

(22) Date de dépôt: 30.09.2016

(71) Demandeur: **Forge Pat GmbH**  
**4153 Reinach (CH)**

(72) Inventeur: **BIERHALTER, Peter**  
**4310 RHEINFELDEN (CH)**

(74) Mandataire: **Lavoix**  
**62, rue de Bonnel**  
**69448 Lyon Cedex 03 (FR)**

Au moins un moto-réducteur électrique (172, 176, 178) est prévu pour entraîner le pignon (273, 275) de l'ensemble pignon-crémaillère. Le moto-réducteur électrique (172-178) est monté de façon fixe par rapport à l'un des châssis auxiliaires (46, 48). Un mécanisme à décharge fluide (M72, M74) est intercalé dans une chaîne cinématique de transmission d'effort entre la crémaillère (272, 274) et le rouleau déplacé par cette crémaillère. Le mécanisme à décharge fluide (M72, M74) comprend au moins une chambre de volume variable (C72, C74) alimentée en fluide sous pression (73) et dont le volume varie en fonction de la position relative du rouleau et de la crémaillère (272, 274).



## Description

**[0001]** L'invention a trait à un laminoir circulaire qui comprend deux paires de rouleaux destinées à façonner des faces radiales et des faces frontales d'une pièce annulaire.

**[0002]** Dans ce type de laminoir, il est connu que les rouleaux doivent être déplacés, en cours de fonctionnement du laminoir, pour adapter leur position aux dimensions de la pièce en cours de conformation. De façon classique, des vérins hydrauliques peuvent être utilisés pour déplacer les rouleaux. Ceci impose de disposer d'huile sous pression en quantité importante, au point qu'une centrale hydraulique relativement volumineuse doit être prévue à proximité du laminoir.

**[0003]** Pour pallier ce problème, il est connu de WO-A-2009/125102 d'utiliser, pour déplacer des rouleaux d'un laminoir circulaire, des ensembles pignons-crémaillères dont le pignon est entraîné en rotation par l'arbre de sortie d'un moto-réducteur électrique. Pour limiter les risques de casse en cas d'irrégularité de la surface avec laquelle interagit un rouleau, il est prévu de monter le moto-réducteur électrique sur un support, lui-même articulé autour de l'axe de rotation du pignon, par rapport à un châssis du laminoir. En outre, des moyens d'amortissement sont prévus pour amortir le pivotement du support. Le montage du moto-réducteur électrique sur un support articulé complexifie le laminoir, ce qui augmente son prix de revient et entraîne des opérations de maintenance supplémentaires.

**[0004]** C'est à ces inconvénients qu'entend plus particulièrement remédier l'invention en proposant un laminoir circulaire dans lequel les rouleaux peuvent être déplacés par un moto-réducteur électrique, sans qu'il soit nécessaire d'installer ce moto-réducteur électrique sur un support pivotant.

**[0005]** A cet effet, l'invention concerne un laminoir circulaire comprenant un châssis principal fixe, une paire de rouleaux cylindriques, respectivement interne et externe, destinés à façonner des faces radiales interne et externe d'une pièce annulaire et supportés par un premier châssis auxiliaire monté sur le châssis principal, et une paire de rouleaux coniques, respectivement supérieur et inférieur, destinés à façonner des faces frontales opposées de la pièce et supportés par un deuxième châssis auxiliaire monté sur le châssis principal. Il est prévu au moins un ensemble pignon-crémaillère de déplacement en translation d'un rouleau par rapport au châssis auxiliaire qui le supporte et au moins un moto-réducteur électrique d'entraînement du pignon de cet ensemble pignon-crémaillère. Conformément à l'invention, le moto-réducteur électrique est monté de façon fixe par rapport à l'un des châssis auxiliaires, alors qu'un mécanisme à décharge fluide est intercalé dans une chaîne cinématique de transmission d'effort entre la crémaillère et le rouleau déplacé par cette crémaillère. En outre, le mécanisme à décharge fluide comprend au moins une chambre de volume variable alimentée en fluide sous

pression et dont le volume varie en fonction de la position relative du rouleau et de la crémaillère.

**[0006]** Grâce à l'invention, le fait que le moto-réducteur électrique est monté de façon fixe par rapport au châssis principal ou secondaire simplifie la structure générale du laminoir. En fonctionnement normal, le mode de montage du moteur permet de constituer un point fixe, ce qui autorise un pilotage précis de l'ensemble pignon-crémaillère, donc de la position du rouleau associé. En cas d'irrégularité sur la surface façonnée par le rouleau, le mécanisme à décharge fluide permet d'absorber la surcharge transitoire transmise à la chaîne cinématique, sans que la crémaillère soit déplacée, donc sans risque d'endommager le moto-réducteur électrique.

**[0007]** Selon des aspects avantageux mais non obligatoires de l'invention, un tel laminoir peut incorporer une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises dans toute combinaison techniquement admissible :

- La chaîne cinématique comprend une barre de transmission au rouleau d'un mouvement de déplacement de la crémaillère selon un axe longitudinal de la barre et la chambre de volume variable est définie entre
  - d'une part la barre ou une pièce solidarisée à la barre ; et
  - d'autre part, la crémaillère ou une pièce rigidement fixée à la crémaillère.
- La chambre de volume variable est définie à l'intérieur de la barre.
- En variante, la chambre de volume variable est définie, selon l'axe longitudinal de la barre, entre la crémaillère et la barre.
- Le laminoir comprend un système d'alimentation de la chambre de volume variable en fluide sous une pression supérieure ou égale à 100 bars, de préférence supérieure ou égale à 200 bars, de préférence encore de l'ordre de 250 bars.
- La chaîne cinématique est configurée pour que, en cas d'irrégularité en saillie sur la surface d'une pièce annulaire façonnée par le rouleau, le déplacement induit par cette irrégularité sur la barre tend à chasser le fluide sous pression de la chambre de volume variable, par réduction de son volume.
- Le mécanisme à décharge fluide comprend un piston solidarisé à la crémaillère et dont une face définit la chambre de volume variable.
- Le piston est monté coulissant à l'intérieur de la barre, selon l'axe longitudinal de la barre.
- Le piston est solidarisé à la crémaillère par l'intermédiaire d'un support de crémaillère et d'une tige de liaison entre le support de crémaillère et le piston, le support de crémaillère et la tige de liaison étant également montés coulissants à l'intérieur de la barre, selon l'axe longitudinal de la barre.
- Le laminoir comprend des organes de guidage en

translation, selon l'axe longitudinal de la barre, du support de crémaillère et/ou de la tige de liaison, à l'intérieur de la barre, notamment des patins de guidage.

- La chambre de volume variable est définie entre la face du piston et un couvercle qui obture un volume interne de la barre, à l'opposé du rouleau.
- En variante, une partie de la barre est reçue de façon étanche dans une cavité interne définie par la crémaillère et la chambre de volume variable est formée par la portion de cette cavité non occupée par la barre.
- La chambre de volume variable est reliée au système d'alimentation en fluide sous pression par un conduit qui traverse la crémaillère.
- Chaque rouleau mobile en translation par rapport à un châssis secondaire est déplacé par un ensemble pignon-crémaillère entraîné par un moto-réducteur électrique monté de façon fixe par rapport à ce châssis, avec interposition d'un mécanisme à décharge fluide dans la chaîne cinématique de transmission d'effort entre chaque crémaillère et le rouleau entraîné par cette crémaillère.

**[0008]** Selon un autre aspect, l'invention concerne un procédé de contrôle de la position d'au moins un rouleau de façonnage d'une face d'une pièce à conformer au sein d'un laminoir circulaire qui comprend un châssis principal fixe, une paire de rouleaux, respectivement interne et externe, destinés à façonner des faces radiales interne et externe de cette pièce et supportés par un premier châssis auxiliaire monté sur le châssis principal, ainsi qu'une paire de rouleaux coniques, respectivement supérieur et inférieur, destinée à façonner des faces frontales opposées de la pièce et supportés par un second châssis auxiliaire monté sur le châssis principal, ce laminoir comprenant également au moins un ensemble pignon-crémaillère de déplacement d'un rouleau par rapport au châssis auxiliaire qui le supporte et au moins un moto-réducteur électrique d'entraînement du pignon de cet ensemble pignon-crémaillère. Conformément à l'invention, ce procédé comprend des étapes consistant à ;

- a) alimenter en fluide sous pression une chambre de volume variable intégrée à un mécanisme de décharge intercalé dans une chaîne cinématique de transmission d'effort entre la crémaillère et le rouleau déplacé par cette crémaillère, pour rigidifier cette chaîne cinématique en fonctionnement normal du laminoir, et
- b) évacuer une partie au moins du fluide sous pression de la chambre de volume variable, grâce à une variation dimensionnelle de la chaîne cinématique, en cas d'irrégularité sur la face de la pièce à conformer façonnée par le rouleau.

**[0009]** L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la

lumière de la description qui va suivre, d'un mode de réalisation d'un laminoir et d'un procédé de contrôle conformes à son principe, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un laminoir conforme à l'invention ;
- la figure 2 est une coupe longitudinale de principe du laminoir, selon le plan II à la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue à plus grande échelle du détail III à la figure 1 lorsque le laminoir est dans première configuration de fonctionnement normal ; pour la clarté du dessin, certaines plaques supports et un moto-réducteur sont omis sur cette figure 3 et certaines barres sont représentées partiellement arrachées ;
- la figure 4 est une vue à plus grande échelle du détail IV à la figure 3 ;
- la figure 5 est une vue de dessus correspondant au détail IV ;
- la figure 6 est une vue analogue à la figure 4 lorsque le laminoir est dans une deuxième configuration de fonctionnement, en cas d'irrégularité sur une surface radiale d'une pièce en cours de façonnage au sein du laminoir ;
- la figure 7 est une vue de dessus correspondant au détail de la figure 6 ;
- la figure 8 est une vue à plus grande échelle du détail VIII à la figure 1 dans laquelle une plaque de guidage est partiellement omise pour la clarté du dessin ;
- la figure 9 est une vue en élévation dans le sens de la flèche IX à la figure 8 lorsque le laminoir est dans une première configuration normale de fonctionnement ; pour la clarté du dessin, la plaque de guidage est totalement omise et
- la figure 10 est vue analogue à la figure 9 lorsque le laminoir est dans une troisième configuration de fonctionnement, en cas d'irrégularité sur une surface frontale d'une pièce en cours de conformation dans le laminoir.

**[0010]** Le laminoir 2 représenté sur les figures 1 à 10 comprend un châssis principal fixe 4 qui définit un axe longitudinal X2 du laminoir 2. Le châssis 2 supporte une cage radiale 6 qui est montée de façon fixe sur ce châssis, ainsi qu'une cage axiale 8 mobile par rapport au châssis 4, selon l'axe X2.

**[0011]** Un premier châssis auxiliaire 46 est monté de façon fixe sur le châssis principal 4 et constitue l'armature de la cage radiale 6. Un deuxième châssis auxiliaire 48 est monté sur le châssis principal 4 en étant mobile le long de l'axe X2 par rapport à ce châssis principal. Le châssis auxiliaire 48 constitue l'armature de la cage axiale 8.

**[0012]** On note P une pièce en cours de conformation dans le laminoir 2. Cette pièce est centrée sur un axe XP vertical et perpendiculaire à l'axe X2. On note respecti-

vement P2 et P4 des surfaces radiales interne et externe de la pièce P. De la même façon, on note P6 et P8 des surfaces frontales supérieure et inférieure de cette pièce P, lorsqu'elle est en place dans le laminoir 2.

**[0013]** Le châssis 46 de la cage radiale 6 supporte un rouleau principal cylindrique 62 monté rotatif autour d'un axe vertical Z62 et entraîné en rotation par un moteur électrique principal 64. Le rouleau principal 62 est monté dans la cage radiale 6 pour venir en appui contre la surface radiale externe P4 de la pièce P.

**[0014]** Le châssis 46 de la cage radiale 6 supporte également un rouleau secondaire cylindrique ou mandrin 66 monté rotatif autour d'un axe vertical Z66 parallèle à l'axe Z62. Le rouleau secondaire 66 est supporté par une traverse 68 qui est mobile, parallèlement à l'axe X2, par rapport au châssis secondaire 46 de la cage radiale 6. Pour ce faire, la traverse 68 est solidaire de deux barres 72 et 74 qui s'étendent chacune selon une direction parallèle à l'axe X2.

**[0015]** Les rouleaux 62 et 66 sont pleins et à section circulaire.

**[0016]** Par ailleurs, un plateau 70 est monté en-dessous de la traverse 68 et pourvu d'un logement 70A de réception de la partie inférieure du rouleau secondaire 66. Ce plateau 70 est également mobile par rapport au châssis auxiliaire 46 en étant supporté par deux barres 76 et 78.

**[0017]** On note respectivement X78, X74, X76 et X78 les axes longitudinaux des barres 74 à 78 qui sont parallèles à l'axe X2.

**[0018]** La cage radiale 6 comprend également deux bras de centrage de la pièce P, un seul de ces bras de centrage étant visible à la figure 1 avec la référence 65.

**[0019]** Un système de levage à crémaillères 77 et 79 permet de soulever la traverse 68 lors de la mise en place de la pièce P dans le laminoir 2, puis de l'abaisser pour introduire la partie inférieure du rouleau secondaire 66 dans le logement 70A du plateau 70.

**[0020]** Plusieurs moto-réducteurs électriques sont prévus dans la cage radiale 6, à savoir :

- deux moto-réducteurs électriques 172 et 174 d'entraînement des barres 72 et 74, selon leurs axes longitudinaux respectifs X72 et X74,
- deux moto-réducteurs électriques 176 et 178 d'entraînement des barres 76 et 78, selon leurs axes longitudinaux respectifs X76 et X78,
- deux moto-réducteurs électriques 163 et 165 d'entraînement en rotation des bras de centrage 65 et équivalent, autour d'axes verticaux Z63 et Z65.

**[0021]** Le moto-réducteur 172 comprend un moteur électrique 172A et un réducteur 172B. Les autres moto-réducteurs ont la même structure, avec chacun un moteur électrique associé à un réducteur.

**[0022]** A la figure 3, le moto-réducteur 174 est omis, pour permettre la visualisation de la barre 74 et du pignon 273 associé.

**[0023]** Les barres 72 à 78 permettent de transmettre au rouleau 66 un mouvement de déplacement, parallèle à l'axe X2 et à chacun des axes X72 à X78, généré par les moto-réducteurs 172 à 178.

**[0024]** Chacun des moto-réducteurs 172 à 178 est monté de façon fixe par rapport au châssis auxiliaire 46 de la cage radiale 6. Par exemple, le moto-réducteur 172 est supporté rigidement par une plaque 46A appartenant au châssis auxiliaire 46. De même, le moto-réducteur 174 est supporté rigidement par une plaque 46B appartenant au châssis auxiliaire 46. Les moto-réducteurs 176 et 178 sont supportés par des plaques 46C et 46D du châssis auxiliaire 46. Pour la clarté du dessin, les plaques 46A et 46B sont omises aux figures 3 à 7. On remarque à la figure 1 qu'elles supportent également les moto-réducteurs 163 et 165. Ceci n'est toutefois pas obligatoire.

**[0025]** En fonctionnement normal du laminoir 2, la pièce P est comprimée radialement entre les rouleaux 62 et 66 qui sont entraînés en rotation, autour des axes Z62 et Z66, de façon directe par le moteur 64, pour le rouleau 62, et indirecte à travers la pièce P, pour le rouleau 66.

**[0026]** Un ensemble pignon-crémaillère est utilisé pour transmettre un mouvement de chaque moto-réducteur 172 à 178 vers le rouleau secondaire ou mandrin 66, afin de contrôler la position de ce rouleau en translation selon l'axe X2.

**[0027]** Ainsi, un pignon 273 est monté sur l'arbre de sortie du réducteur 172B. Ce pignon 273 coopère avec une crémaillère 272 montée sur la barre 72.

**[0028]** Le montage de la crémaillère 272 sur la barre 72 est rigide en configuration normale d'utilisation du laminoir 2. Ce montage comprend toutefois un degré de liberté, qui peut être mis en oeuvre en cas d'irrégularité sur la surface P2 de la pièce P, dans un sens où un relief en saillie présent sur cette surface P2 tend à déplacer le rouleau secondaire ou mandrin 66 en direction de l'axe XP. De même, un degré de liberté est mis en oeuvre dans le montage de la crémaillère 272 sur la barre 72 lorsqu'une irrégularité résulte d'un relief en saillie sur la surface P4 qui tend à repousser la pièce P et le rouleau secondaire 66 en direction de l'axe XP, par réaction contre le rouleau principal 62 dont l'axe Z62 est fixe par rapport au châssis auxiliaire 46.

**[0029]** Pour ce faire, et comme visible aux figures 3 à 7, un mécanisme à décharge fluide M72 est intégré dans la barre 72 et permet d'autoriser un déplacement relatif, selon l'axe X72, entre le rouleau 62 et la crémaillère 272, plus précisément entre la crémaillère 272 et la barre 72 qui est rigidement fixée au rouleau 66, le long de l'axe X2, par l'intermédiaire de la traverse 68.

**[0030]** A la figure 3, les capots 46A et 46B sont omis et les barres 72 et 74 sont représentées à moitié arrachées selon un plan horizontal. Ceci permet de visualiser le mécanisme M72 et le mécanisme équivalent M74 associé à la barre 74.

**[0031]** Le mécanisme M72 comprend un support 720 rigidement lié à la crémaillère 272, par exemple par des vis non représentées. Ce support 720 est reçu dans un

logement 722 ménagé à l'intérieur de la barre 72, avec une longueur axiale L722, mesurée parallèlement à l'axe X72, qui est supérieure à la longueur axiale L720 du support 720, également mesurée parallèlement à cet axe. Ainsi, le support 720 peut coulisser à l'intérieur du logement 722, parallèlement à l'axe X72. Le mécanisme M72 comprend également un piston 724 qui est disposé dans un logement terminal 726 ménagé au niveau de l'extrémité 72A de la barre 72 qui est opposée à la traverse 68, donc au rouleau secondaire 66. Le logement terminal 726 est obturé par un couvercle 728 rigidement fixé à la barre 72.

**[0032]** Le mécanisme M72 comprend également une tige 723 de liaison entre le support 720 et le piston 724. La tige 723, qui est par exemple en appui simple contre le support 720 et le piston 724, est disposée dans un canal central et longitudinal 725 de la tige 72 qui relie entre eux les logements 722 et 726. La compression de la tige 723 entre le support 720 et le piston 724 permet de créer entre les pièces 720, 723 et 724 une liaison rigide en translation parallèle à l'axe X72 lorsque le support déplace le piston vers la droite à la figure 5 ou lorsque le piston déplace le support vers la gauche sur cette figure.

**[0033]** Les pièces 72, 272, 720, 723 et 724 sont réalisées en métal, par exemple en acier. Des patins de guidage 727, par exemple en bronze, sont prévus sur le support 720 pour le guider à l'intérieur du logement 722 et faciliter son coulisement. De la même façon, des bagues de guidage 729, par exemple en cuivre, sont prévues autour de la tige 723, à l'intérieur du canal 725. En variante, seuls les patins 727 ou les patins 729 sont prévus.

**[0034]** Le piston 724 est équipé de joints d'étanchéité 724A qui lui permettent d'isoler une partie du logement terminale 726, située entre sa face 724B tournée vers le couvercle 728 et ce couvercle, du canal 725. Ainsi, une chambre C72 de volume variable est définie dans le logement terminal 726, entre la face 724B du piston 724 et le couvercle 728.

**[0035]** Cette chambre de volume variable C72 est alimentée en huile sous pression à travers un orifice 728A du couvercle 728 et un conduit 732 qui appartient à un système 73 d'alimentation de la chambre C72 en huile sous pression, avec une pression supérieure à 100 bars. En pratique, la pression délivrée par le système 73 est choisie supérieure à 200 bars, de préférence de l'ordre de 250 bars. Le système 73 peut comprendre, comme cela est représenté schématiquement aux figures 3, 5 et 7, une pompe 734 qui délivre l'huile à la pression de consigne, en la puisant dans un bac 736, alors qu'un clapet anti-retour taré 738 relie le conduit 732 au bac 736. Un autre clapet anti-retour 739, monté en sens inverse du clapet anti-retour 738, à la sortie de la pompe 732, évite que de l'huile circule à travers la pompe, en sens inverse, c'est-à-dire de sa sortie vers son entrée.

**[0036]** Ainsi, le système 73 permet de délivrer à l'intérieur de la chambre C72 de l'huile à une pression égale

à la pression de sortie de la pompe 734. Le clapet 738 est, de préférence, taré de telle sorte que, si la pression dans la chambre C72 et dans le conduit 732 dépasse la pression de sortie de la pompe 734, l'huile présente dans le conduit 732 est renvoyée vers le bac 736, à travers ce clapet.

**[0037]** Le système 73 est un système connu dans le domaine hydraulique. Compte tenu du volume d'huile qu'il contient, de l'ordre d'un ou deux litres, il est beaucoup plus facile à mettre en oeuvre et beaucoup moins onéreux que les centrales utilisées classiquement dans les laminoirs pour alimenter des vérins prévus pour déplacer les rouleaux de conformation.

**[0038]** Le mécanisme à décharge M72 comprend la barre 72 ainsi que les pièces et volumes 720 à 729.

**[0039]** Par défaut, la pression de l'huile présente dans la chambre C72, de l'ordre de 250 bars, est suffisante pour rigidifier la liaison cinématique entre la crémaillère 272 et la barre 72, donc entre la crémaillère 272 et le rouleau secondaire 66, en fonctionnement normal du laminoir 2.

**[0040]** Les barres 74, 76 et 78 sont également reliées aux moteurs 174, 176 et 178 par des chaînes cinématiques qui incluent chacune un mécanisme à décharge fluide du type du mécanisme M72, le mécanisme M74 utilisé pour la barre 74 étant visible à la figure 3, alors que les mécanismes correspondants M76 et M78 utilisés pour les barres 76 et 78 sont masqués par les plaques 46C et 46D. Le mécanisme à décharge M74 est inséré entre, d'une part, un ensemble comprenant un pignon 275 et une crémaillère 274 et, d'autre part, la traverse 68, par l'intermédiaire de la barre 74. Les mécanismes M76 et M78 sont insérés entre, d'une part, les ensembles pignons-crémaillères montés en pied des moto-réducteurs 176 et 178 et, d'autre part, le plateau 70.

**[0041]** Par défaut, le laminoir est dans la configuration des figures 3 à 5.

**[0042]** A la figure 3, un seul système d'alimentation 73 est représenté. En pratique, on peut prévoir un tel système pour alimenter le mécanisme à décharge M72, M74 ou équivalent associé à chaque barre 74 à 78, ou un système commun à certains ou à tous ces mécanismes.

**[0043]** En cas de relief en saillie sur l'une des surfaces radiales P2 ou P4 de la pièce P, le rouleau secondaire 66 est déplacé temporairement vers l'axe XP, ce qui entraîne le déplacement de la traverse 68 et du plateau 70 dans le même sens, vers la gauche à la figure 2.

**[0044]** Ce déplacement est transmis aux barres 72 à 78 qui sont rigidement liées aux pièces 68 et 70.

**[0045]** Dans ce qui suit, on considère ce qui se passe au niveau de la barre 72, étant entendu que le fonctionnement est le même au niveau des barres 74 à 78.

**[0046]** Sous l'effet du déplacement temporaire de la traverse 68, la barre 72 est déplacée brutalement en direction de la cage axiale 8, dans le sens de la flèche F1 à la figure 7. Il convient d'éviter que ce mouvement ne soit transmis au moto-réducteur 172, pour limiter les risques de casse et l'usure prématurée de ce matériel. Ce

déplacement de la barre 72 est transmis au couvercle 728, ce qui a pour effet d'augmenter la pression d'huile à l'intérieur de la chambre de volume variable C72. Cette augmentation de pression se traduit par l'éjection de l'huile de la chambre C72 vers le système d'alimentation 73, à travers l'orifice 728A. Dans ce cas, la pression de l'huile sortant de la chambre C72 est supérieure à la pression de sortie de la pompe 734 et l'huile, bloquée par le clapet anti-retour 739, s'écoule en retour vers le bac 736, à travers le clapet 738, comme représenté par la flèche F2 à la figure 7.

**[0047]** En d'autres termes, du fait du mouvement de la barre 72 dans le sens de la flèche F1, le piston 724 qui est rigidement fixé à la crémaillère 272 à travers la tige 723 et le support 720, se déplace à l'intérieur du logement 726 dans un sens de réduction du volume de la chambre C72. Ceci permet que, dans le référentiel du châssis secondaire 46, le piston 724, la tige 723, le support 720 et la crémaillère 272 demeurent fixes, alors que la barre 72 se déplace dans le sens de la flèche F1. En d'autres termes, le mécanisme de décharge M72 permet un déplacement relatif de la crémaillère 272 et de la barre 72, ce qui évite de transmettre au pignon 273 et, à travers lui, au moto-réducteur 172 une accélération violente susceptible d'endommager le moteur 172A et/ou le réducteur 172B. Le mécanisme de décharge M72 constitue donc un mécanisme de protection du moteur électrique 172A, du réducteur 172B et de l'ensemble pignon-crémaillère 272-273 à l'encontre d'accélération violentes pouvant résulter d'irrégularités de surface de la pièce P en cours de conformation dans le laminoir 2.

**[0048]** La comparaison des figures 5 et 7 permet de remarquer que, même si la barre 71 s'est déplacée vers la gauche, dans le sens de la flèche F1, la crémaillère 272 et le pignon 273 ont conservé leurs positions, du fait de la réduction du volume de la chambre C72.

**[0049]** La cage axiale 8 comprend deux rouleaux coniques 82 et 84 destinés à agir respectivement sur la surface frontale supérieure P6 et sur la surface frontale inférieure P8 de la pièce P.

**[0050]** Les rouleaux coniques 82 et 84 sont chacun entraînés en rotation par un moteur électrique 86 ou 88 et supportés par le châssis auxiliaire 48.

**[0051]** Le rouleau 82 est supporté par une platine 90 qui est mobile verticalement, le long d'un axe Z90 parallèle aux axes Z62 et Z66, par rapport au châssis secondaire 48.

**[0052]** Pour ce faire, la platine 90 est rigidement fixée à un sabot 91, lui-même attelé à l'extrémité inférieure 92A d'une barre ou colonne 92. Comme les barres 72 à 78, la barre 92 permet de transmettre au rouleau 82 un mouvement de déplacement en translation selon son axe longitudinal X92 confondu avec l'axe Z90.

**[0053]** Le déplacement de la barre 92 selon l'axe Z90 est contrôlé par une crémaillère à double denture 292, elle-même pilotée par deux moto-réducteurs 192 et 194 montés fixes sur le châssis 48. Des pignons 293 et 295 sont respectivement montés sur les arbres de sortie des

moto-réducteurs 192 et 194 et engrènent simultanément avec les deux dentures prévues, de part et d'autre de l'axe Z90, sur la crémaillère 292.

**[0054]** La crémaillère est guidée en translation selon l'axe Z90 par des rails formés dans des plaques de guidage 197 et 199, la plaque 199 étant partiellement arrachée à la figure 8 et complètement retirée aux figures 9 et 10, pour la clarté des dessins. Les plaques 197 et 199 font partie du châssis auxiliaire 48. Les moto-réducteurs 192 et 194 sont rapportés sur le châssis 48 à travers la plaque 197.

**[0055]** L'extrémité supérieure de la barre 92 forme un piston 924 qui est engagé, de façon étanche grâce à un joint 924A, dans un logement creux 926 ménagé en partie basse de la crémaillère 292, au centre de celle-ci. Ceci constitue une chambre C92 de volume variable définie entre la surface supérieure 924B du piston 924 et le fond 926B du logement 926. Un conduit 291 traverse la crémaillère 292 sur toute sa hauteur, à partir du logement 926, ce qui permet de relier la chambre C92 à un système 93 d'alimentation de cette chambre en huile sous pression. Le système 93 comprend un conduit 932, une pompe 934, un bac de récupération 936, un clapet anti-retour taré 938 et un clapet anti-retour 739.

**[0056]** En pratique, le système d'alimentation 93 peut être identique ou non au système d'alimentation 73. Ces systèmes peuvent être confondus.

**[0057]** En fonctionnement normal du laminoir 2 représenté aux figures 8 et 9, la pression dans la chambre C92 est suffisante pour que la liaison cinématique entre la crémaillère 292 et le rouleau conique supérieur 82 soient rigide, ce qui permet de piloter de façon précise la hauteur de ce rouleau.

**[0058]** En cas d'irrégularité en saillie sur la surface frontale supérieure P6 ou sur la surface frontale inférieure, le rouleau 82 est déplacé vers le haut, dans le sens de la flèche F3 à la figure 10, ce qui se traduit par une translation verticale vers le haut de la platine 90, du sabot 91 et de la barre 92. Ceci a pour effet de chasser l'huile présente dans la chambre C92 vers le système 93, donc vers le bac 936 à travers le clapet 938, comme expliqué ci-dessus au sujet de la barre 72 et du système d'alimentation 73, ce que représente la flèche F4.

**[0059]** Le fonctionnement est ici comparable à celui mentionné précédemment au sujet du mécanisme à décharge M72. Il est donc formé dans la cage axiale 8 un mécanisme à décharge M92 qui permet de piloter précisément la hauteur du rouleau conique 82 par rapport au châssis auxiliaire 48, en fonctionnement normal du laminoir 2 et d'accommoder une éventuelle irrégularité de surface sur l'une des surfaces frontales P6 ou P8, sans risquer d'endommager les moto-réducteurs 192 et 194, alors que ceux-ci sont montés de façon rigide par rapport au châssis secondaire 48.

**[0060]** En variante, les systèmes 73 et 93 peuvent être remplacés par d'autres systèmes d'alimentation des chambres de volume variable C72, C74, C92, ... en huile sous pression à une pression donnée. On peut notam-

ment utiliser un réservoir accumulateur chargé en huile à la pression souhaitée et associé à une soupape de décharge tarée, ou une chambre de gavage. Dans le cas d'une chambre de gavage, la tige 273 est rigidement liée au support 720 et au piston 724, ce qui permet d'aspirer de l'huile dans la chambre de gavage, à la façon d'une seringue, avant de mettre la chambre de volume variable C72 ou équivalente sous une pression de l'ordre de 250 bars en repoussant le piston 724, après avoir coupé la communication entre cette chambre et la chambre de gavage..

**[0061]** Dans l'exemple décrit ci-dessus, l'invention est mise en oeuvre pour contrôler le déplacement, en translation vis-à-vis des châssis 46 et 48, des rouleaux 66 et 82. En variante, elle peut être utilisée pour un seul de ces rouleaux.

**[0062]** Selon une variante non représentée de l'invention, les barres 72 et 74, d'une part, et les barres 76 et 78, d'autre part, peuvent être reliées entre elles par des traverses arrière disposées à l'opposé de la traverse 68 et du plateau 70. Dans ce cas, un ensemble pignon-crémaillère entraîné par un ou plusieurs moto-réducteurs peut être prévu pour contrôler le déplacement de chaque traverse arrière selon l'axe X2. La structure de l'ensemble pignon-crémaillère montée sur le châssis auxiliaire 46 peut être inspirée de celle représentée aux figures pour la cage axiale 8, avec un équivalent de la barre 92 qui est disposé horizontalement et qui attaque chaque traverse arrière, dans un sens d'écartement par rapport à l'axe Z62 du rouleau principal 62.

**[0063]** Selon une autre variante, un seul ensemble pignon-crémaillère est utilisé pour déplacer les deux traverses arrière et, à travers elles, les quatre colonnes. Selon encore une autre variante, une unique traverse relie les quatre barres 72 à 78.

**[0064]** Le nombre de barres de traction utilisées pour contrôler la translation du rouleau 66 le long de l'axe X2 peut être différent de quatre.

**[0065]** Le mode de réalisation et les variantes envisagées ci-dessus peuvent être combinés pour générer de nouveaux modes de réalisation de l'invention.

## Revendications

### 1. Laminoir (2) circulaire comprenant

- un châssis principal fixe (4) ;
- une paire de rouleaux cylindriques (62, 66), respectivement interne et externe, destinés à façonner des faces radiales (P2, P4) interne et externe d'une pièce annulaire (P) et supportés par un premier châssis auxiliaire (46) monté sur le châssis principal ;
- une paire de rouleaux coniques (82, 84), respectivement supérieur et inférieur, destinés à façonner des faces frontales opposées (P6, P8) de la pièce et supportés par un deuxième châs-

sis auxiliaire (48) monté sur le châssis principal ;  
 - au moins un ensemble pignon-crémaillère (272-273, 274-275, 292-293-295) de déplacement en translation d'un rouleau (68, 82) par rapport au châssis auxiliaire qui le supporte ; et  
 - au moins un moto-réducteur électrique (172-178, 192, 194) d'entraînement du pignon (273, 275, 293, 295) de l'ensemble pignon-crémaillère

### caractérisé en ce que :

- le moto-réducteur électrique (172-178, 192, 194) est monté de façon fixe par rapport à l'un des châssis auxiliaires (46, 48) ;
- un mécanisme à décharge fluidique (M72, M74, M76, M78, M92) est intercalé dans une chaîne cinématique de transmission d'effort entre la crémaillère (272, 274, 292) et le rouleau (66, 82) déplacé par cette crémaillère ;
- le mécanisme à décharge fluidique comprend au moins une chambre de volume variable (C72, C74, C92) alimentée en fluide sous pression et dont le volume varie en fonction de la position relative du rouleau (66, 82) et de la crémaillère (272, 274, 292).

### 2. Laminoir selon la revendication 1, caractérisé en ce que la chaîne cinématique comprend une barre (72-78, 92) de transmission au rouleau (66, 82) d'un mouvement de déplacement de la crémaillère (272, 274, 292) selon son axe longitudinal (X72-X78, X92) de cette barre et en ce que la chambre de volume variable (C72, C74, C92) est définie entre

- d'une part, la barre (92) ou une pièce (728) solidarisée à la barre (72) ; et
- d'autre part, la crémaillère (292) ou une pièce (724) rigidement fixée à la crémaillère (272).

### 3. Laminoir selon la revendication 2, caractérisé en ce que la chambre de volume variable (C72, C74) est définie à l'intérieur de la barre (72-78).

### 4. Laminoir selon la revendication 2, caractérisé en ce que la chambre de volume variable (C92) est définie, selon l'axe longitudinal (X92) de la barre (92), entre la crémaillère (292) et la barre.

### 5. Laminoir selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un système (73, 93) d'alimentation de la chambre de volume variable (C72, C74, C92) en fluide sous une pression supérieure ou égale à 100 bars, de préférence supérieure ou égale à 200 bars, de préférence encore de l'ordre de 250 bars.

### 6. Laminoir selon l'une des revendications précéden-

- tes, **caractérisé en ce que** la chaîne cinématique est configurée pour que, en cas d'irrégularité en saillie sur la surface (P2, P4, P6, P8) d'une pièce annulaire (P) façonnée par le rouleau (66, 82), le déplacement (F1, F3) induit par cette irrégularité sur la barre (72-78, 92) tend à chasser (F2, F4) le fluide sous pression de la chambre de volume variable (C72, C74, C92), par réduction de son volume.
7. Laminoir selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le mécanisme à décharge fluide (M72, M74, M76, M78) comprend un piston (724) solidarisé à la crémaillère (272) et dont une face (724B) définit la chambre de volume variable (C72, C74).
8. Laminoir selon la revendication 2 et la revendication 7, **caractérisé en ce que** le piston (724) est monté coulissant à l'intérieur de la barre (72), selon l'axe longitudinal (X72) de la barre.
9. Laminoir selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le piston (724) est solidarisé à la crémaillère (272) par l'intermédiaire d'un support de crémaillère (720) et d'une tige (723) de liaison entre le support de crémaillère et le piston, le support de crémaillère et la tige de liaison étant également montés coulissants à l'intérieur de la barre (72), selon l'axe longitudinal (X72) de la barre.
10. Laminoir selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'il** comprend des organes (727, 729) de guidage en translation, selon l'axe longitudinal de la barre (X72), du support de crémaillère (720) et/ou de la tige de liaison (723), à l'intérieur de la barre, notamment des patins de guidage.
11. Laminoir selon l'une des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce que** la chambre de volume variable (C72, C74) est définie entre la face (724B) du piston (724) et un couvercle (728) qui obture un volume interne (726) de la barre, à l'opposé du rouleau (66).
12. Laminoir selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'une** partie (924) de la barre (92) est reçue de façon étanche dans une cavité interne (926) définie par la crémaillère (292) et **en ce que** la chambre de volume variable (C92) est formée par la portion de cette cavité non occupée par la barre.
13. Laminoir selon la revendication 5 et la revendication 12, **caractérisé en ce que** la chambre de volume variable (C92) est reliée au système d'alimentation (93) en fluide sous pression par un conduit (291) qui traverse la crémaillère (292).
14. Laminoir selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque rouleau (66, 82) mobile en translation par rapport à un châssis secondaire (46, 48) est déplacé par un ensemble pignon-crémaillère (272-273, 274-275, 292-293-295) entraîné par un moto-réducteur électrique (172-178, 192, 194) monté de façon fixe par rapport à ce châssis, avec interposition d'un mécanisme à décharge fluide (M72, M74, M76, M78, M92) dans la chaîne cinématique de transmission d'effort entre chaque crémaillère (272, 274, 292) et le rouleau (66, 82) entraîné par cette crémaillère.
15. Procédé de contrôle de la position d'au moins un rouleau (66, 82) de façonnage d'une face (P2-P8) d'une pièce (P) à conformer au sein d'un laminoir circulaire (2) qui comprend :
- un châssis principal fixe (4) ;
  - une paire de rouleaux (62, 66), respectivement interne et externe, destinés à façonner des faces radiales (P2, P4) interne et externe de la pièce et supportés par un premier châssis auxiliaire (46) monté sur le châssis principal ;
  - une paire de rouleaux coniques (82, 84), respectivement supérieur et inférieur, destinés à façonner des faces frontales (P6, P8) opposées de la pièce et supportés par un deuxième châssis auxiliaire (48) monté sur le châssis auxiliaire qui le supporte ;
  - au moins un ensemble pignon-crémaillère (272-273, 274-275, 292-293-295) de déplacement d'un rouleau (66, 82) par rapport au châssis principal ; et
  - au moins un moto-réducteur électrique (172-178, 192, 194) d'entraînement du pignon (273, 275, 293, 295) de l'ensemble pignon-crémaillère,
- ce procédé étant **caractérisé en ce qu'il** comprend des étapes consistant à :
- a) alimenter en fluide sous pression une chambre de volume variable (C72, C74, C92) intégrée à un mécanisme de décharge (M72, M74, M76, M78, M92) intercalé dans une chaîne cinématique de transmission d'effort entre la crémaillère (272, 274, 292) et le rouleau (66, 82) déplacé par cette crémaillère, pour rigidifier cette chaîne cinématique en fonctionnement normal du laminoir (2), et
  - b) évacuer (F2, F4) une partie au moins du fluide sous pression de la chambre de volume variable (C72, C74, C92), grâce à une variation dimensionnelle de la chaîne cinématique, en cas d'irrégularité sur la face (P2-P8) de la pièce (P) façonnée par le rouleau.

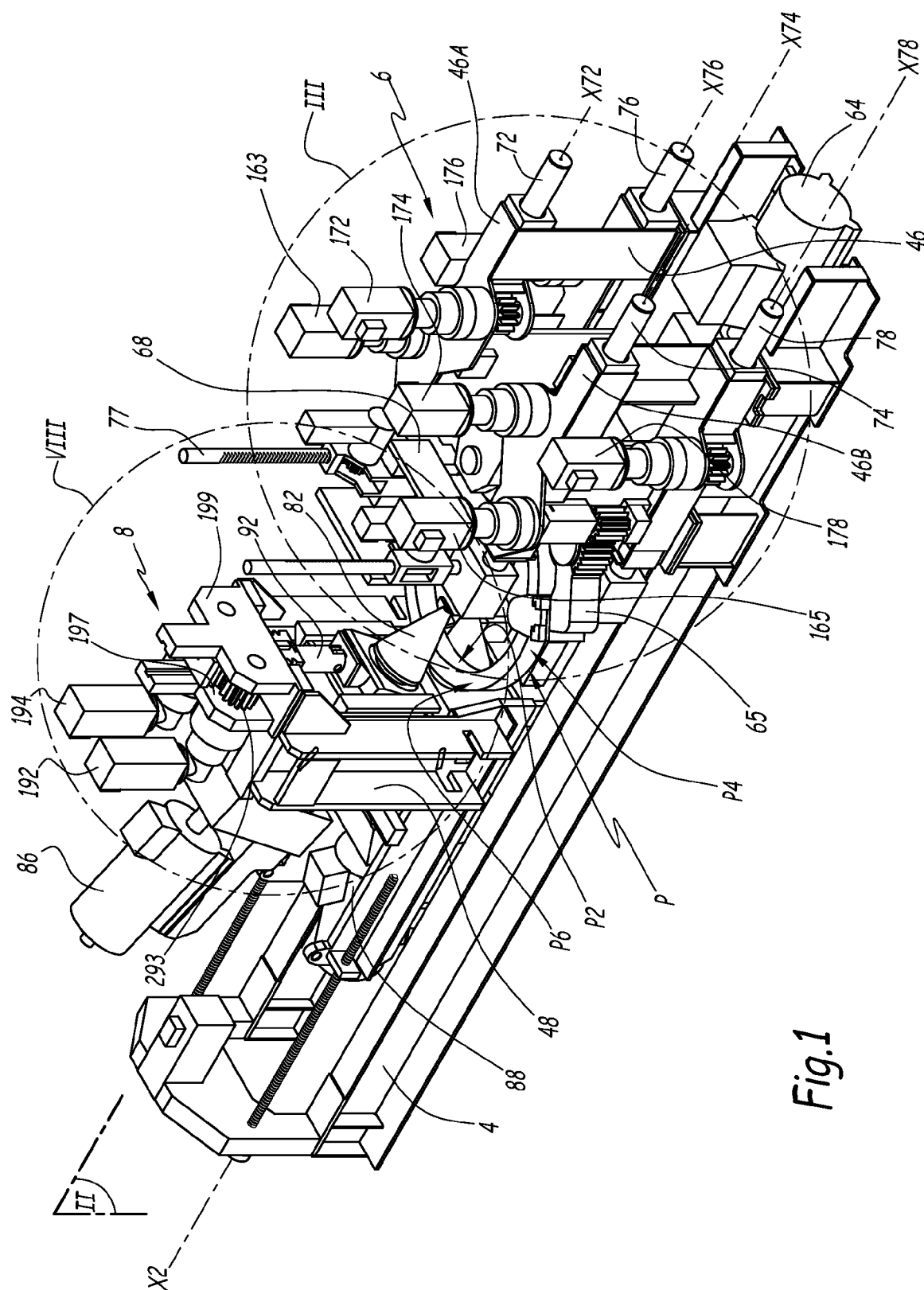


Fig. 1

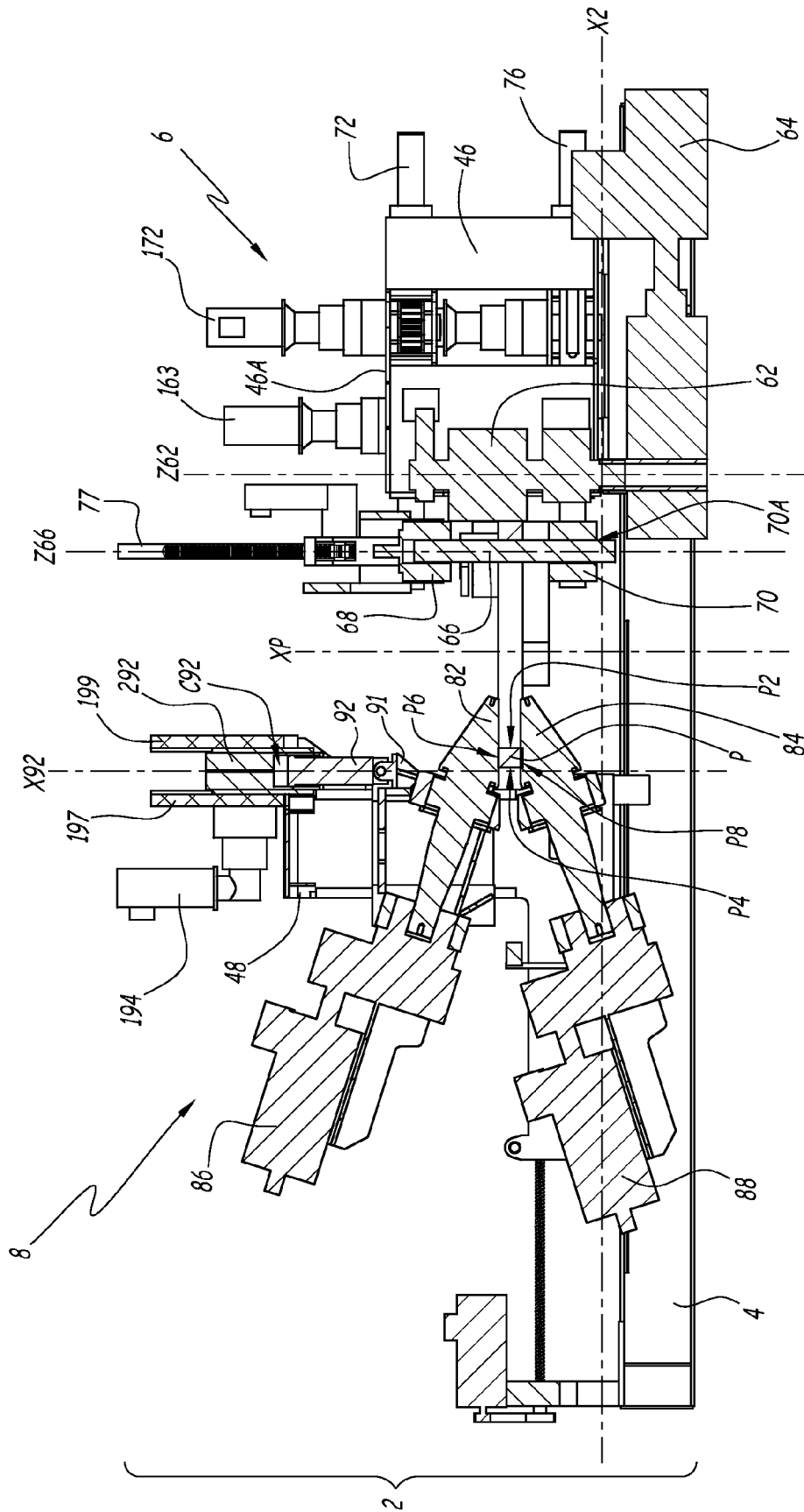
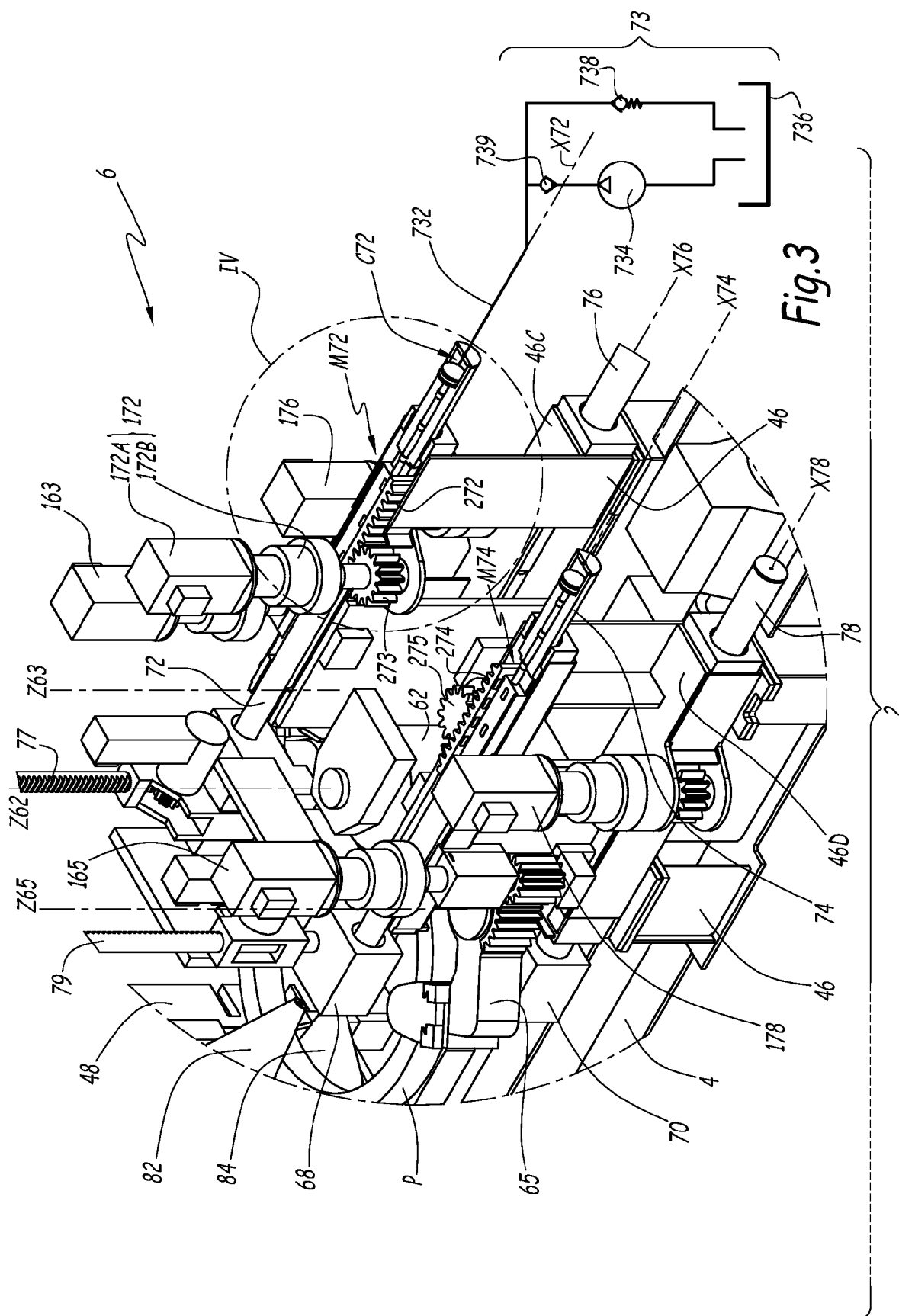
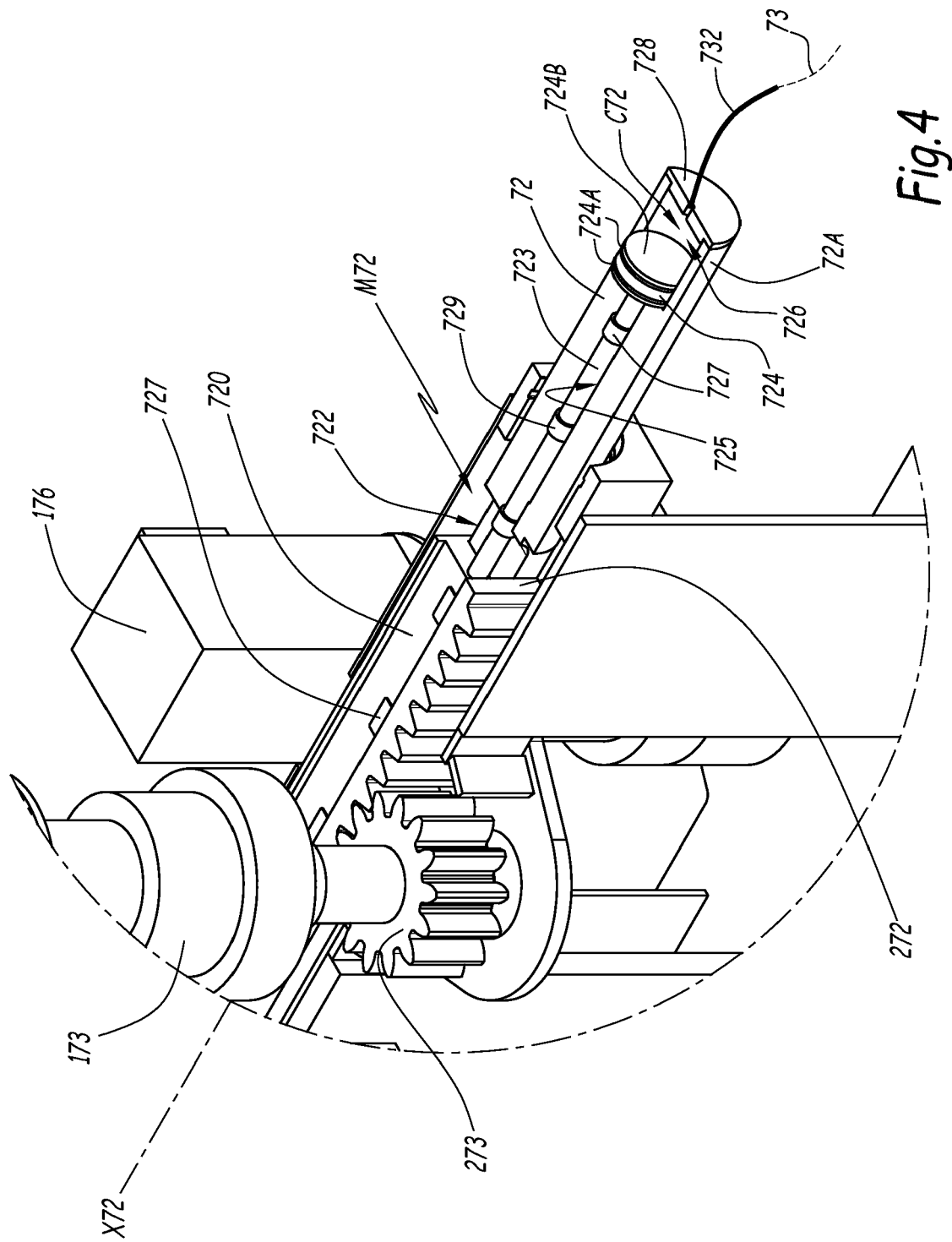


Fig. 2





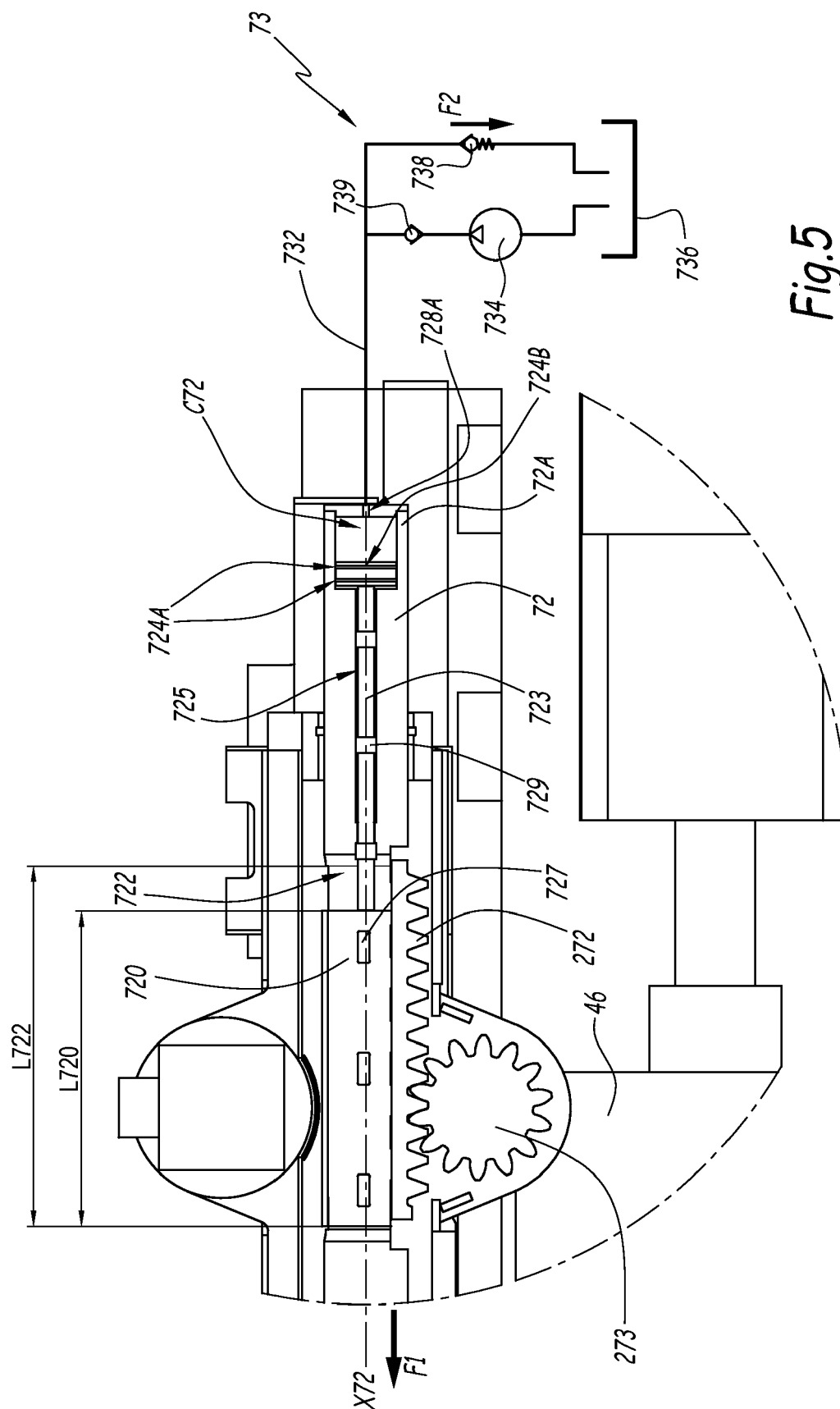


Fig. 5

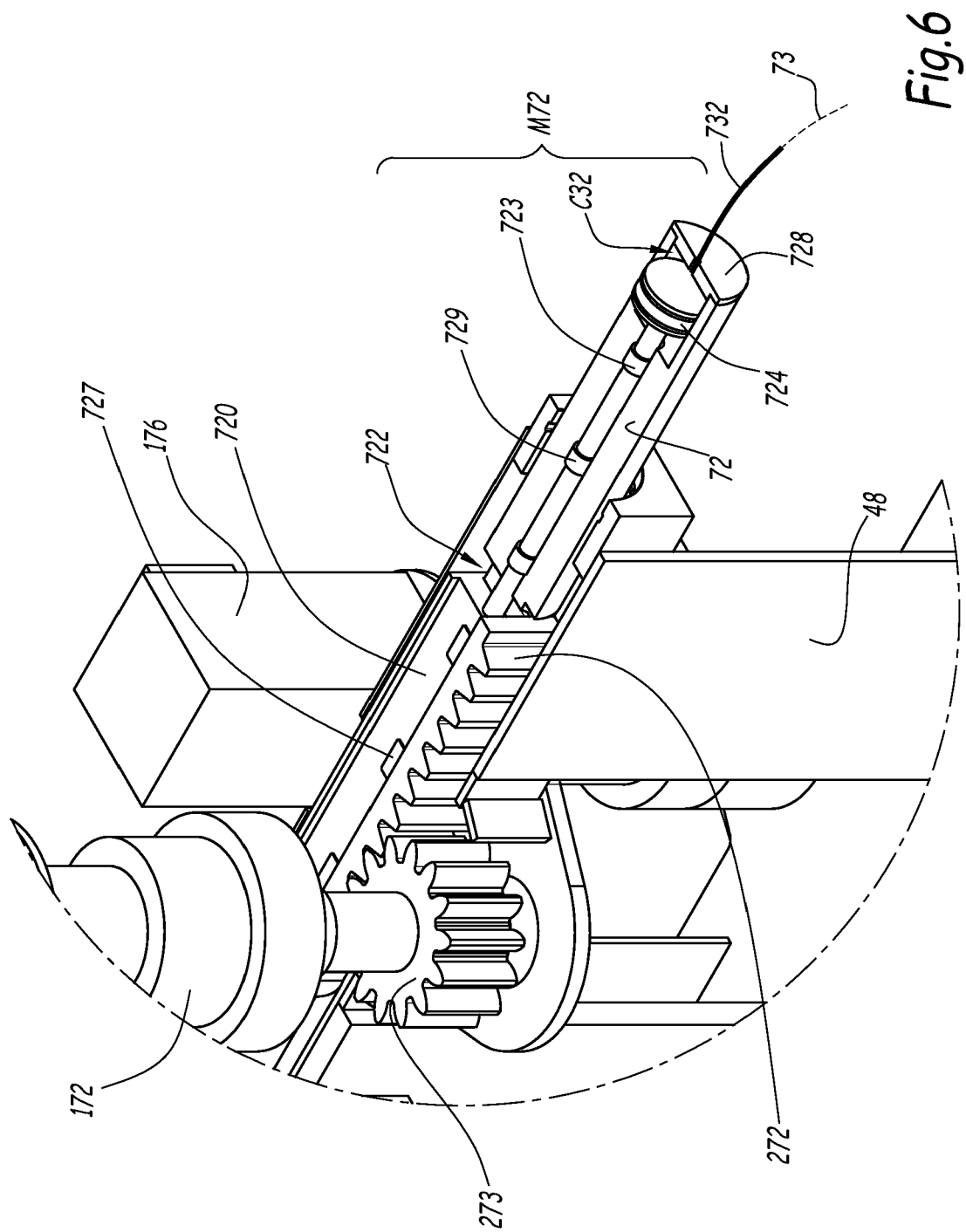


Fig. 6

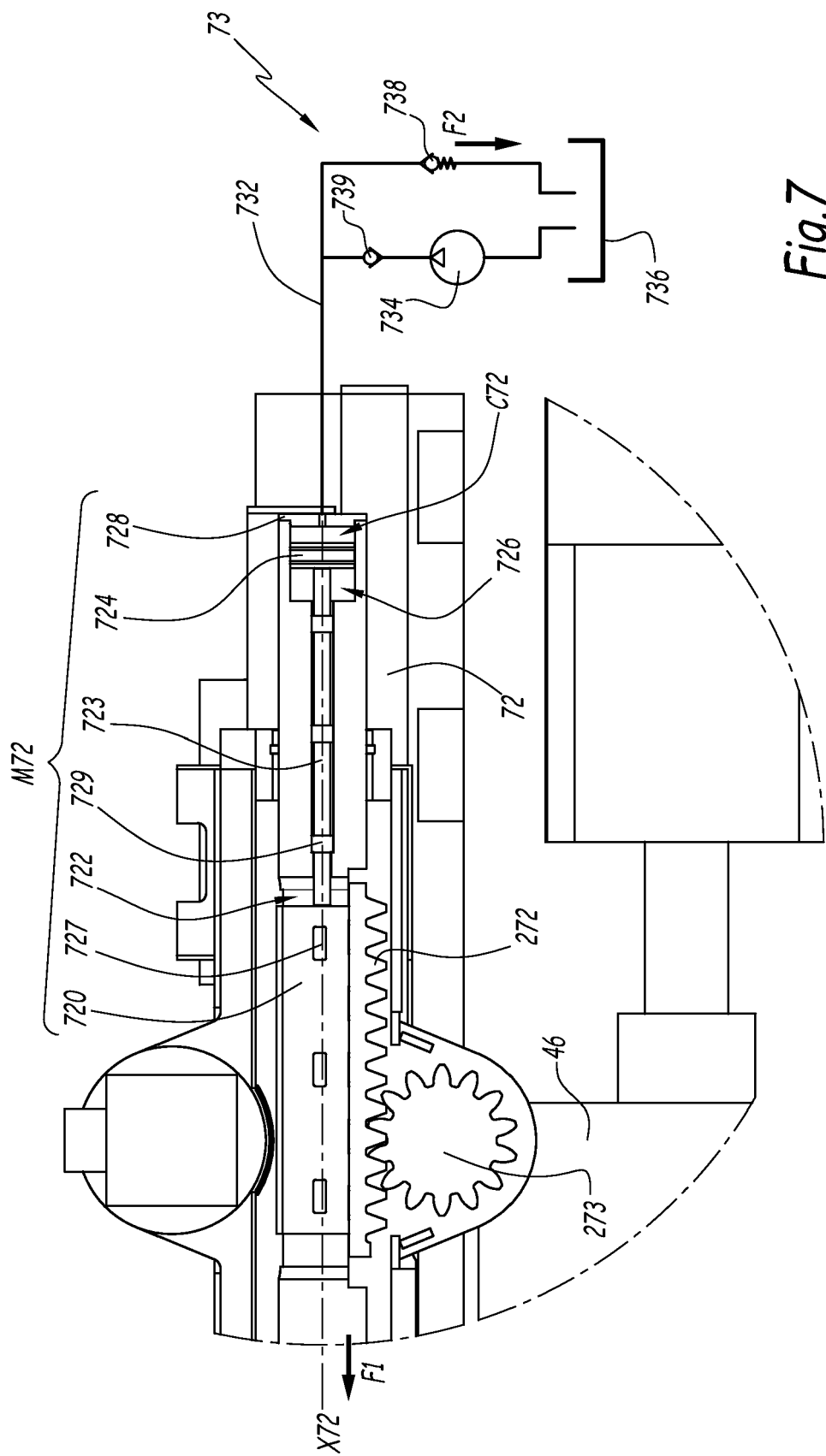
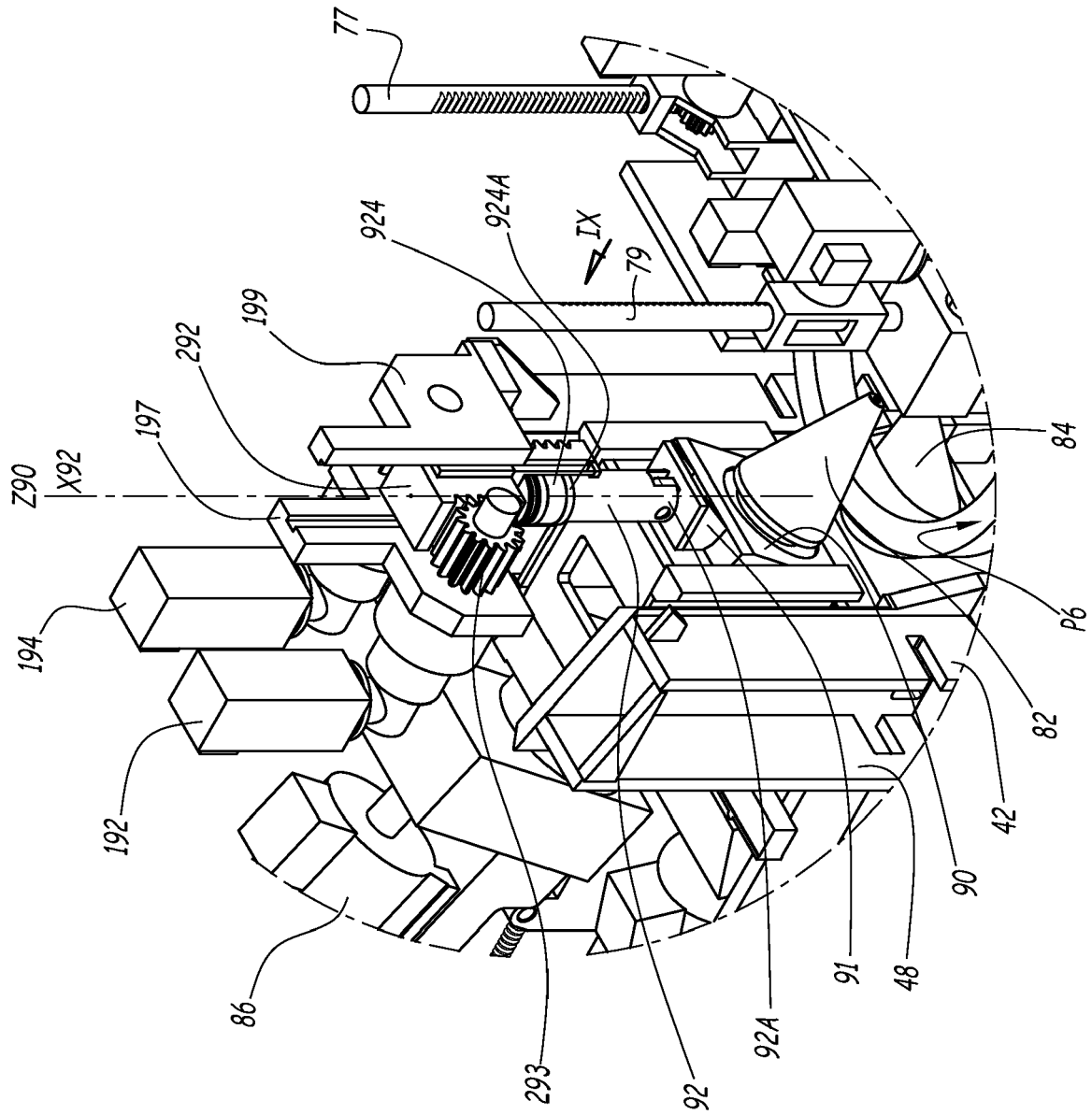


Fig. 7

Fig.8



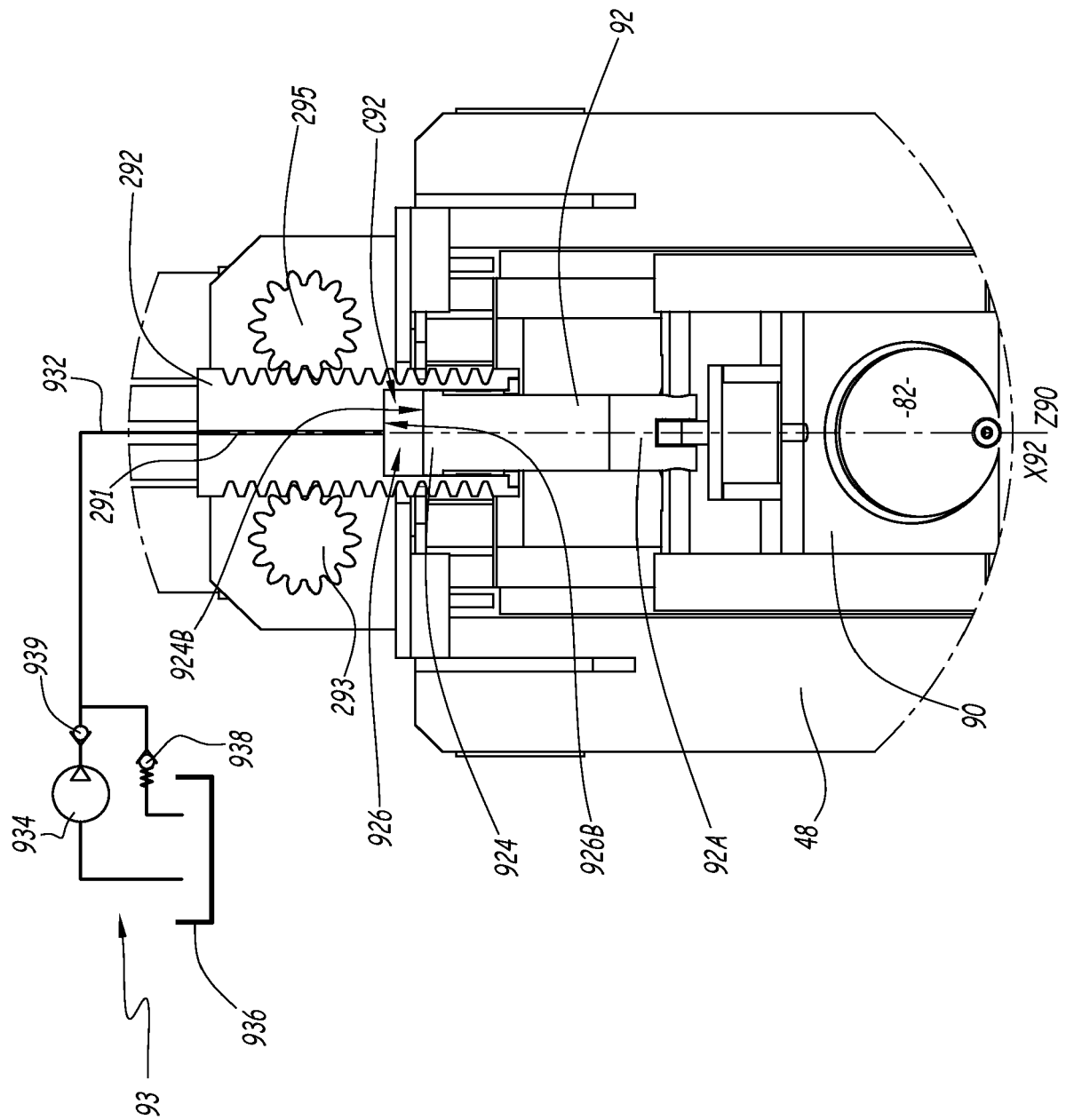
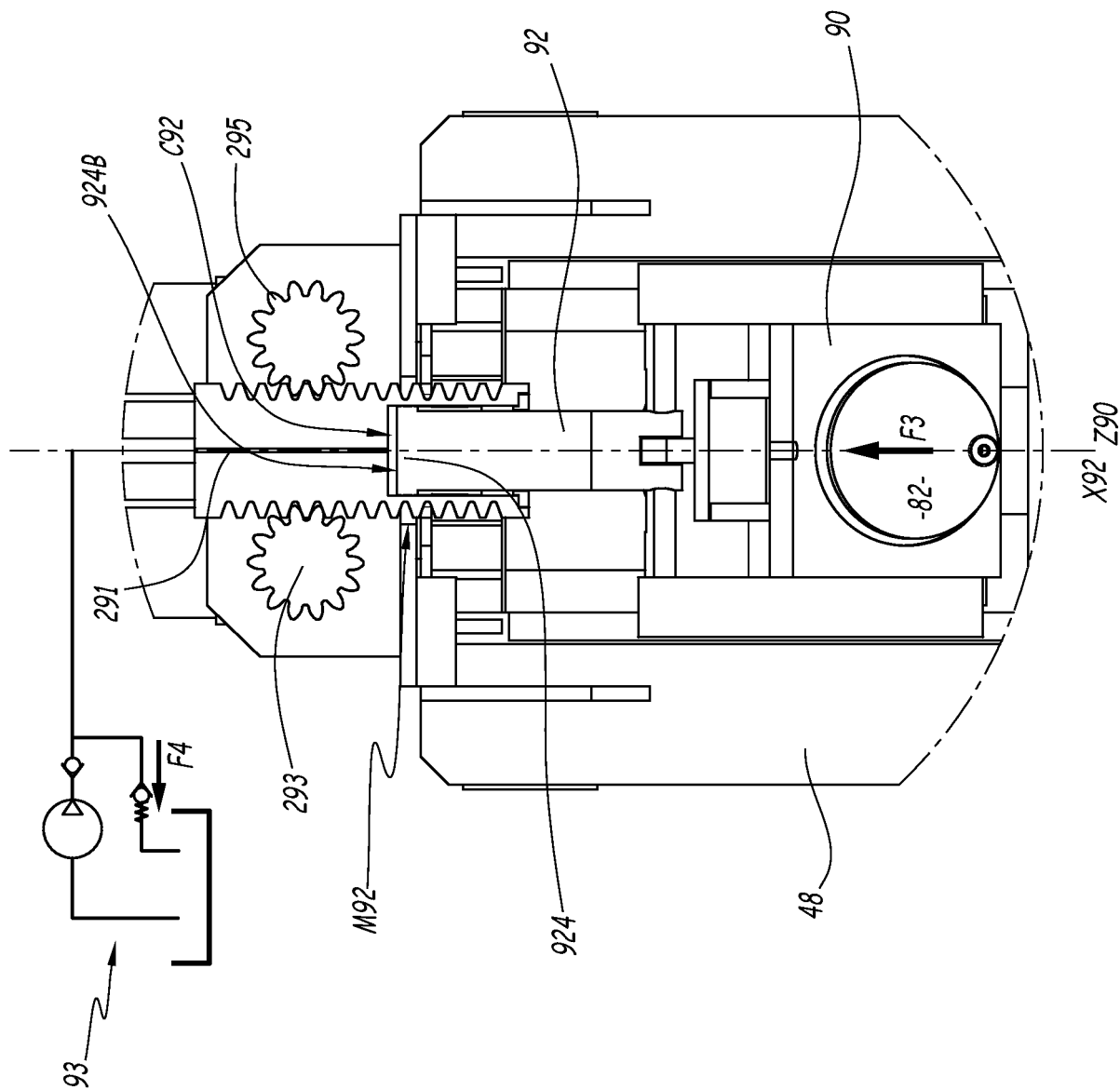


Fig. 9

Fig.10





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 30 6289

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                            | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                                              | Revendication concernée                                                                                                                                                                                                                                         | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)       |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                                                  | WO 2009/125102 A1 (VINZANT GUY [FR]; KACZOREK ALAIN [FR])<br>15 octobre 2009 (2009-10-15)<br>* page 7, ligne 16 - page 8, ligne 2; figures * | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                            | INV.<br>B21H1/06                     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 20 2010 014708 U1 (GROENE CONSULTING UNIP LDA C [PT])<br>20 janvier 2011 (2011-01-20)<br>* alinéa [0037]; figures *                       | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | JP H07 185711 A (DAIDO MACHINERY)<br>25 juillet 1995 (1995-07-25)<br>* abrégé; figures *<br>* alinéa [0013] *                                | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                            |                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                 | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                 | B21H                                 |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                      |
| Lieu de la recherche<br><b>Munich</b>                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                              | Date d'achèvement de la recherche<br><b>4 avril 2017</b>                                                                                                                                                                                                        | Examineur<br><b>Charvet, Pierre</b>  |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                              | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                      |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 16 30 6289

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

04-04-2017

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| WO 2009125102 A1                                | 15-10-2009             | AT 528085 T                             | 15-10-2011             |
|                                                 |                        | CN 102036767 A                          | 27-04-2011             |
|                                                 |                        | EP 2274118 A1                           | 19-01-2011             |
|                                                 |                        | ES 2374793 T3                           | 22-02-2012             |
|                                                 |                        | FR 2928850 A1                           | 25-09-2009             |
|                                                 |                        | KR 20100125429 A                        | 30-11-2010             |
|                                                 |                        | US 2011138871 A1                        | 16-06-2011             |
|                                                 |                        | WO 2009125102 A1                        | 15-10-2009             |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| DE 202010014708 U1                              | 20-01-2011             | DE 202010014708 U1                      | 20-01-2011             |
|                                                 |                        | EP 2444176 A1                           | 25-04-2012             |
|                                                 |                        | ES 2398208 T3                           | 14-03-2013             |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| JP H07185711 A                                  | 25-07-1995             | AUCUN                                   |                        |
| -----                                           |                        |                                         |                        |

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**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**

- WO 2009125102 A [0003]