importante et selon une course étendue ; ■ un second organe, dont l'un des éléments constitutifs est solidarisé à l'extrémité du ou des câbles (13) dudit premier organe après renvoi au niveau du mouflage (18), et destiné, en coopération avec celui-ci, à assurer le déplacement vertical à vitesse réduite et selon une course limitée d'une charge plus importante, et notamment à effectuer l'arrachage des anodes usées hors des cuves. L'invention concerne également l'installation pour le changement des anodes usées, qui comprend un pont roulant (5), sur lequel se déplace un chariot (6) muni d'un module porte-outils, comportant lui-même un arbre vertical (9) recevant une pluralité de couronnes coaxiales (10, 11, 12), susceptibles d'être mues en rotation indépendamment les unes des autres, chacune desdites couronnes recevant un ou plusieurs modules porte-outils, respectivement destinés : • à permettre de rompre la croûte superficielle qui se crée à la surface supérieure du bain d'électrolyse ; • à collecter tout ou partie des morceaux provenant de la rupture de ladite croûte ; • et à extraire et transférer les anodes usées hors des cuves et à acheminer au niveau desdites cuves des anodes neuves

ABREGE DESCRIPTIF**MODULE PORTE-OUTIL(S) POUR L'EXTRACTION ET LE TRANSFERT DES ANODES AU SEIN D'UNE USINE DE FABRICATION D'ALUMINIUM, ET
5 INSTALLATION METTANT EN ŒUVRE UN TEL MODULE.**

Ce module porte-outil est destiné à être mis en œuvre au sein d'une installation de levage, et est notamment destiné à réaliser l'arrachage d'anodes usées au sein d'une installation de production d'aluminium par électrolyse et le transfert desdites anodes et des anodes
10 neuves venant en remplacement de ces dernières.

Il est muni de deux organes de levage motorisés de manière indépendante :

- 15 ■ un premier organe, constitué d'un ensemble de câble(s) (13) venant s'enrouler au niveau de tambour(s) motorisé(s) électriquement (14), et renvoyé(s) au niveau d'un mouflage (18), ledit premier organe étant destiné à assurer le déplacement d'une charge à vitesse relativement importante et selon une course étendue ;
- 20 ■ un second organe, dont l'un des éléments constitutifs est solidarisé à l'extrémité du ou des câbles (13) dudit premier organe après renvoi au niveau du mouflage (18), et destiné, en coopération avec celui-ci, à assurer le déplacement vertical à vitesse réduite et selon une course limitée d'une charge plus importante, et notamment à effectuer l'arrachage des anodes usées hors des cuves.

L'invention concerne également l'installation pour le changement des anodes usées, qui comprend un pont roulant (5), sur lequel se déplace un chariot (6) muni d'un module
25 porte-outils, comportant lui-même un arbre vertical (9) recevant une pluralité de couronnes coaxiales (10, 11, 12), susceptibles d'être mues en rotation indépendamment les unes des autres, chacune desdites couronnes recevant un ou plusieurs modules porte-outils, respectivement destinés :

- 30 • à permettre de rompre la croûte superficielle qui se crée à la surface supérieure du bain d'électrolyse ;
- à collecter tout ou partie des morceaux provenant de la rupture de ladite croûte ;
- et à extraire et transférer les anodes usées hors des cuves et à acheminer au niveau desdites cuves des anodes neuves

MODULE PORTE-OUTIL(S) POUR L'EXTRACTION ET LE TRANSFERT DES ANODES AU SEIN D'UNE USINE DE FABRICATION D'ALUMINIUM, ET INSTALLATION METTANT EN ŒUVRE UN TEL MODULE.

- 5 La présente invention concerne de manière générale le changement des anodes usées au sein des cuves d'électrolyse de production d'aluminium. Elle concerne tout particulièrement un module susceptible de permettre l'extraction proprement dite des anodes usées et l'installation mettant en œuvre de tels modules.
- 10 L'aluminium est produit industriellement par le procédé aujourd'hui bien connu de l'électrolyse ignée, c'est à dire mettant en œuvre l'électrolyse de l'alumine dans un bain de cryolithe fondue selon la réaction :
- $$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2e^- + \text{Na}_3[\text{AlF}_6] \rightarrow 2 \text{Al} + 3\text{O}_2 + 3\text{C} \rightarrow 3\text{CO}_2 + \text{F}$$
- Alumine cryolithe
- 15 Cette réaction, fortement exothermique, met donc en œuvre un bain en fusion comprenant un mélange de cryolithe et d'alumine, dont la température est généralement supérieure à 800°C, et est fortement consommatrice d'électricité, de sorte que les installations fonctionnent en régime continu, afin de limiter les pertes d'énergie inhérentes aux phases
- 20 de redémarrage.
- Régulièrement, il convient de procéder au remplacement des différentes anodes, le plus souvent réalisées en carbone, au niveau de chacune des cuves, sans pour autant arrêter la réaction d'électrolyse.
- 25 De par le procédé mis en œuvre, à savoir l'électrolyse ignée, il se forme à la surface supérieure du bain une croûte dure de cryolithe fluorée et d'alumine, cette croûte présentant l'avantage de conserver la chaleur au sein du bain, et donc de créer une enveloppe calorifuge.
- 30 Cependant, l'extraction des anodes usées hors du bain nécessite en première étape la rupture de cette croûte et, l'expérience montre que l'effort nécessaire pour arracher une anode usée de ladite croûte est sept à huit fois supérieur à la masse d'une anode neuve.
- 35 Par ailleurs, cet effort ne dure que sur quelques centimètres de course, alors que la course de levage de l'anode à chaque cycle est de l'ordre de trois à quatre mètres, typiquement 3,50 m.

A ce jour, dans les installations existantes, on a mis en œuvre, afin d'effectuer ces opérations, des systèmes de vérins hydrauliques, qui à ce jour, présentent seuls un encombrement limité permettant leur intégration dans le volume disponible au dessus des cuves.

5

En revanche, quelle que soit la qualité de l'huile mise en œuvre au niveau de ces vérins hydrauliques, compte tenu de la température élevée du bain de fusion, le risque d'incendie est permanent et, on souhaite s'affranchir de cet inconvénient rédhibitoire.

- 10 Les solutions proposées jusqu'alors pour éviter l'utilisation du système d'extraction hydraulique se heurtent à un problème d'encombrement et au génie civil des installations existantes. En effet, ces solutions, mettant typiquement en œuvre un système à câble, demandent un encombrement largement supérieur, incompatible avec ces installations ou, nécessitant la réalisation de nouvelles installations, grevant de manière trop significative
15 les coûts correspondants avant d'être susceptibles d'être amorties.

L'objet de l'invention est donc de proposer une installation pour le changement d'anodes usées au sein d'une série de cuves d'électrolyse, s'affranchissant de ces inconvénients, et notamment compatible avec les usines existantes et s'affranchissant des risques inhérents
20 à la mise en œuvre de dispositifs hydrauliques. Elle concerne en premier lieu un module porte-outil, destiné notamment à recevoir un outil pour permettre l'arrachage et le transfert des anodes usées. Ce porte-outil peut également intégrer tout type d'outil, et notamment un dispositif apte à rompre la croûte supérieure qui se forme à la surface du bain, mais également d'une pelle ou similaire, destinée à collecter les morceaux de croûte
25 issus de cette rupture.

Ce module porte-outil, destiné à être mis en œuvre au sein d'une installation de levage, est caractérisé en ce qu'il est muni de deux organes de levage motorisés de manière indépendante :

- 30 ■ un premier organe, constitué d'un ensemble de câble(s) et de tambour(s) motorisé(s) électriquement et renvoyé(s) au niveau d'un mouflage, destiné à assurer le déplacement d'une charge à vitesse relativement importante et selon une course étendue ;
■ un second organe, dont l'un des éléments constitutifs est solidarisé à l'extrémité du ou des câbles dudit premier organe après renvoi au niveau du mouflage, et destiné, en
35 coopération avec celui-ci, à assurer le déplacement vertical d'une charge plus importante à vitesse réduite et selon une course limitée.

L'invention consiste donc, dans un premier temps, à différencier deux mouvements, à savoir un mouvement nécessitant un effort intense sur une course courte à vitesse réduite, et un mouvement nécessitant un effort nettement plus réduit sur une course beaucoup plus longue, à une vitesse également beaucoup plus élevée.

5

Principalement, ce module est tout particulièrement approprié à l'arrachage et au transfert des anodes usées. De fait, le second organe est destiné à permettre la mise en œuvre d'un effort de traction intense, nécessaire et suffisant pour permettre l'arrachage proprement dit de l'anode usée hors du bain d'électrolyse, alors que le premier organe, après arrachage
10 effectif de ladite anode, assure le déplacement de celle-ci en dehors de la cuve.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le premier organe est constitué par un système de levage par câble(s), portant un ou plusieurs câbles enroulés sur un ou plusieurs tambours mus par un moteur électrique, et munis d'un système de mouflage au
15 niveau duquel est fixé un outil, par exemple de préhension de l'anode, de rupture de la croûte supérieure du bain d'électrolyse ou encore d'un outil faisant office de pelle de récupération des morceaux provenant de ladite couche.

Parallèlement, ledit second organe est constitué d'un vérin mécanique ou électro-
20 mécanique, à l'extrémité duquel sont fixés le ou les câbles dudit premier organe.

En d'autres termes, l'invention consiste à réaliser un système de levage d'une charge muni d'un point fixe, ledit point fixe étant susceptible d'être rendu mobile sur une course limitée par le biais dudit second organe, c'est à dire dans le cas d'espèce, d'un vérin
25 mécanique ou électro-mécanique.

Avantageusement, on munit le module d'un mou de câble, de telle sorte à limiter la charge appliquée par l'outil, dont est muni ledit module, sur un obstacle, et notamment en fond de cuve d'électrolyse. Par ailleurs, ce mou de câble permet de maintenir les spires de
30 câbles parfaitement enroulées au niveau du ou des tambours, et est en outre conçu pour ne pas appliquer d'efforts au niveau du plan de pose, ainsi que précisé de manière plus détaillée ultérieurement.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le module porte-outil comporte un mât de
35 guidage vertical semi-rigide, solidarisé au châssis dudit module, et le long duquel coulisse un chariot porte-outil proprement dit. Ce faisant, on limite l'amplitude du débattement latéral du mouflage, notamment au voisinage du maximum de course potentielle autorisée par la longueur des câbles.

L'invention concerne également l'installation pour le changement d'anodes usées de cuves d'électrolyse de production d'aluminium.

Cette installation comprend un pont roulant susceptible de se déplacer au dessus desdites
5 cuves et sur lequel se déplace selon une direction perpendiculaire à la translation du pont un chariot muni d'un module porte-outils destiné à extraire et transférer les anodes usées hors des cuves, et à acheminer au niveau desdites cuves des anodes neuves.

Cette installation se caractérise en ce que le chariot est muni d'un arbre vertical recevant
10 une pluralité de couronnes coaxiales, susceptibles d'être mues en rotation indépendamment les unes des autres, chacune desdites couronnes recevant un ou plusieurs modules porte-outils, respectivement destinés :

- à permettre de rompre la croûte superficielle qui se crée à la surface supérieure du bain d'électrolyse de chacune des cuves ;
- 15 • à collecter tout ou partie des morceaux provenant de la rupture de ladite croûte ;
- et à extraire et transférer les anodes usées hors des cuves et acheminer au niveau desdites cuves des anodes neuves,

lesdits modules porte-outils, et en conséquence, les outils qu'ils portent étant susceptibles de décrire des portions d'arc de cercle.

20

Selon l'invention, la valeur maximale de l'angle entre deux porte-outils extrêmes est idéalement inférieure à l'encombrement de la cabine de commande, disposée au dessus dudit arbre vertical. En l'absence d'une telle cabine, l'angle séparant deux outils ou deux porte-outils extrêmes est inférieur à 180°.

25

De la sorte, cette installation peut être mise en œuvre au sein des installations existantes, en limitant au maximum l'interférence et les risques d'interaction avec notamment les tuyaux d'évacuation des gaz, notamment fluorés et monoxyde et dioxyde de carbone, issus de chacune des cuves.

30

La manière dont l'invention peut être réalisée et les avantages qui en découlent ressortiront mieux de l'exemple de réalisation qui suit, donné à titre indicatif mais non limitatif à l'appui des figures annexées.

La figure 1 est une représentation schématique en section partielle d'une installation
35 conforme à l'invention.

La figure 2 est une représentation analogue à la figure 1, mais selon une vue perpendiculaire par rapport à la vue de la figure 1.

Les figures 3a, 3b et 3c sont des représentations schématiques en plan des différentes phases de déplacement des modules porte-outils, notamment lors d'un changement d'activation d'outil.

La figure 4 est une représentation schématique relative au principe de mise en œuvre des modules porte-outils conformes à l'invention, dont la figure 5 est une représentation d'un exemple de système de câblage, et la figure 6 est une vue du dessus de la figure 5.

Les figures 7, 8 et 9 sont respectivement des représentations schématiques en perspective du module porte-outils conforme à l'invention, respectivement seul et associé avec deux modules de même nature, selon deux vues différentes.

10 Les figures 10 et 11 sont des représentations schématiques du fonctionnement du mou de câble mis en œuvre au niveau dudit module conforme à l'invention.

On a représenté au sein de la figure 1 une vue en section partielle de l'installation conforme à l'invention. Fondamentalement, celle-ci est constituée d'un pont roulant (1), susceptible de se déplacer en translation sur un chemin de roulement (5) au dessus d'une cuve d'électrolyse (2), et plus exactement d'une série de cuves, sensiblement identiques les unes aux autres au sein desquelles est maintenu un bain d'électrolyse en fusion, contenant de manière connue de la cryolithe et de l'alumine.

20 Typiquement, la température du bain est supérieure à 800°C, ledit bain étant soumis à une tension d'environ 4,5 volts, l'intensité du courant électrique continu circulant à l'intérieur de celui-ci étant typiquement de l'ordre de 180 000 à 200 000 Ampères.

Selon l'invention, ce pont roulant (1) reçoit un chariot (6), susceptible de se déplacer sur un chemin de roulement (7) perpendiculaire à la translation du pont roulant. Ce chariot (6) reçoit une plate-forme (8), surmontant un arbre central vertical (9), au niveau duquel est montée une succession de couronnes coaxiales les unes au dessus des autres, respectivement (10), (11) et (12).

30 Ces différentes couronnes (10), (11) et (12) sont susceptibles d'être actionnées en rotation indépendamment les unes des autres par tout moyen approprié, et notamment par couplage d'un moteur électrique sur un engrenage approprié (non représenté).

Chacune de ces couronnes présente un prolongement, situé sensiblement dans le même plan, et au niveau duquel est fixé un ou plusieurs modules (30 - 34) du type décrit ci-après.

Plus précisément, à chaque couronne est associé un module porte-outils spécifique, respectivement :

- un outil d'acheminement d'anodes neuves, et d'arrachage et d'évacuation des anodes usées ;
- 5 ■ un outil de rupture de la croûte supérieure des bains d'électrolyse ;
- un outil de collecte, typiquement une pelle, de tout ou partie des morceaux issus de la rupture de la croûte.

Ainsi qu'on peut bien l'observer sur les figures 3a, 3b et 3c, pour une configuration à trois
10 outils, l'angle maximum entre les deux outils extrêmes est inférieur à 120°. De la sorte, il y a toujours compatibilité entre le déplacement du chariot (6) et notamment les tuyaux d'évacuation (4) des gaz fluorés et carbonés mis en place au niveau des installations existantes. En particulier, ces angles peuvent être définis en fonction des caractéristiques des installations existantes, sans entraîner une quelconque modification de celles-ci.

15

Chacune des couronnes est équipée d'un moyen de contrôle de l'angle de rotation de l'outil ou du porte-outil qu'elle porte, l'angle étant déterminé à partir d'un point fixe sur l'arbre support desdites couronnes.

20 Typiquement, lorsque l'installation est équipée d'un automate programmable, destiné à automatiser son fonctionnement, un codeur (non représenté) monté sur l'arbre moteur du moto-réducteur d'entraînement de la couronne en question indique l'angle de rotation du porte-outil à partir d'un signal donné par une fin de course fixe en rotation.

25 Lorsque l'installation est dépourvue d'un tel automate programmable, un système anti-collision, du type détecteur de proximité, monté sur chaque outil, est associé au signal de fin de course fixe en rotation, assurant le contrôle angulaire relatif des outils.

Avantageusement, la plate-forme (8) reçoit une cabine supérieure (non représentée),
30 destinée à recevoir l'utilisateur, ce dernier étant susceptible d'y actionner les outils considérés et les porte-outils correspondants tout en surveillant la manoeuvre.

Par ailleurs, l'arbre (9) peut également recevoir un certain nombre de couronnes coaxiales supplémentaires, susceptibles de porter d'autres outils que ceux mentionnés
35 précédemment, et notamment un outil d'ouverture des capots (3) des cuves (2) par exemple, des brosses, etc...

On conçoit que, dès lors que l'on souhaite procéder à l'activation de l'un des outils, on écarte les deux autres en rabattant l'outil intermédiaire, c'est à dire l'outil positionné entre l'outil en service et l'outil le plus extrême, sur ledit outil extrême, afin de permettre le libre fonctionnement de l'outil en service souhaité.

5

Ainsi, sur la figure 3a, on procède tout d'abord, après ouverture des capots à la mise en œuvre de l'outil (30) de rupture de la croûte supérieure du bain électrolytique, également appelé outil piqueur, les deux autres outils étant rabattus vers la gauche.

- 10 Une fois l'opération de rupture de la croûte effectuée, l'outil piqueur (30) est rabattu vers la gauche en direction de l'outil d'arrachage (32 - 34), et l'outil (31) portant la pelle subit une rotation de 270°, jusqu'à arriver au niveau du lieu de la cuve considéré (figure 3b).

Pour ce faire, et afin d'éviter toute interaction entre l'outil ou le porte-outils et la tuyauterie (4), le chariot (6) est d'abord déplacé sur le pont roulant afin d'écartier l'arbre (9), et partant les modules porte-outils de la tuyauterie (4), puis la rotation de l'outil considéré est effectuée en prenant soin au préalable de remonter le chariot porte-outil (25) au maximum de sa course sur le mât (23) de rigidification, ci-après décrit plus en détail., Lorsque la rotation dudit outil est achevée, le chariot (6) est ramené à sa position
20 d'origine.

Enfin, figure 3c, une fois la collecte des morceaux de croûte effectuée, la pelle (31) est rabattue sur l'outil piqueur (30) et l'outil d'arrachage (32 - 34), comportant par exemple trois outils proprement dits identiques, subit à son tour une rotation de 270°, après,
25 déplacement préalable du chariot (6) pour permettre le débattement desdits outils.

On conçoit ainsi la grande simplicité d'utilisation de l'installation conforme à l'invention.

Il va être maintenant décrit plus en détail les modules porte-outils mis en œuvre au sein de
30 cette installation, et ce en liaison avec les figures 4 à 11.

Selon une caractéristique fondamentale de l'invention, chacun des modules porte-outil, et notamment les modules de changement d'anodes, comportent deux systèmes d'activation indépendants. Ils comportent tout d'abord un système de câbles (13), enroulés sur un ou
35 deux tambours (14), ces derniers étant mus en rotation au moyen d'un moteur électrique (15), par l'intermédiaire d'un réducteur à roue (16) et vis sans fin (17), chaque roue (16) étant solidaire et coaxiale à l'un des tambours (14) et venant coopérer avec la vis (17) colinéaire avec l'arbre moteur du moteur (15). Ces tambours sont positionnés au niveau du châssis supérieur de chacun des modules.

Le ou les câbles (13) viennent s'enrouler sur deux poulies constitutives d'un mouflage (18) et remontent en direction d'un point fixe (19).

La charge, et notamment le porte-outil considéré, est fixée au niveau du mouflage par tout
5 moyen approprié, lui-même étant solidarisé à un chariot (25), ainsi que décrit plus en détail ci-après.

Selon l'invention, le point fixe (19) est lui-même solidarisé à l'extrémité de la vis (20)
d'un vérin mécanique (21), mu par un moteur électrique (22).

10

Ainsi, ce double système de levage permet de mettre en œuvre un levage classique assurant la course de déplacement des anodes sur des distances relativement importantes à une vitesse relativement élevée pour une charge réduite, et un levage avec arrachage, susceptible de développer un effort important sur une course réduite avec une vitesse
15 limitée.

Ce dispositif permet par sa capacité de traction, d'une part de développer l'effort nécessaire à l'arrachage de l'anode usée, destinée à être remplacée, mais par ailleurs, compte tenu de la faible vitesse correspondante, il permet de faciliter la mise en place de
20 l'anode neuve au niveau de la cuve.

Les organes de la chaîne cinématique, et notamment les roues (16), les tambours (14) et les câbles (13), sont dimensionnés en fonction de l'effort intense exercé par ledit second organe, et auquel ils sont soumis, compte tenu de leur sollicitation pendant la phase
25 d'arrachage.

Par ailleurs, le choix d'un réducteur à roue et à vis (16, 17) au niveau du moteur grande vitesse assurant la rotation des tambours (14), permet, en utilisant le faible rendement indirect entre le réducteur et le tambour, de diminuer la taille des freins au niveau de
30 l'arbre moteur dudit moteur (15), nécessaires lorsque l'on est en phase d'arrachage, et donc, de manière plus générale l'encombrement.

Avantageusement, on munit chacun des modules porte-outil de deux tambours (14) synchronisés par conception du réducteur, et recevant chacun deux câbles (13), de sorte
35 que le nombre total de câbles est de quatre, ainsi que notamment représenté sur les figures 10 et 11, par exemple. De la sorte, il est possible de diminuer la taille des poulies, des tambours ainsi que celle des réducteurs, et de manière plus générale, de diminuer l'encombrement du dispositif.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, on associe les modules porte-outil de changement d'anodes par trois, ainsi que représentés sur les figures 8 et 9. Cette configuration est destinée à permettre le changement simultané de trois anodes usées. Il est bien entendu néanmoins que chacun des modules est susceptible de fonctionner
5 indépendamment l'un de l'autre, de sorte que, nonobstant la mise en œuvre d'un système à trois modules, un voire deux d'entre eux seulement peuvent être activés pour le changement d'anodes.

L'écartement entre les trois modules porte-outil correspond à l'entraxe des anodes. Cet
10 écartement est susceptible d'être différent selon l'installation concernée et est donc réglable. Il est déterminé par des biellettes, dont la longueur correspond audit entraxe. Cette disposition permet l'adaptation du système à tout type d'installation.

Ainsi qu'on peut l'observer sur les figures 7 à 9, à chaque module porte-outil est associé
15 un mât de guidage vertical (23), solidarisé au niveau du châssis supérieur du module par l'intermédiaire d'un dispositif de pré-contrainte incorporant des rotules, susceptible ainsi d'autoriser un certain degré de liberté au niveau de la partie inférieure (24) du mât. Ce mât (23) est destiné à permettre le guidage, notamment d'un chariot (25) contenant le mouflage (18) et par extension de la zone de suspension de la charge, ce chariot (25) étant
20 muni de galets (26) prenant appui de part et d'autre dudit mât (23). Ce mât est semi-rigide. Le seuil de réglage de la pré-contrainte est tel, qu'on s'affranchit notablement des risques de débattement angulaire dudit porte-outil, notamment en bout de course, en cas d'efforts limités, et en particulier ceux inhérents au champ magnétique intense qui règne dans l'installation, et auquel sont donc soumis les éléments métalliques constitutifs d'une
25 grande partie des éléments entrant dans la constitution du module.

Selon une autre caractéristique de l'invention, chaque module comporte un système de mou de câble, permettant ainsi de limiter le débattement vertical de l'outil lorsqu'il vient à entrer en interaction avec un obstacle, tel que par exemple lorsque la pelle vient à toucher
30 le fond de la cuve. Dans ce dernier cas, on souhaite limiter au maximum un tel risque, compte tenu de la relative fragilité de la cuve. Par ailleurs, le mou de câble permet de maintenir parfaitement ordonnées les spires de câbles sur les tambours (14).

Ce mou de câble est plus particulièrement décrit en liaison avec les figures 10 et 11. Sa mise en œuvre est obtenue en solidarissant de manière non fixe, le mouflage (18) au chariot (25) de déplacement du porte-outil sur le mât (23) au moyen d'un jeu de deux bielles (27, 28), susceptibles de se déplacer selon un parallélogramme déformable, et
5 articulées respectivement sur le bâti (29) au niveau duquel est monté le mouflage, et sur ledit chariot (25), entre deux positions extrêmes, correspondant à la course de rattrapage de mou de câble représentée par la double flèche A sur la figure 10.

Ainsi, la figure 10 représente le chariot (25) en appui sur un objet ou un obstacle
10 environnant, le bâti (29) n'étant plus en contact avec ledit chariot (25). Un capteur (non représenté), positionné entre le chariot (25) et le bâti (29) aura donné l'ordre de l'arrêt du moteur de levage alors qu'il effectuait un mouvement de descente. La distance d'arrêt maximum du mouflage mobile est représentée par la double flèche A.

15 La figure 11 représente le chariot (25) suspendu sans contact avec l'environnement, le bâti (29) qui porte les poulies du mouflage étant en contact avec le chariot (25).

Avantageusement, on peut mettre en place un ressort entre la face supérieure du bâti (29) et le chariot (25), afin de diminuer le poids apparent dudit chariot sur un objet
20 environnant, permettant dans cette hypothèse, de préserver la cuve d'électrolyse et son environnement.

Le module porte-outil conforme à l'invention est dimensionné pour accepter des efforts à la charge voisins de 10 tonnes pour des vitesses de l'ordre d'un millimètre par seconde.
25 En revanche, pour des vitesses de l'ordre de 15 mètres par minute et des courses plus importantes, l'effort au déplacement est de l'ordre de 2 tonnes.

La mise en œuvre de tels modules, activés par voie électrique, s'avère tout à fait adéquate pour les installations de production d'aluminium par électrolyse existantes, dans la
30 mesure où, notamment, par la séparation physique des fonctions associées à des charges différentes, elle permet de limiter les réactions des galets sur les chemins de roulement des bâtiments existants, et par conséquent, elle ne nécessite aucune extension du génie civil, tout en permettant d'augmenter de manière significative les conditions de sécurité.

REVENDICATIONS

1. Installation pour le changement des anodes usées au sein d'une usine de production d'aluminium par électrolyse ignée, comprenant un pont roulant (5) susceptible de se déplacer au dessus des cuves d'électrolyse (1), et sur lequel se déplace selon une direction perpendiculaire à la translation du pont un chariot (6) muni d'un module porte-outils, *caractérisée* en ce que le chariot (6) comporte un arbre vertical (9) recevant une pluralité de couronnes coaxiales (10, 11, 12), susceptibles d'être mues en rotation indépendamment les unes des autres, chacune desdites couronnes recevant un ou plusieurs modules porte-outils, respectivement destinés :
- à permettre de rompre la croûte superficielle qui se crée à la surface supérieure du bain d'électrolyse de chacune des cuves ;
 - à collecter tout ou partie des morceaux provenant de la rupture de ladite croûte ;
 - et à extraire et transférer les anodes usées hors des cuves et à acheminer au niveau desdites cuves des anodes neuves
- lesdits modules porte-outils, et en conséquence, les outils qu'ils portent étant susceptibles de décrire des portions d'arc de cercle.
2. Installation pour le changement des anodes usées selon la revendication 1, *caractérisée* en ce que le chariot (6) est surmonté d'une plate-forme (8), destinée à recevoir une cabine supérieure définissant un volume et destinée à recevoir l'utilisateur, ce dernier étant susceptible d'y actionner les outils et les porte-outils correspondants tout en surveillant la manoeuvre.
3. Installation pour le changement des anodes usées selon la revendication 2, *caractérisée* en ce que la valeur maximale d'un angle séparant deux outils ou porte-outils extrêmes est inférieure à l'encombrement généré par le volume de la cabine.
4. Installation pour le changement des anodes usées selon la revendication 1, *caractérisée* en ce que l'angle séparant deux outils ou porte-outils extrêmes est inférieur à 180°.
5. Installation pour le changement des anodes usées selon l'une des revendications 1 à 4, *caractérisée* en ce que chacune des couronnes coaxiales (10 - 12) présente un prolongement, situé sensiblement dans le même plan, et au niveau duquel est fixé un ou plusieurs modules porte-outils (30 - 34).

6. Installation pour le changement des anodes usées selon l'une des revendications 1 à 5, *caractérisée* en ce qu'au moins l'un des modules porte-outil est muni de deux organes de levage motorisés de manière indépendante :
- 5 ▪ un premier organe, constitué d'un système de levage comprenant au moins un câble (13) venant s'enrouler au niveau d'un ou deux tambours (14) motorisés électriquement, et renvoyé au niveau d'un mouflage (18), ledit premier organe étant destiné à assurer le déplacement d'une anode à vitesse relativement importante et selon une course étendue ;
 - 10 ▪ un second organe, dont l'un des éléments constitutifs est solidarisé à l'extrémité du câble (13) dudit premier organe après renvoi au niveau du mouflage (18), et destiné, en coopération avec celui-ci, à assurer l'arrachage de ladite anode hors d'une cuve à électrolyse, à vitesse réduite et selon une course limitée.
7. Installation pour le changement des anodes usées selon l'une des revendications 1 à 15 6, *caractérisée* en ce que l'une des couronnes (10) comporte une pluralité de modules porte-outils, montés parallèlement les uns aux autres, et susceptibles de fonctionner indépendamment les uns des autres.
8. Installation pour le changement des anodes usées selon la revendication 7, 20 *caractérisée* en ce que l'écartement entre les modules porte-outil est réglable et correspond à l'entraxe des anodes, ledit écartement étant déterminé par des biellettes, dont la longueur correspond audit entraxe.
9. Installation pour le changement des anodes usées selon la revendication 6, 25 *caractérisée* en ce que :
- 30 ▪ le second organe de chacun des modules est constitué d'un vérin mécanique ou électro-mécanique (20, 21), à l'extrémité duquel est fixé le câble (13) dudit premier organe ;
 - 30 ▪ lesdits modules sont chacun munis d'un mou de câble, destiné à limiter la charge appliquée par l'outil dont est muni ledit module sur un obstacle, et en particulier au fond d'une cuve à électrolyse ;
 - 35 ▪ lesdits modules comportent chacun un mât (23) de guidage vertical semi-rigide, solidarisé à un châssis dudit module, et le long duquel est susceptible de coulisser un chariot (25) au niveau duquel est solidarisé le porte-outil proprement dit.

FIG.1

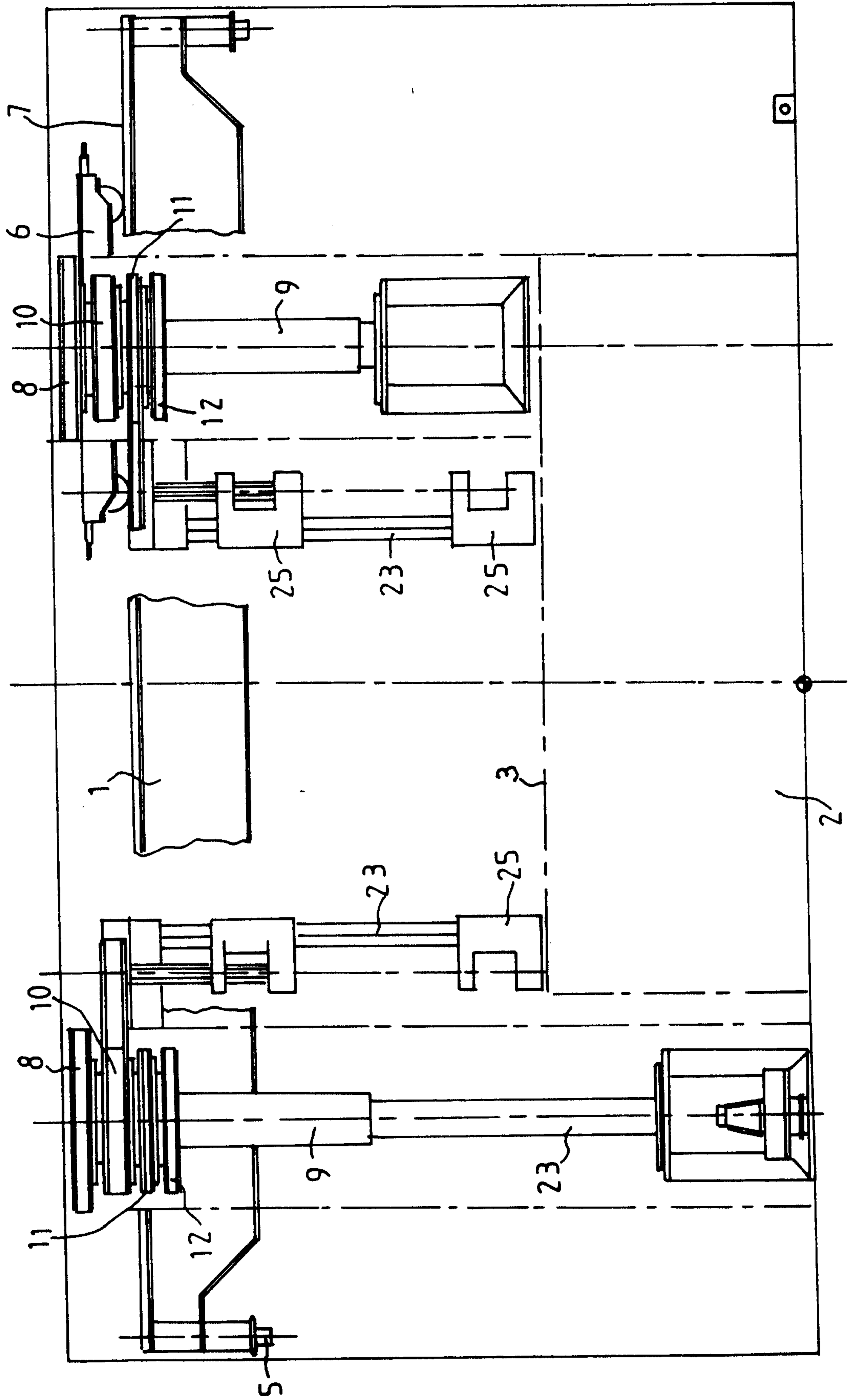


FIG. 2

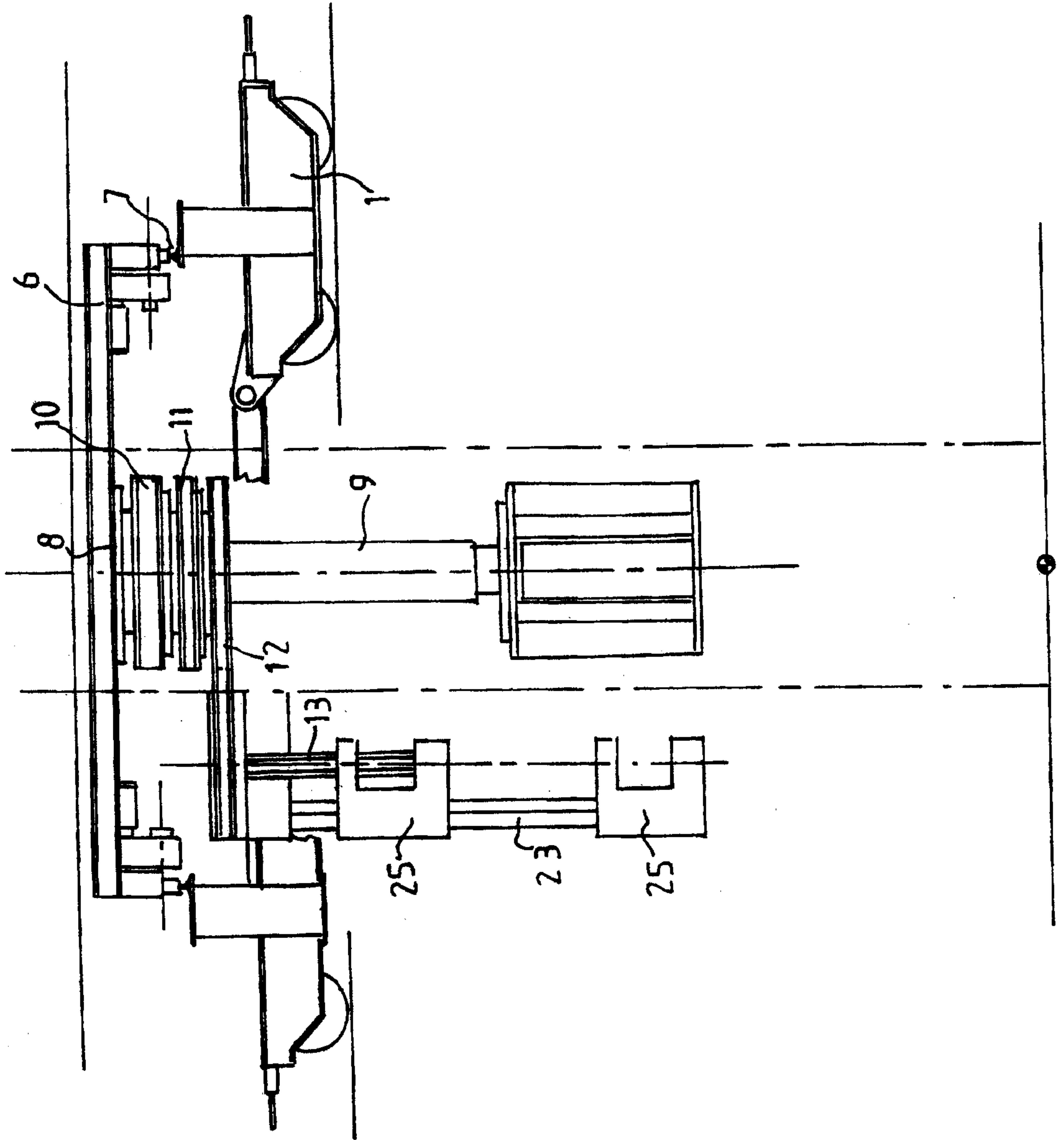


FIG. 3a

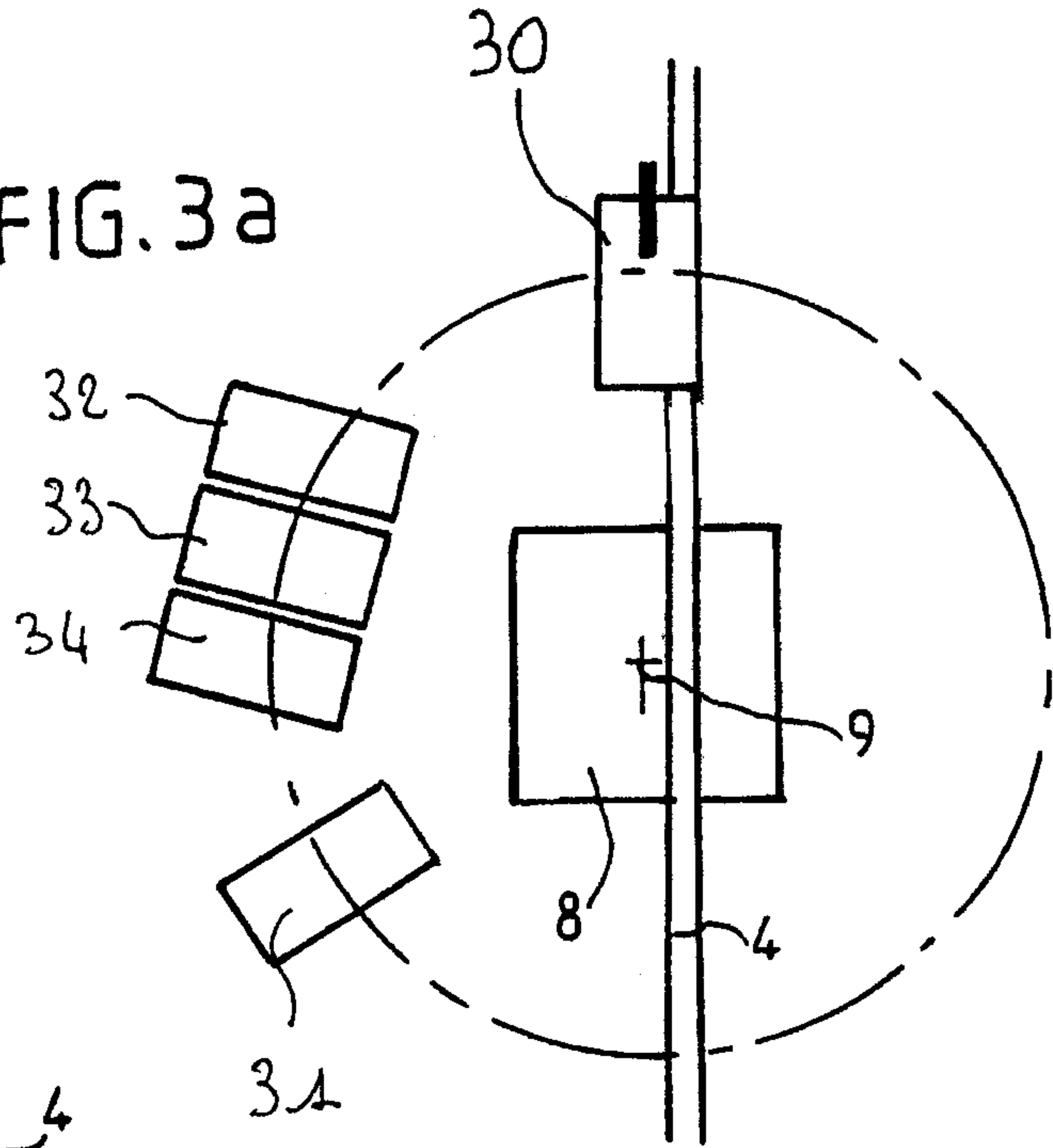


FIG. 3b

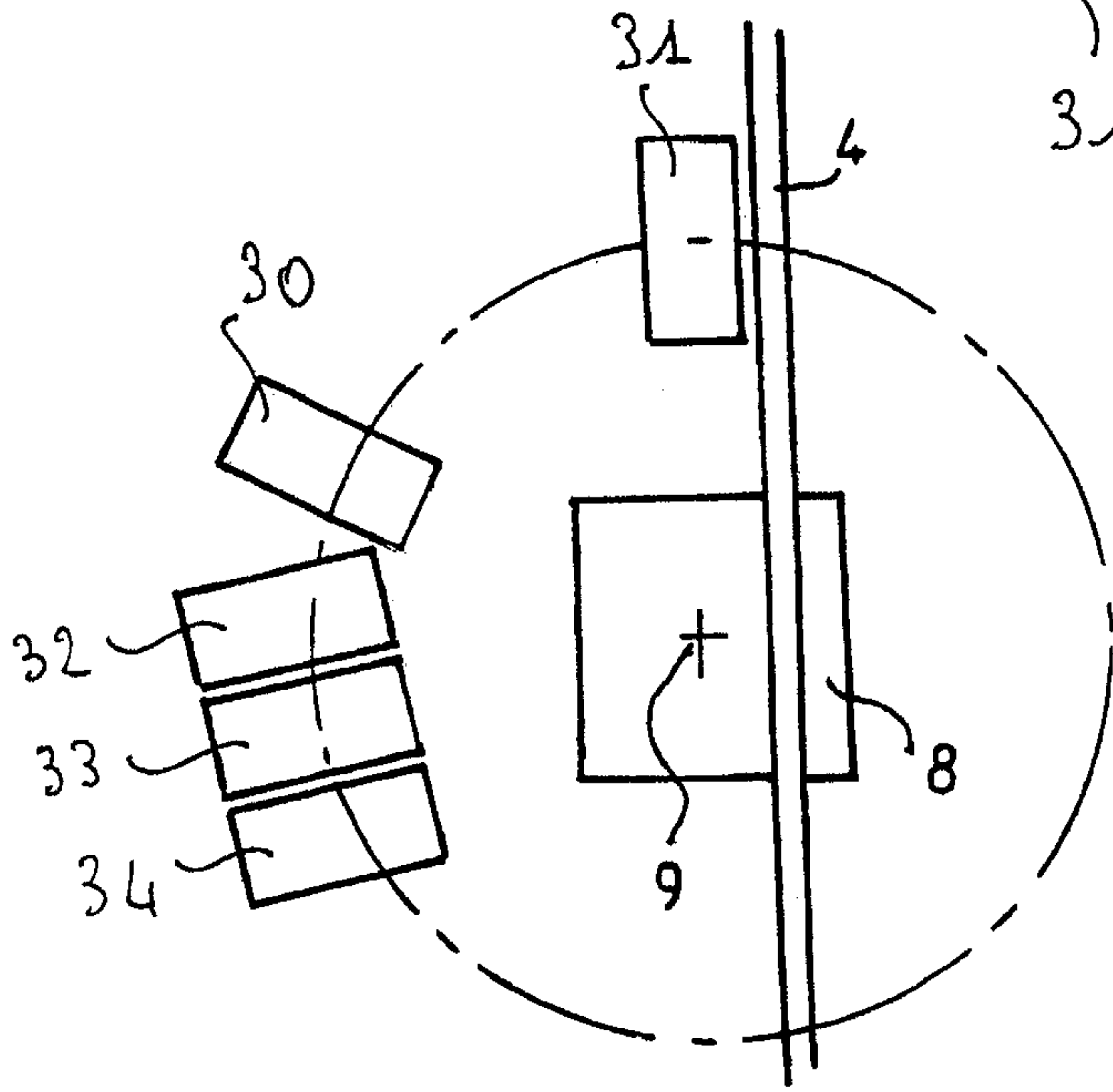


FIG. 3c

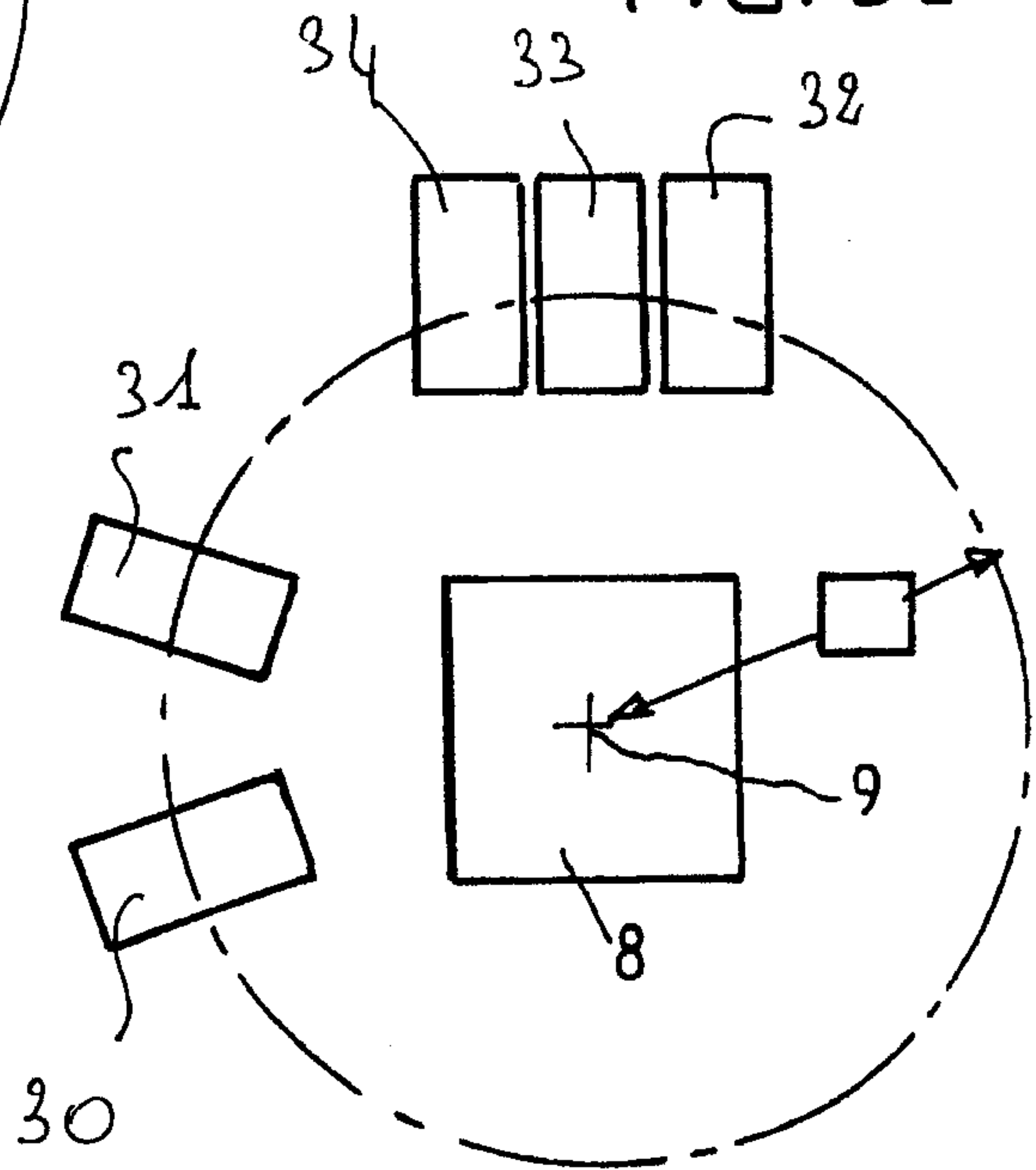
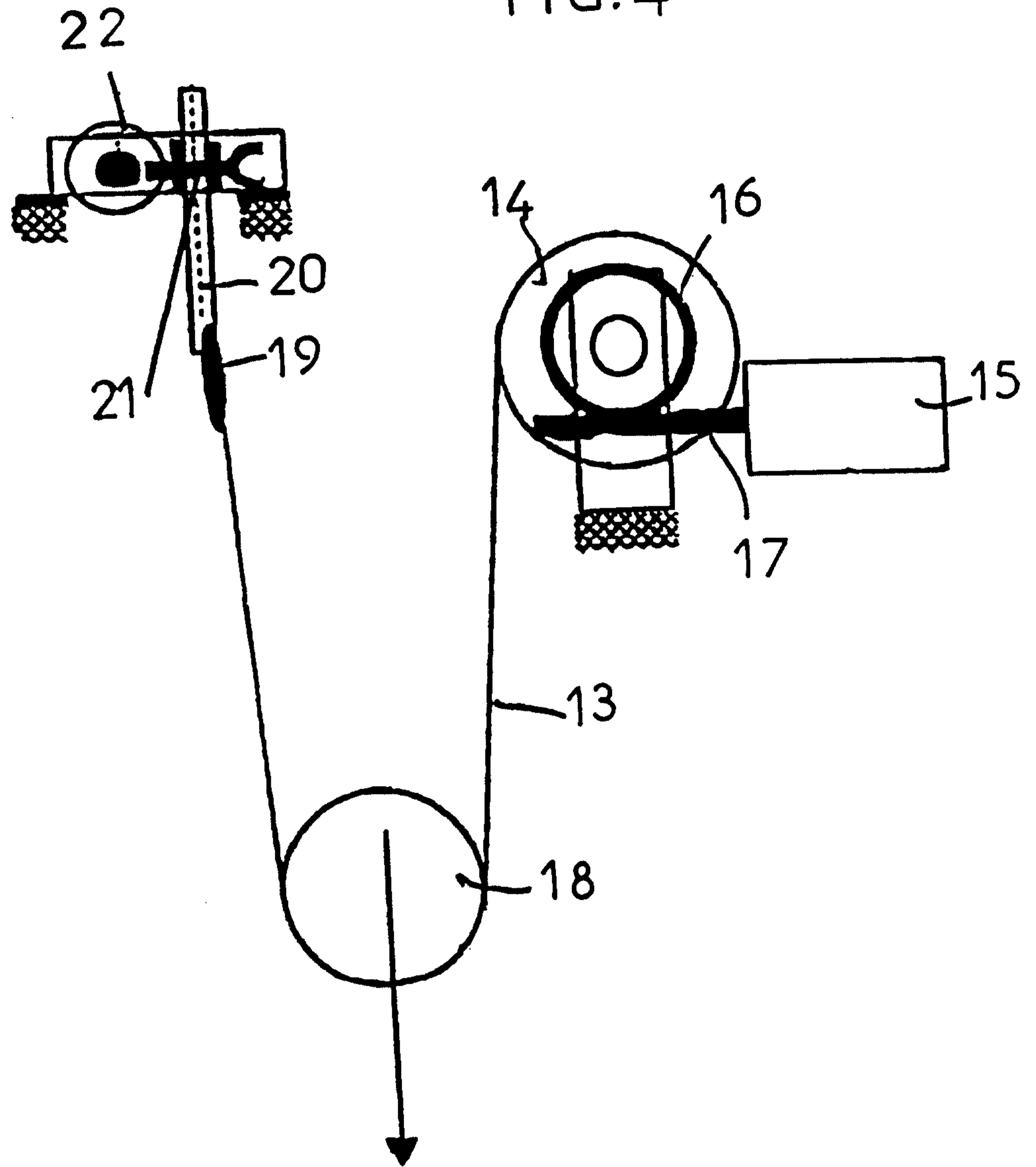


FIG. 4



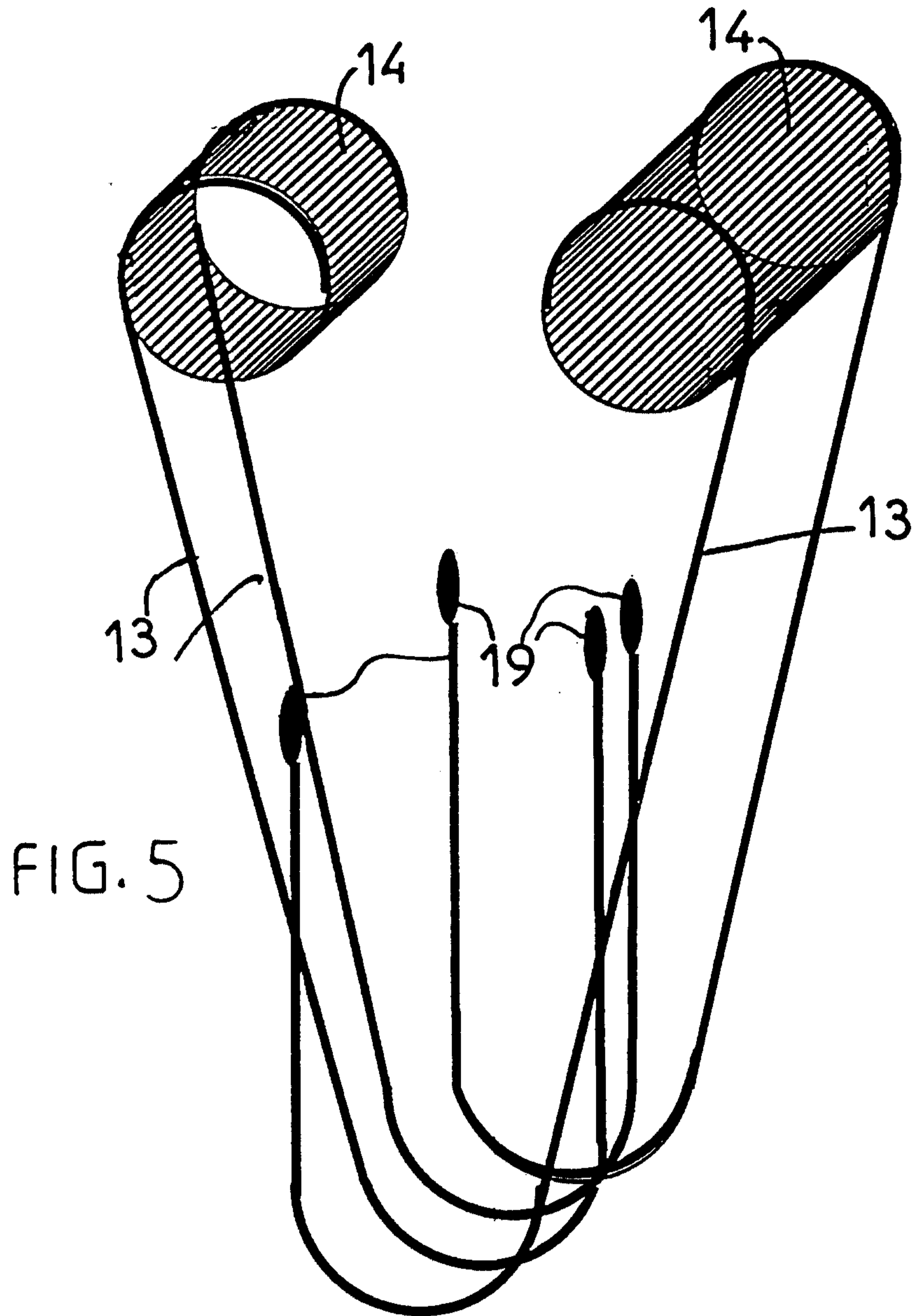


FIG. 6

