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

Innovation, Science and Economic Development Canada
Canadian Intellectual Property Office

CA 2989012 A1 2016/12/22

(21) 2 989 012

(12) DEMANDE DE BREVET CANADIEN
CANADIAN PATENT APPLICATION

(13) A1

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2016/06/10
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2016/12/22
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2017/12/11
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2016/051402
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2016/203141
(30) Priorité/Priority: 2015/06/18 (FR1555597)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B05C 11/02* (2006.01), *B05C 5/02* (2006.01), *F01D 11/12* (2006.01)

(71) Demandeur/Applicant:
SAFRAN AIRCRAFT ENGINES, FR

(72) Inventeurs/Inventors:
SACY, THIERRY, FR;
LE BEC, PATRICE, FR;
LE BIEZ, PHILIPPE CHARLES ALAIN, FR;
SELEZNEFF, SERGE GEORGES VLADIMIR, FR;
VARIN, FRANCK BERNARD LEON, FR;
LENFANT, MICHEL, FR;
MARSALEIX, FABRICE, FR;
CHAZAL DUFOUR, JACQUES, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : DISPOSITIF DE REVETEMENT D'UN CARTER ANNULAIRE DE TURBOMACHINE
(54) Title: DEVICE FOR COATING A TURBOMACHINE ANNULAR CASING

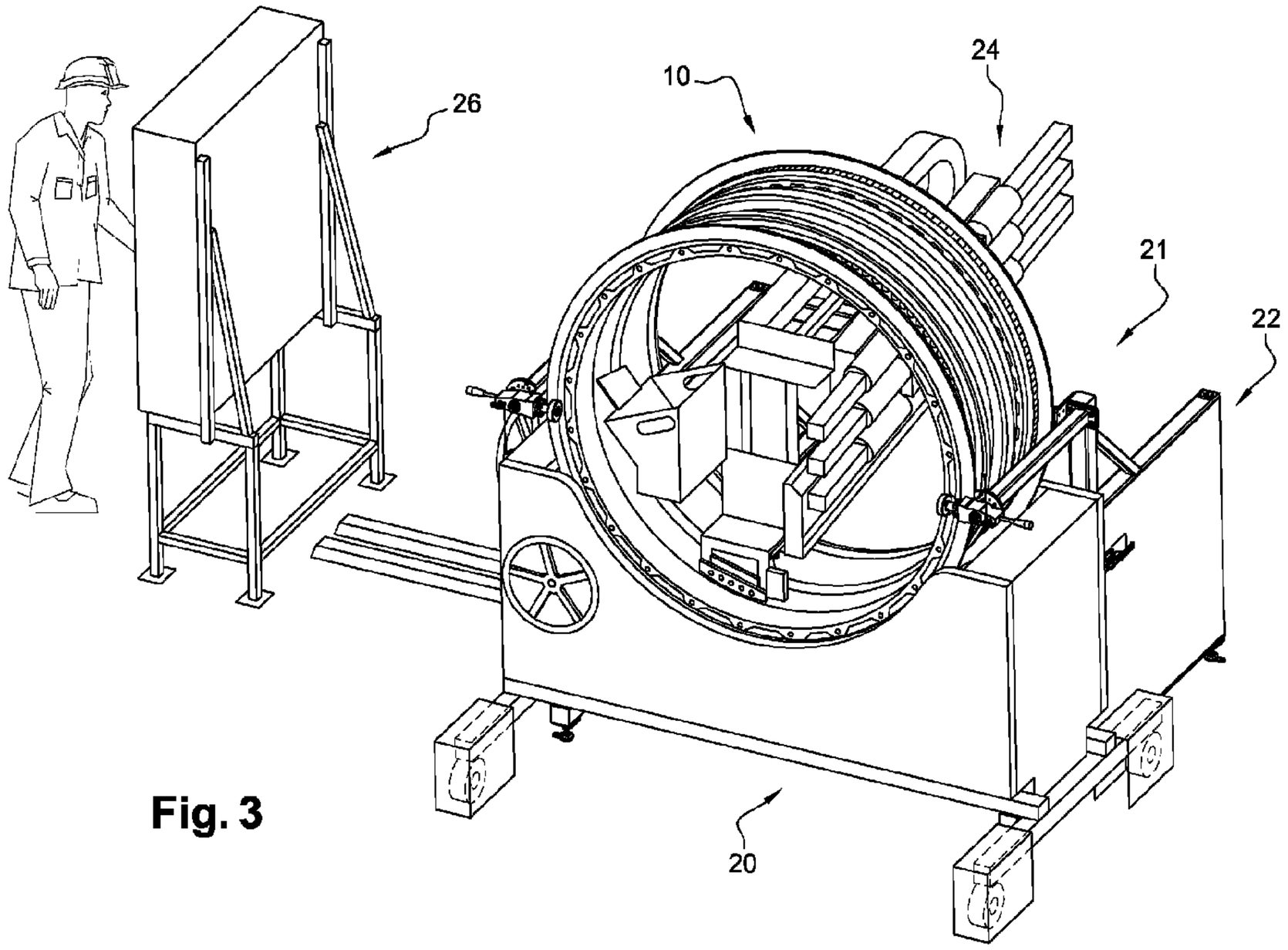


Fig. 3

(57) Abrégé/Abstract:
Dispositif (21) de revêtement d'une surface d'un carter annulaire (10) de turbomachine, avec une couche abradable obtenue par polymérisation d'une résine, caractérisé en ce qu'il comprend des premiers moyens de support (22), éventuellement des seconds moyens (24) automatisés mobiles vis-à-vis des premiers moyens de support et comportant des moyens de dépôt de ladite résine, qui sont configurés pour déposer la résine sur ladite surface du carter, des moyens d'étalement de ladite résine, qui sont configurés pour étaler la résine sur ladite surface du carter, et des moyens de dévidement d'un film plastique destiné à être intercalé entre lesdits moyens d'étalement et la résine.

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
22 décembre 2016 (22.12.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/203141 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B05B 15/06 (2006.01) *B05C 5/02* (2006.01)
F01D 11/12 (2006.01) *B05C 11/02* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/051402

(22) Date de dépôt international :
10 juin 2016 (10.06.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1555597 18 juin 2015 (18.06.2015) FR

(71) Déposant : **SAFRAN AIRCRAFT ENGINES** [FR/FR]; 2 Boulevard du Général Martial Valin, 75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs : **SACY, Thierry**; SNECMA PI (AJI), Rond-Point René Ravaud - Réau, 77550 Moissy-Cramayel cedex (FR). **LE BEC, Patrice**; SNECMA PI (AJI), Rond-Point René Ravaud - Réau, 77550 Moissy-Cramayel cedex (FR). **LE BIEZ, Philippe, Charles, Alain**; SNECMA PI (AJI), Rond-Point René Ravaud - Réau, 77550 Moissy-Cramayel (FR). **SELEZNEFF, Serge, Georges, Vladimir**; SNECMA PI (AJI), Rond-Point René Ravaud - Réau, 77550 Moissy-Cramayel (FR). **VARIN, Franck, Bernard, Léon**; SNECMA PI (AJI), Rond-Point René Ravaud - Réau, 77550 Moissy-cramayel (FR). **LENFANT, Michel**; Snecma PI (AJI), Rond-Point René Ravaud - Réau, 77550 Moissy-Cramayel Cedex (FR). **MARSALEIX, Fabrice**; SNECMA PI (AJI), Rond-Point René Ravaud - Réau, 77550 Moissy-Cramayel cedex (FR). **CHAZAL DUFOUR, Jacques**; SNECMA PI (AJI), Rond-Point René Ravaud - Réau, 77550 Moissy-Cramayel cedex (FR).

(74) Mandataires : **BARBE, Laurent** et al.; Gevers & Ores, 41 avenue de Friedland, 75008 Paris (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : DEVICE FOR COATING A TURBOMACHINE ANNULAR CASING

(54) Titre : DISPOSITIF DE REVETEMENT D'UN CARTER ANNULAIRE DE TURBOMACHINE

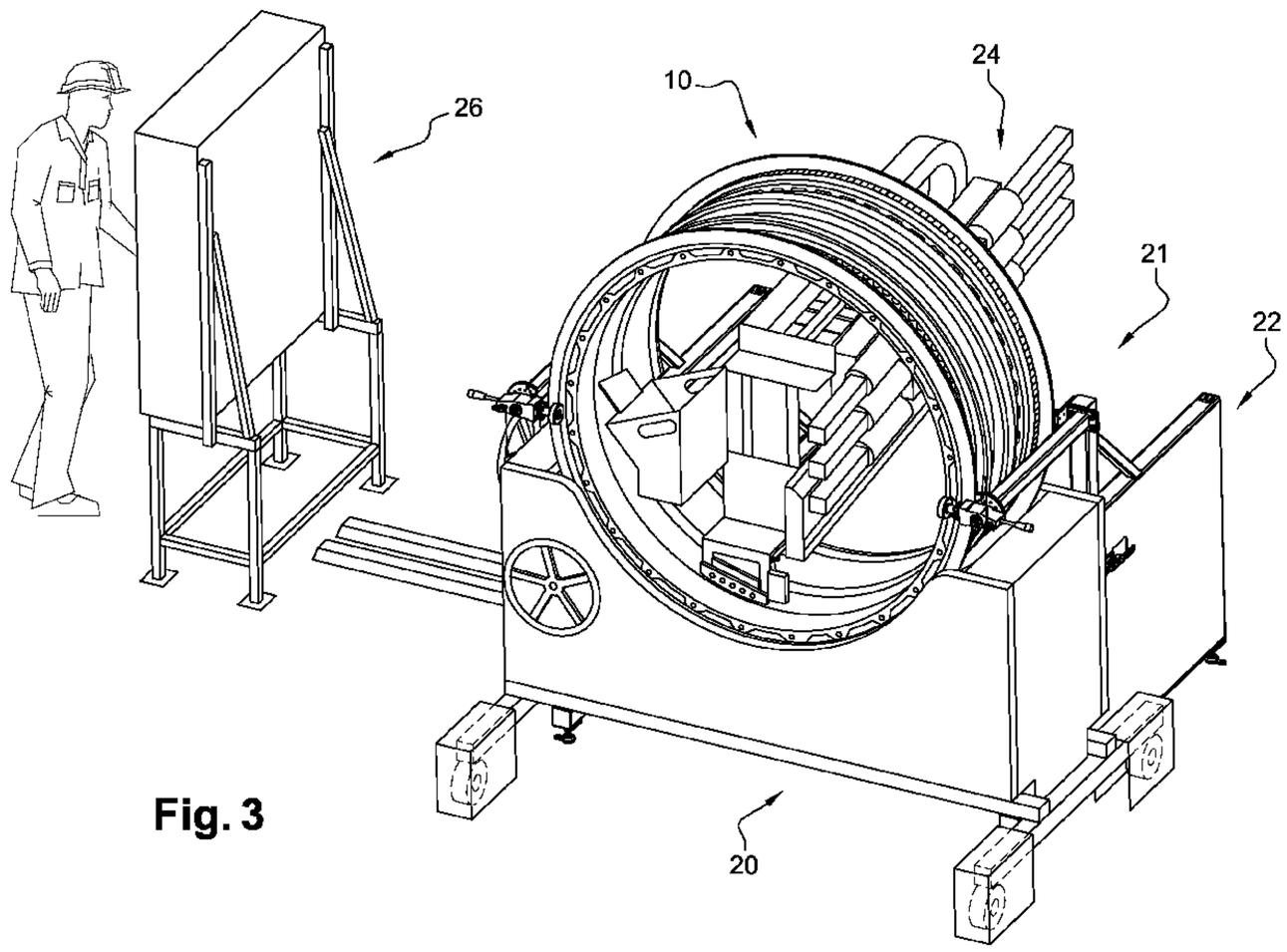


Fig. 3

(57) **Abstract** : A device (21) for coating a surface of an turbomachine annular casing (10), with an abradable layer obtained by polymerising a resin, characterised in that it comprises first support means (22), optionally second automated means (24) movable relative to the first support means and comprising means for depositing said resin, that are configured to deposit the resin on said surface of the casing, means for spreading said resin, that are configured to spread the resin on said surface of the casing, and means for unwinding a plastic film intended to be interposed between said spreading means and the resin.

(57) **Abrégé** :

[Suite sur la page suivante]

WO 2016/203141 A1

WO 2016/203141 A1

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

Publiée :

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

Dispositif (21) de revêtement d'une surface d'un carter annulaire (10) de turbomachine, avec une couche abradable obtenue par polymérisation d'une résine, caractérisé en ce qu'il comprend des premiers moyens de support (22), éventuellement des seconds moyens (24) automatisés mobiles vis-à-vis des premiers moyens de support et comportant des moyens de dépôt de ladite résine, qui sont configurés pour déposer la résine sur ladite surface du carter, des moyens d'étalement de ladite résine, qui sont configurés pour étaler la résine sur ladite surface du carter, et des moyens de dévidement d'un film plastique destiné à être intercalé entre les - dits moyens d'étalement et la résine.

Dispositif de revêtement d'un carter annulaire de turbomachine

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne un dispositif de revêtement d'une surface d'un carter annulaire de turbomachine, avec une couche abradable obtenue par polymérisation d'une résine.

ETAT DE L'ART

L'état de l'art comprend notamment les documents FR-A-2 339 741, US-A-3,346,175 et EP-A1-2 202 264.

Une turbomachine comprend à son extrémité amont (par référence à l'écoulement des gaz dans la turbomachine) une soufflante comportant une roue à aubes qui est entourée par un carter, appelée carter de rétention du fait de sa fonction de rétention des aubes en cas de rupture de celles-ci.

De façon connue, les roues à aubes d'une turbomachine sont entourées par un stator qui porte un revêtement annulaire en matériau abradable. Le revêtement s'étend autour et à faible distance radiale des aubes, qui peuvent en fonctionnement frotter contre le matériau et l'user par frottement. Ceci permet d'optimiser les jeux radiaux entre les aubes et le stator qui l'entoure et donc de limiter les fuites de gaz aux sommets ou extrémités radialement externes des aubes.

Dans le cas d'un carter de rétention, les aubes de soufflante sont entourées par une couche abradable qui recouvre une surface annulaire interne du carter. Dans la technique actuelle, cette couche abradable est obtenue par étalement d'une résine polymérisable sur la surface. Cette résine est martelée manuellement pour évacuer au maximum les bulles d'air et pour plaquer la résine sur le carter. La finition se fait par calandrage réalisé par passage d'une règle de forme sans contrôle possible de l'effort imposé. De plus, ce calandrage a tendance à imposer à la résine un effort de décollement. C'est donc une opération manuelle qui peut apporter un risque dans le dosage des composants et c'est également une opération très contraignante pour les opérateurs. De plus, cette opération nécessite

un savoir-faire long à acquérir ce qui le rend par conséquent long à mettre en œuvre.

La présente invention propose une solution simple, efficace et économique à au moins une partie des inconvénients précités de la technique antérieure.

EXPOSE DE L'INVENTION

L'invention propose un dispositif de revêtement d'une surface d'un carter annulaire de turbomachine, avec une couche abradable obtenue par polymérisation d'une résine, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des premiers moyens de support, en particulier dudit carter,
- des moyens d'étalement d'une résine préalablement déposée sur ladite surface du carter, qui sont par exemple portés par lesdits premiers moyens et configurés pour étaler la résine sur ladite surface du carter, et
- des moyens de dévidement d'un film plastique destiné à être intercalé entre lesdits moyens d'étalement et la résine, lesdits moyens de dévidement étant par exemple portés par lesdits premiers moyens.

Le dispositif selon l'invention permet de remplacer au moins certaines des opérations manuelles de la technique antérieure par des opérations automatisées et donc plus facilement reproductibles. Le film plastique évite l'adhésion de la résine aux moyens d'étalement et permet de garantir un bon état de surface (par exemple lisse et brillant) à la couche abradable.

Le dispositif selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- le dispositif comprend des seconds moyens automatisés mobiles vis-à-vis des premiers moyens de support et comportant des moyens de dépôt de ladite résine, qui sont configurés pour déposer la résine sur ladite surface du carter,
- lesdits moyens de dévidement sont portés par lesdits seconds moyens,
- lesdits moyens d'étalement sont portés par lesdits seconds moyens.

- lesdits moyens de dépôt comprennent des moyens de préparation de ladite résine par mélange d'au moins deux composants,
- lesdits moyens de préparation comprennent des cartouches de stockage des composants et des moyens de mélange des composants,
- les moyens de dépôt comprennent au moins une canule d'éjection de la résine,
- les moyens d'étalement comprennent une série de rouleaux parallèles et montés libres en rotation,
- les moyens de dévidement comprennent au moins un rouleau de film plastique,
- les moyens de dévidement comprennent un premier rouleau configuré pour venir en premier au contact de la résine après son dépôt et pour étaler et comprimer cette résine, au moins un second rouleau configuré pour répartir la résine et expulser un surplus de résine vers les extrémités longitudinales du second rouleau, et un troisième rouleau configuré pour calibrer le diamètre interne du revêtement en résine,
- les premier et troisième rouleaux sont à surface externe cylindrique et par exemple en aluminium, et le second rouleau est à surface externe cylindrique bombée sensiblement au milieu du rouleau et par exemple en matière plastique,
- les seconds moyens sont configurés pour être mobiles selon au moins deux axes, et de préférence trois axes,
- le dispositif comprend des moyens de raclage et d'enlèvement de ladite résine, après son dépôt sur ladite surface, lesdits moyens de raclage étant par exemple montés mobiles vis-à-vis des premiers moyens de support, de préférence de façon indépendante desdits seconds moyens, et
- le dispositif comprend des moyens de découpe de la résine et du film plastique, lesdits moyens de découpe étant par exemple montés mobiles vis-à-vis des premiers moyens de support de façon indépendante desdits seconds moyens.

La présente invention concerne également une installation comportant un dispositif tel que décrit ci-dessus et un chariot de transport et de mise en rotation d'un carter annulaire de turbomachine, ledit chariot comportant des moyens de mise en rotation du carter autour d'un axe de révolution du carter sensiblement horizontal.

L'installation selon l'invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- lesdits moyens de mise en rotation comprennent un volant d'entraînement en rotation du carter, au moins un pignon relié au volant et configuré pour coopérer avec une couronne dentée portée par le carter, et des galets de soutien et de guidage en rotation du carter,
- le chariot comprend un volant de déplacement du chariot, par exemple sur des rails,
- le dispositif comprend des moyens de fixation configurés pour coopérer avec des moyens complémentaires du chariot afin de les immobiliser l'un par rapport à l'autre,
- le dispositif comprend des moyens de butée, par exemple à galets, configurés pour coopérer avec le carter ou un élément porté par le carter afin de limiter voire empêcher des déplacements du carter vis-à-vis du dispositif, le long dudit axe,
- le dispositif comprend des moyens de centrage destinés à coopérer avec le chariot,
- le dispositif comprend au moins un capteur de présence configuré pour coopérer avec le chariot,
- les seconds moyens sont configurés pour être insérés au moins en partie dans ledit carter, et
- les seconds moyens comprennent un automate qui est relié à une console de commande.

La présente invention concerne également un procédé de revêtement d'une surface d'un carter annulaire de turbomachine, au moyen

d'une installation telle que décrite ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes automatisées de :

- mise en rotation du carter,
- dépôt de résine sur ladite surface,
- étalement de la résine avec son recouvrement par un film plastique,

ces étapes étant, de préférence, arrêtées avant une rotation complète du carter. Ceci permet à un opérateur de combler manuellement avec de la résine la zone s'étendant entre les deux bords circonférentiels adjacents de la couche, afin de garantir une liaison sans défaut de ces bords.

DESCRIPTION DES FIGURES

L'invention sera mieux comprise et d'autres détails, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'un carter annulaire de rétention d'une turbomachine, ce carter comportant une couche abradable ;
- la figure 2 est une demi-vue schématique en coupe axiale du carter de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue schématique en perspective d'une installation selon l'invention pour revêtir un carter du type de celui de la figure 1 ;
- la figure 4 est une vue schématique en perspective d'un chariot de l'installation de la figure 3 ;
- la figure 5 est une vue schématique en perspective d'un bâti portant un automate de revêtement du carter de la figure 1 ;
- la figure 6 est une vue schématique en perspective du carter de la figure 1 sur lequel ont été montées des couronnes sectorisées selon une étape du procédé de revêtement selon l'invention ;
- la figure 7 est une vue schématique en perspective et à plus grande échelle d'un détail du carter de la figure 1 et montre des moyens fixés au carter et associés à une élingue de levage ;

- les figures 8 et 9 sont des vues schématiques en perspective de l'installation de la figure 3 et montre des étapes du procédé de revêtement selon l'invention ;

- la figure 10 est une vue schématique en perspective de moyens de solidarisation du chariot de la figure 4 au bâti de la figure 5 ;

- la figure 11 est une vue schématique en perspective de moyens de retenue du carter de rétention vis-à-vis du bâti de la figure 5 ;

- la figure 12 est une vue schématique en perspective de l'installation de la figure 3 et montre une autre étape du procédé de revêtement selon l'invention ;

- la figure 13 est une vue schématique en perspective d'un outil de coupe de l'installation de la figure 3 et montre une autre étape du procédé de revêtement selon l'invention,

- la figure 14 est une vue très schématique montrant l'étape de dépôt de la résine du procédé selon l'invention, et

- les figures 15a à 15c sont des vues schématiques en coupe axiale de rouleaux d'étalement de la résine de l'installation.

DESCRIPTION DETAILLEE

On se réfère d'abord aux figures 1 et 2 qui montrent un carter annulaire 10 d'une turbomachine d'aéronef. De façon classique, une turbomachine comprend d'amont en aval, dans le sens d'écoulement des gaz, une soufflante, au moins un compresseur, une chambre annulaire de combustion, au moins une turbine, et une tuyère d'éjection des gaz de combustion. Le flux d'air qui traverse la soufflante se divise en un premier flux d'air, dit flux primaire ou flux chaud, qui pénètre dans le compresseur, pour y être comprimé, puis brûlé dans la chambre, avant de s'écouler dans la turbine et d'être éjecté dans la tuyère, et un second flux, dit flux secondaire ou flux froid, qui s'écoule entre le moteur (comprenant le compresseur, la chambre de combustion et la turbine) et une nacelle de la turbomachine. La soufflante comprend une roue qui tourne à l'intérieur d'un carter annulaire tel que celui de la figure 1, qui est communément appelé

carter de rétention pour les raisons évoquées ci-dessus.

Le carter annulaire 10 a une forme générale sensiblement cylindrique d'axe de révolution A. Il comprend une bride annulaire de fixation 12 à chacune de ses extrémités axiales. Ces brides 12 sont utilisées pour fixer le carter 10 des parois annulaires de la nacelle de la turbomachine. Le carter 10 peut en outre comprendre des raidisseurs annulaires 14.

Le carter 10 comprend une surface annulaire radialement interne 16 recouverte d'une couche abradable 18. Cette couche 18 est continue sur 360° et a une longueur ou dimension axiale, le long de l'axe A, qui représente 20 à 40% de la longueur du carter dans l'exemple représenté. Cette couche 18 est ici située à proximité de l'extrémité amont du carter 10 et est destinée à s'étendre en regard du sommet des aubes de la roue de soufflante. La couche 18 est obtenue par polymérisation d'une résine qui est préparée à partir d'au moins deux composants A et B.

La présente invention propose un dispositif de revêtement, en particulier de la surface 16 du carter 10 des figures 1 et 2, de façon à déposer la couche abradable 18 de façon fiable, rapide et reproductible.

La figure 3 montre un exemple de réalisation d'une installation de revêtement d'un carter annulaire tel que celui de la figure 1.

L'installation comprend notamment un chariot 20 de support et de transport du carter 10, un dispositif de revêtement 21 comportant un bâti 22 de support d'un automate de revêtement 24, et une console 26 de commande de cet automate 24.

Le chariot 20, mieux visible en figure 4, comprend un châssis inférieur 27 et un corps supérieur 28 de forme générale parallélépipédique.

Le châssis 27 porte des roues 29, ici au nombre de quatre, qui autorisent des déplacements du chariot ainsi que du carter 10 destiné à être posé sur le chariot. Ces roues 29 peuvent coopérer avec des rails (non représentés) pour guider le chariot lors de ces déplacements, et en particulier pour l'éloigner ou le rapprocher du bâti 22 portant l'automate 24.

Le corps 28 du chariot 20 comprend une armature rigide faite de poutrelles métalliques 30 fixées les unes aux autres par exemple par soudage, l'armature étant entourée par des capots 32. L'armature a une forme générale en U ou V comportant une partie médiane inférieure sensiblement horizontale et deux parties latérales sensiblement verticales. Le carter 10 est destiné à être positionné sur le chariot 20 de façon à ce que les parties latérales du U ou V s'étendent de chaque côté du carter. Les capots avant et arrière 32 du corps 28 du chariot comprennent chacun un bord périphérique supérieur 34 en C dont l'ouverture est orientée vers le haut. Les rayons de ces bords périphériques 34 sont similaires à celui du carter 10, comme cela est visible en figure 3.

Les capots avant et arrière 32 sont de préférence séparés l'un de l'autre d'une distance supérieure à la longueur du carter 10, de façon à ce que ce dernier puisse être logé entre les capots.

L'armature du corps 28 porte des galets 34 de soutien et de guidage en rotation du carter 10. Les galets 34 sont montés libres en rotation autour d'axes parallèles à l'axe A, et sont au nombre de quatre dans l'exemple représenté. Ils sont ici regroupés par paire, une première paire de galets 34 étant située à une extrémité supérieure d'une partie latérale de l'armature, et une seconde paire de galets étant située à une extrémité supérieure de l'autre partie latérale de l'armature.

L'armature porte au moins un pignon 36 à denture externe qui est destiné à coopérer avec une couronne dentée 38 (figure 7) montée sur le carter 10 pour entraîner le carter en rotation autour de l'axe A, lorsqu'il est posé sur le chariot 20 et soutenu par les galets 34. Le pignon 36 a un axe de rotation parallèle à l'axe A et est relié à un volant 40 d'entraînement manuel. Ce volant 40 est ici situé au niveau du capot avant 32. Le chariot comprend un autre volant 42 d'entraînement, au niveau d'un capot latéral 32, qui est relié à des moyens de déplacement du chariot sur les rails précités. Ce volant 42 a un axe de rotation perpendiculaire à l'axe A.

L'armature porte également un système de freinage comportant ici

au moins deux freins mécaniques 44. Les freins 44 comprennent des patins déplaçables entre une première position où ils sont éloignés du carter 10 et une seconde position de freinage où ils sont en appui contre le carter afin de freiner sa rotation ou de l'immobiliser en rotation. Les freins 44 sont déplacés de la première à la seconde position par actionnement d'une pédale 46 portée par le châssis ou l'armature. Les freins 44 sont libérés et déplacés de la seconde à la première position par actionnement d'une manette 48 du corps du chariot, et qui traverse un orifice oblong du capot avant 32.

Le dispositif comportant le bâti 22 et l'automate 24 est mieux visible à la figure 5. Le bâti 22 comprend un piètement d'appui au sol et des moyens de support de l'automate 24.

L'automate 24 est de préférence monté mobile sur le bâti 22 suivant trois axes, et comprend un bras robot commandé par la console 26 et portant plusieurs équipements et accessoires.

L'automate 24 peut comprendre tout d'abord des moyens de dépôt de résine, qui comprennent des moyens de préparation de la résine et des moyens d'éjection de cette résine.

Les moyens de préparation de la résine comprennent des cartouches 52, 52' amovibles de stockage des composants de la résine, et des moyens 56 de mélange de ces composants. Dans l'exemple représenté où la résine est obtenue par mélange de deux composants, l'automate 24 porte plusieurs cartouches 52, 52' de chaque composant. Il comprend ici trois cartouches 52 d'un composant A tel qu'une base (comprenant un monomère, par exemple époxy) et trois cartouches 52' d'un composant B tel qu'un agent de réticulation ou durcisseur. Les cartouches 52, 52' ont ici une forme générale cylindrique allongée et sont disposées parallèlement les unes aux autres dans un même plan vertical B. Les trois cartouches 52 sont disposées en avant des cartouches 52' et ont leurs extrémités arrière raccordées à une chambre commune 54 de réception du composant A des cartouches 52. Les trois cartouches 52' sont

alignées avec les cartouches 52 et ont leurs extrémités avant raccordées à une autre chambre commune 54' de réception du composant B des cartouches 52.

Les moyens 56 de mélange des composants A et B sont disposés entre les chambres 54, 54'. Ces moyens de mélange comprennent par exemple un mélangeur 56 à vis sans fin, qui est alimenté en composants A et B sous pression. Les composants A et B peuvent en effet être expulsés des cartouches et reçus dans les chambres 54, 54' par pression, par exemple hydraulique.

Les moyens de préparation de la résine peuvent comprendre des moyens de chauffage des cartouches 52, 52' ou des chambres 54, 54' en vue d'optimiser la viscosité des composants A et B et de limiter le risque d'apparition de bulles d'air dans la résine.

Les composants A et B sont par exemple ceux commercialisés par la société 3M™ sous la dénomination Scotch-Weld™ 3524 B/A.

Les moyens de dépôt comprennent au moins une canule 58 d'éjection de la résine après mélange. Dans l'exemple représenté, la canule 58 a une forme allongée rectiligne et s'étend verticalement vers le bas depuis le mélangeur 56. La résine est destinée à être expulsée par l'extrémité inférieure de la canule 58.

Comme on le voit dans la figure 5, les cartouches 52, 52', les chambres 54, 54', le mélangeur 56 et la canule 58 s'étendent dans le même plan vertical P. L'automate est conçu pour autoriser des déplacements de tous ces éléments 52, 52', 54, 54', 56 et 58 dans le plan P notamment. On voit également que le bâti 22 peut porter un moyen 59 de récupération de la résine sortant de la canule 58, lorsque l'automate est en position rangée non fonctionnelle.

Le bâti 22 comprend en outre des moyens d'étalement de la résine après son dépôt sur la surface 16 à revêtir du carter 10. Ces moyens d'étalement comprennent ici une série de rouleaux 60 montés libres en rotation autour d'axes parallèles au plan P ainsi que de l'axe A précité. Ces

rouleaux 60 sont mieux visibles à la figure 12. Ils sont ici au nombre de cinq et sont disposés les uns à côté des autres. Ils peuvent être portés par le bâti 22 ou fixés à l'automate 24. Ils sont de préférence sollicités contre la surface à revêtir du carter 10 par des moyens élastiques, tel que par exemple des ressorts 62.

La résine éjectée par la canule 58 est ainsi destinée à être étalée et conformée en couche par l'intermédiaire des rouleaux 60. Toutefois, un film plastique est intercalé entre la résine et les rouleaux 60 pour faciliter cette opération d'étalement et palier le risque d'adhésion de la résine aux rouleaux 60. Le recouvrement du film plastique étale la résine. Pour cela, le bâti 22 comprend au moins un dévidoir 64 à film plastique (figures 5 et 12). Le dévidoir 64 porte un rouleau de film plastique qui est libre en rotation autour d'un axe parallèle à ceux des rouleaux 60. Le film plastique se déroule et est entraîné par les rouleaux 60 par la simple adhésion du film avec les rouleaux et la résine. Le dévidoir 64 peut être associé à un rouleau 66 de guidage du film plastique, comme cela est visible en figure 12.

On constate en figure 14 que le dévidoir 64 et le rouleau de guidage 66 sont globalement situés entre la série de rouleaux 60 et la canule 58 lors du fonctionnement de l'automate. Comme cela sera expliqué plus en détail dans ce qui suit, lors du revêtement du carter 10, ce dernier tourne dans le sens horaire dans l'exemple représenté (flèche C), la résine 67 est déposée par la canule 58 sur la surface 16 à revêtir et vient au contact du film 69 avant d'être étalée par les rouleaux 60.

Le film 69 est de préférence un film polyester tel qu'un film de polyéthylène téréphtalate. Il peut avoir une épaisseur de l'ordre de 0,125mm.

Comme cela est visible en figure 5, le bâti 22 porte en outre des moyens de raclage 68 qui sont configurés pour racler la surface 16 revêtue du carter 10 en cas de défaut de ce revêtement ou de problème intervenu lors du revêtement. Il est en effet possible que le revêtement réalisé ne soit

pas satisfaisant. Il est alors possible au moyen de l'installation selon l'invention de retirer la résine préalablement déposée, de préférence avant sa polymérisation complète, afin de faciliter ce retrait.

Les moyens de raclage 68 comprennent ici une raclette 70 destinée à racler la surface 16 revêtue du carter 10 et à décoller la résine qui est ensuite évacuée dans un récipient de stockage 72. Ces moyens de raclage peuvent être portés par l'automate 24 ou reliés au bâti 22 de manière à être déplaçable entre au moins deux positions, une première position de rangement non fonctionnelle et une seconde position fonctionnelle.

Le bâti 22 comprend également des moyens 74 de fixation au chariot 20 de façon à pouvoir immobiliser le chariot vis-à-vis du bâti et inversement. Ces moyens de fixation 74 sont par exemple des grenouillères à crochet, mieux visibles à la figure 10.

Le bâti 22 comprend également des moyens 75 de centrage destinés à coopérer avec le chariot 20. Il peut en outre comprendre au moins un capteur de présence du chariot.

Le bâti 22 comprend également des moyens 76 de retenue du carter 10 vis-à-vis du bâti 20 de façon à empêcher des déplacements du carter vis-à-vis du bâti dans des directions parallèles à l'axe A. Ces moyens de retenue 76 comprennent par exemple des galets dont certains (arrière) sont immobiles et les autres (avant) sont mobiles entre une position de verrouillage et de retenue du carter, visible aux figures 5 et 11, et une position de déverrouillage et de libération du carter pour permettre son déplacement.

Le bâti 22 comprend en outre des moyens 78 de découpe de la résine et du film plastique, tels que ceux représentés en figure 13. Ces moyens de découpe 78 comprennent une lame 80 qui est déplacée en translation le long de l'axe A pour couper la résine et définir avec précision une extrémité circonférentielle de la couche 18. La lame 80 a une hauteur qui est déterminée pour découper la couche sur toute sa profondeur sans venir au contact du carter.

On se réfère désormais aux figures 6 et suivantes qui montrent un exemple de réalisation du procédé selon l'invention de revêtement du carter 10 de la figure 1.

Une première étape du procédé consiste à monter deux couronnes 38, 82 aux extrémités axiales du carter 10, respectivement. Ces couronnes sont destinées à protéger le carter 10 mais aussi à permettre sa rotation par l'intermédiaire du volant 40 et du pignon 36. Les couronnes sont fixées de manière amovible aux brides 12 du carter 10 et sont de préférence sectorisées pour faciliter leur montage et démontage. La couronne 38 comprend une denture annulaire externe 84 configurée pour coopérer avec le pignon 36 du chariot. Chaque couronne 38, 82 peut coopérer avec un pignon 36 du chariot.

Une autre étape du procédé consiste à monter des moyens de levage 86 sur le carter 10. Ces moyens de levage comprennent des moyens 88 de fixation au carter et par exemple aux raidisseurs 14 du carter 10 et des élingues de levage 90.

Comme cela est visible en figure 8, le carter 10 est équipé de deux moyens de fixation 88 diamétralement opposés reliés respectivement à deux élingues 90. Le carter 10 est déplacé dans une position dans laquelle son axe de révolution A est sensiblement horizontal. Il est amené au-dessus du chariot 20 et abaissé jusqu'à ce que le carter prenne appui sur les galets 34 du chariot 20. Lors de cette étape, le chariot est de préférence immobile et ses freins 44 sont de préférence actionnés.

Les élingues 90 sont détachées et le chariot 2 peut ensuite être déplacé au moyen du volant 42 sur les rails (non représentés), jusqu'à une position où le chariot peut être immobilisé vis-à-vis du bâti 22 au moyen des grenouillères 74 de la figure 10. Dans cette position, le carter 10 est en appui sur les galets 76 fixes du bâti et certains équipements et accessoires du bâti 22 et de l'automate 24 se retrouvent au moins en partie à l'intérieur du carter, comme cela est visible en figure 9. Les galets 76 mobiles sont rabattus pour bloquer le carter 10 vis-à-vis du bâti 22.

Une partie du film plastique du rouleau 64 est étirée par un opérateur et glissée entre les rouleaux 60 et la surface 16 à revêtir du carter 10. Les freins 46 du chariot peuvent ensuite être libérés par la manette 48 de façon à autoriser un déplacement du carter 10 en rotation autour de son axe A.

L'automate 24 est alors commandé pour commencer des étapes de préparation de la résine et de dépôt de la résine sur la surface 16 à revêtir du carter 10 (figure 14). Pour cela, la canule 58 peut être déplacée à plusieurs reprises le long de l'axe A d'avant en arrière et d'arrière en avant pour déposer des cordons de résine sur la surface 16. La résine va dans un premier temps venir au contact du film plastique puis va être conformée en couche par la pression engendrée par la série de rouleaux 60. En sortie des rouleaux 60, la couche 18 a une épaisseur uniforme et est de préférence dépourvue de bulles d'air (figure 14).

Comme cela est visible en figure 12, les moyens de découpe 78 de la figure 13 sont situés à distance des rouleaux 60 pour ne pas gêner l'opération d'étalement de la résine. Les moyens de découpe sont par exemple situés à 70° de la canule 58 dans le sens horaire. Ainsi, lorsque le carter 10 est revêtu d'une couche 18 sur 70° de son étendue angulaire, l'extrémité circonférentielle libre de la couche 18 correspondant au début de la dépose peut être découpée pour définir un bord d'extrémité parfaitement rectiligne.

Lorsque le carter 10 est revêtu d'une couche sur près de 360° de son étendue angulaire, l'extrémité libre de la couche correspondant à la fin de la dépose peut être découpée pour définir un autre bord d'extrémité parfaitement rectiligne. De préférence les deux bords d'extrémité de la couche correspondant au début et à la fin de la dépose de la résine, sont à distance angulaire l'un de l'autre, par exemple de quelques centimètres. Cet intervalle peut être comblé manuellement avec de la résine pour garantir une finition parfaite et un joint parfait entre ces bords d'extrémité. Ce joint est de préférence situé sur le carter à 12h, par analogie avec le

cadran d'une horloge. On comprend dès lors que les étapes de mise en rotation du carter, de dépôt de résine sur la surface du carter, et d'étalement de la résine au moyen du film plastique, sont arrêtées avant une rotation complète du carter. Le carter 10 peut alors être stocké dans un endroit propice à la polymérisation complète de la résine.

Les figures 15a à 15c illustrent un exemple préféré de réalisation des rouleaux des moyens d'étalement du dispositif ou de l'installation selon l'invention. Ils sont ici de trois types différents, chaque type comportant au moins un rouleau.

La figure 15a illustre un premier type de rouleau. Le premier rouleau 60a, à savoir le rouleau qui est destiné à venir en premier au contact de la résine après son dépôt sur le carter, est configuré pour étaler la résine et pour la comprimer. Le rouleau 60a applique ainsi une pression contre la résine pour la contraindre contre le carter. Ceci est rendu possible par le fait que l'épaisseur de résine déposée en amont du rouleau est supérieure à l'entrefer entre le rouleau et le carter. Le rouleau 60a a une longueur et un diamètre déterminés pour que ses extrémités longitudinales soient en appui et roulent sur le carter, de préférence sur des pistes périphériques prévues de part et d'autre d'une gorge annulaire destinée à recevoir la résine. Le premier rouleau a de préférence une surface externe cylindrique. Il est par exemple réalisé en aluminium.

La figure 15b illustre un deuxième type de rouleau. Le second rouleau 60b et, de préférence, chacun des rouleaux 60b disposés entre le premier rouleau et le dernier rouleau, est configuré pour retirer le surplus de résine déposée dans la gorge. Ceci est rendu possible par le fait que le rouleau 60b a une forme cylindrique bombée en son milieu. Autrement dit, la surface externe du rouleau 60b a en section axiale une forme incurvée concave dont la convexité est orienté radialement vers l'extérieur. Le diamètre maximal du rouleau, à mi-distance de ses extrémités longitudinales, est déterminé par exemple pour qu'une partie du rouleau pénètre dans la gorge, et le diamètre minimal du rouleau, au niveau de ses

extrémités, est déterminé pour laisser un jeu entre le rouleau et les pistes précitées en vue de l'évacuation vers les extrémités du rouleau du surplus de résine précité. Le deuxième rouleau est par exemple réalisé en matière plastique, tel qu'en PTFE.

La figure 15c illustre un dernier ou troisième type de rouleau. Le dernier rouleau 60c, à savoir le rouleau qui est destiné à venir en dernier au contact de la résine (le troisième rouleau lorsque les moyens d'étalement comprennent seulement trois rouleaux), est configuré pour calibrer le diamètre interne du revêtement en résine. Le rouleau 60c est similaire au rouleau 60a. Le rouleau 60c a une longueur et un diamètre déterminés pour que ses extrémités longitudinales soient en appui et roulent sur le carter, sur les pistes précitées. Il a de préférence une surface externe cylindrique. Il est par exemple réalisé en aluminium.

REVENDICATIONS

1. Dispositif (21) de revêtement d'une surface (16) d'un carter annulaire (10) de turbomachine, avec une couche abradable (18) obtenue par polymérisation d'une résine, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des premiers moyens de support (20, 22),
- des moyens d'étalement (60) d'une résine préalablement déposée sur ladite surface du carter, qui sont par exemple portés par lesdits premiers moyens et configurés pour étaler la résine sur ladite surface du carter, et
- des moyens (64) de dévidement d'un film plastique destiné à être intercalé entre lesdits moyens d'étalement et la résine, lesdits moyens de dévidement étant par exemple portés par lesdits premiers moyens.

2. Dispositif (21) selon la revendication 1, dans lequel il comprend en outre des seconds moyens (24) automatisés mobiles vis-à-vis des premiers moyens de support et comportant des moyens (52-58) de dépôt de ladite résine, qui sont configurés pour déposer la résine sur ladite surface du carter,

3. Dispositif (21) selon la revendication précédente, dans lequel lesdits moyens de dépôt (52-58) comprennent des moyens (54-56) de préparation de ladite résine par mélange d'au moins deux composants.

4. Dispositif (21) selon la revendication précédente, dans lequel lesdits moyens de préparation (54-56) comprennent des cartouches (54, 54') de stockage des composants et des moyens (56) de mélange des composants.

5. Dispositif (21) selon l'une des revendications 2 à 4, dans lequel les moyens de dépôt (52-58) comprennent au moins une canule (58) d'éjection de la résine.

6. Dispositif (21) selon l'une des revendications 2 à 5 dans lequel les seconds moyens (52-58) sont configurés pour être mobiles selon au moins deux axes, et de préférence trois axes.

7. Dispositif (21) selon l'une des revendications 2 à 6, dans lequel il comprend des moyens (78) de découpe de la résine et du film plastique, lesdits moyens de découpe étant par exemple montés mobiles vis-à-vis des premiers moyens de support (22) de façon indépendante desdits seconds moyens (24).

8. Dispositif (21) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens d'étalement comprennent une série de rouleaux (60) parallèles et montés libres en rotation.

9. Dispositif (21) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens de dévidement comprennent au moins un rouleau (64) de film plastique.

10. Dispositif (21) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les moyens de dévidement comprennent un premier rouleau (60a) configuré pour venir en premier au contact de la résine après son dépôt et pour étaler et comprimer cette résine, au moins un second rouleau (60b) configuré pour répartir la résine et expulser un surplus de résine vers les extrémités longitudinales du second rouleau, et un troisième rouleau (60c) configuré pour calibrer le diamètre interne du revêtement en résine.

11. Dispositif (21) selon la revendication précédente, dans lequel les premier et troisième rouleaux sont à surface externe cylindrique et par exemple en aluminium, et le second rouleau est à surface externe cylindrique bombée sensiblement au milieu du rouleau et par exemple en matière plastique.

12. Dispositif (21) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel il comprend des moyens (68) de raclage et d'enlèvement de ladite résine, après son dépôt sur ladite surface, lesdits moyens de raclage étant par exemple montés mobiles vis-à-vis des premiers moyens de support (22), de préférence de façon indépendante desdits seconds moyens (24).

13. Installation comportant un dispositif (21) selon l'une des revendications précédentes et un chariot (20) de transport et de mise en

rotation d'un carter annulaire (10) de turbomachine, ledit chariot comportant des moyens (34, 36, 40) de mise en rotation du carter autour d'un axe de révolution (A) du carter sensiblement horizontal.

14. Installation selon la revendication précédente, dans lequel lesdits moyens de mise en rotation comprennent un volant (40) d'entraînement en rotation du carter, au moins un pignon (36) relié au volant et configuré pour coopérer avec une couronne dentée (38) portée par le carter (10), et des galets (34) de soutien et de guidage en rotation du carter.

15. Installation selon la revendication 13 ou 14, dans lequel le chariot (20) comprend un volant (42) de déplacement du chariot, par exemple sur des rails.

16. Installation selon l'une des revendications 13 à 15, dans lequel le dispositif (21) comprend :

- des moyens de fixation (74) configurés pour coopérer avec des moyens complémentaires du chariot (20) afin de les immobiliser l'un par rapport à l'autre, et/ou
- des moyens de butée (76) configurés pour coopérer avec le carter ou un élément porté par le carter afin de limiter voire empêcher des déplacements du carter vis-à-vis du dispositif, le long dudit axe (A).

17. Installation selon l'une des revendications 13 à 16, dans lequel les seconds moyens (24) sont configurés pour être insérés au moins en partie dans ledit carter (10).

18. Installation selon l'une des revendications 13 à 17, dans lequel les seconds moyens comprennent un automate (24) qui est relié à une console de commande (26).

19. Procédé de revêtement d'une surface (16) d'un carter annulaire (10) de turbomachine, au moyen d'une installation selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes automatisées de :

- mise en rotation du carter,
- dépôt de résine sur ladite surface,
- étalement de la résine avec son recouvrement par un film plastique,

ces étapes étant, de préférence, arrêtées avant une rotation complète du carter.

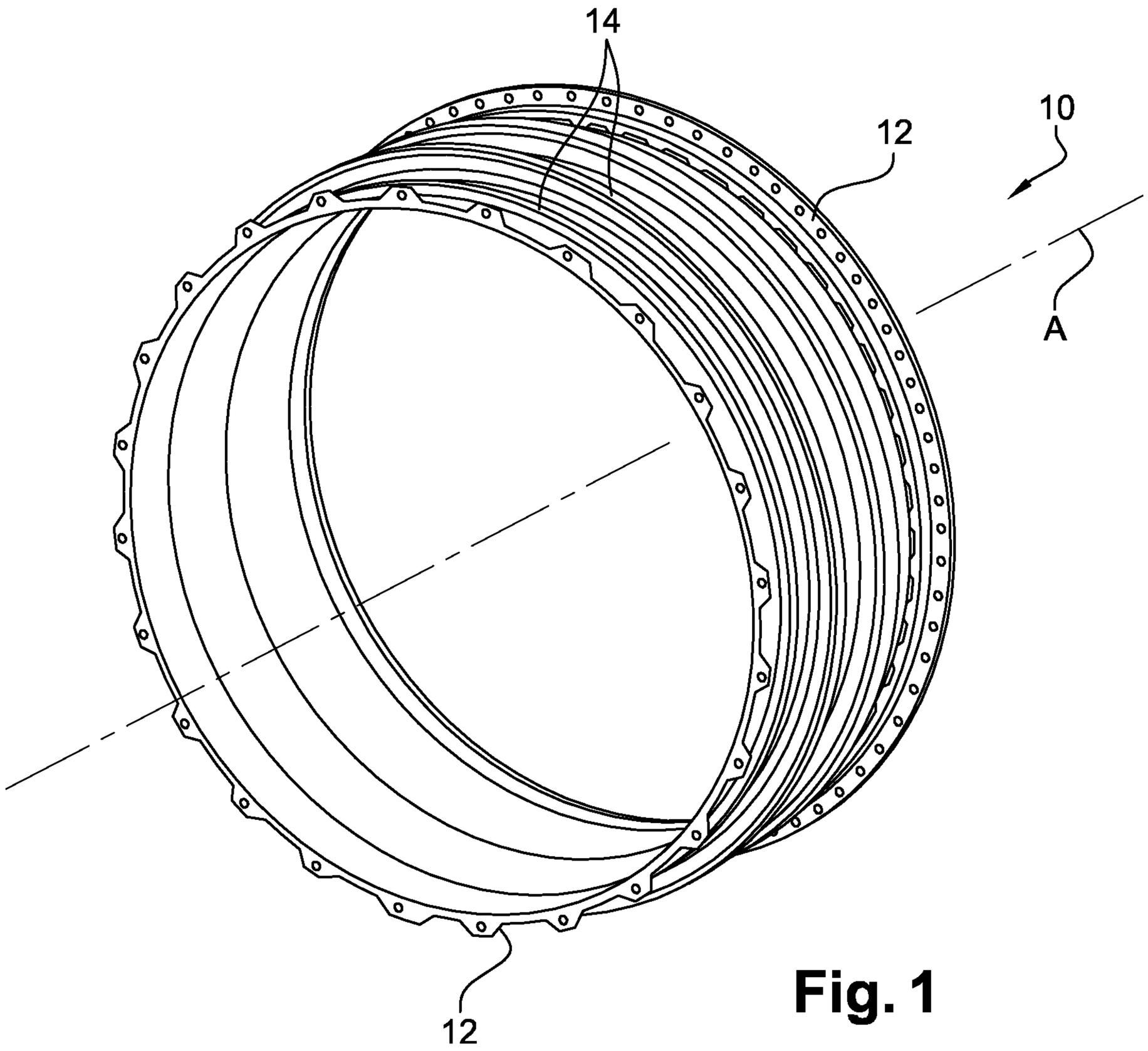


Fig. 1

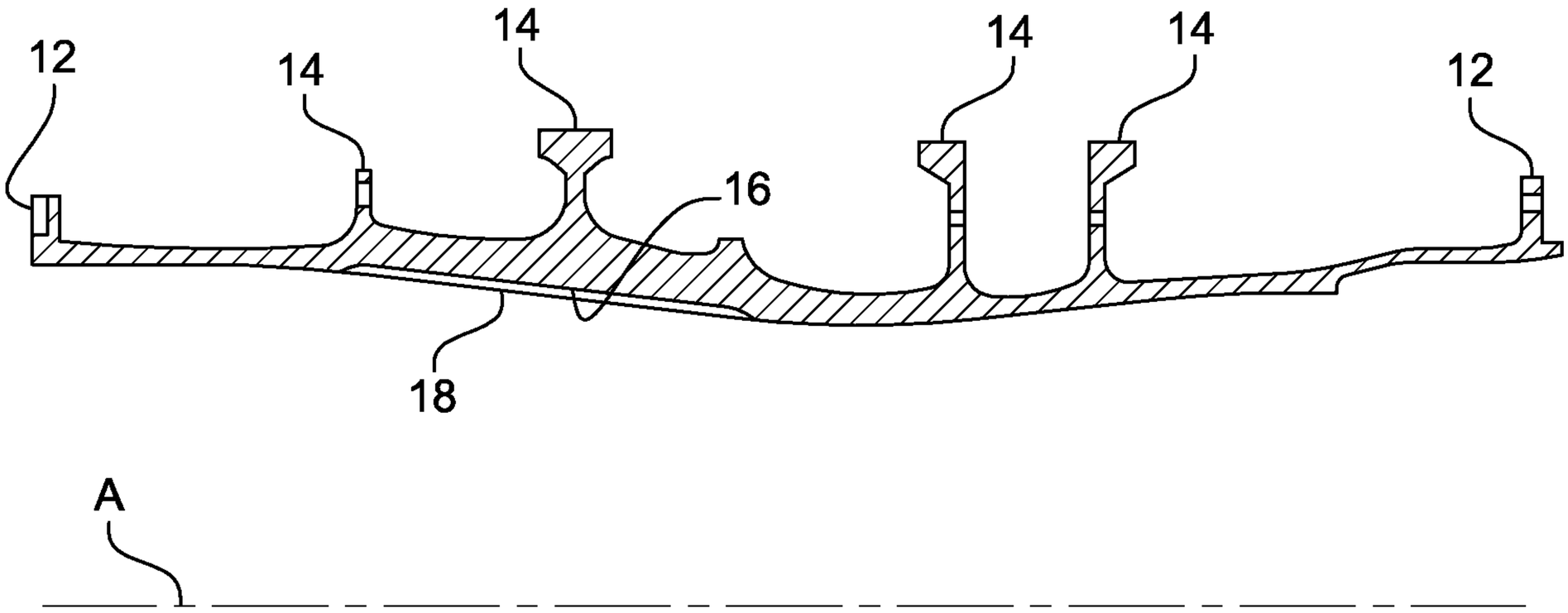


Fig. 2

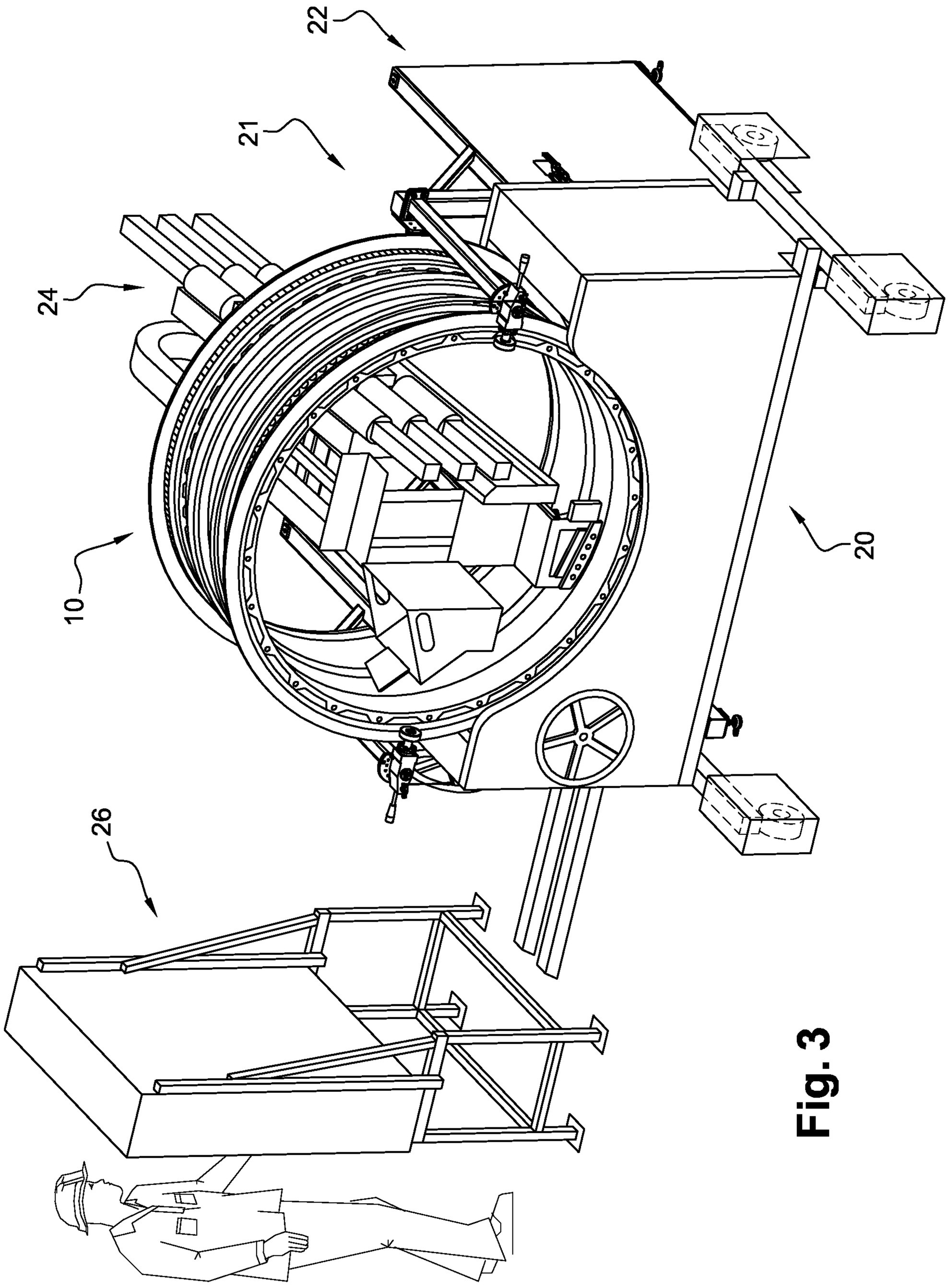


Fig. 3

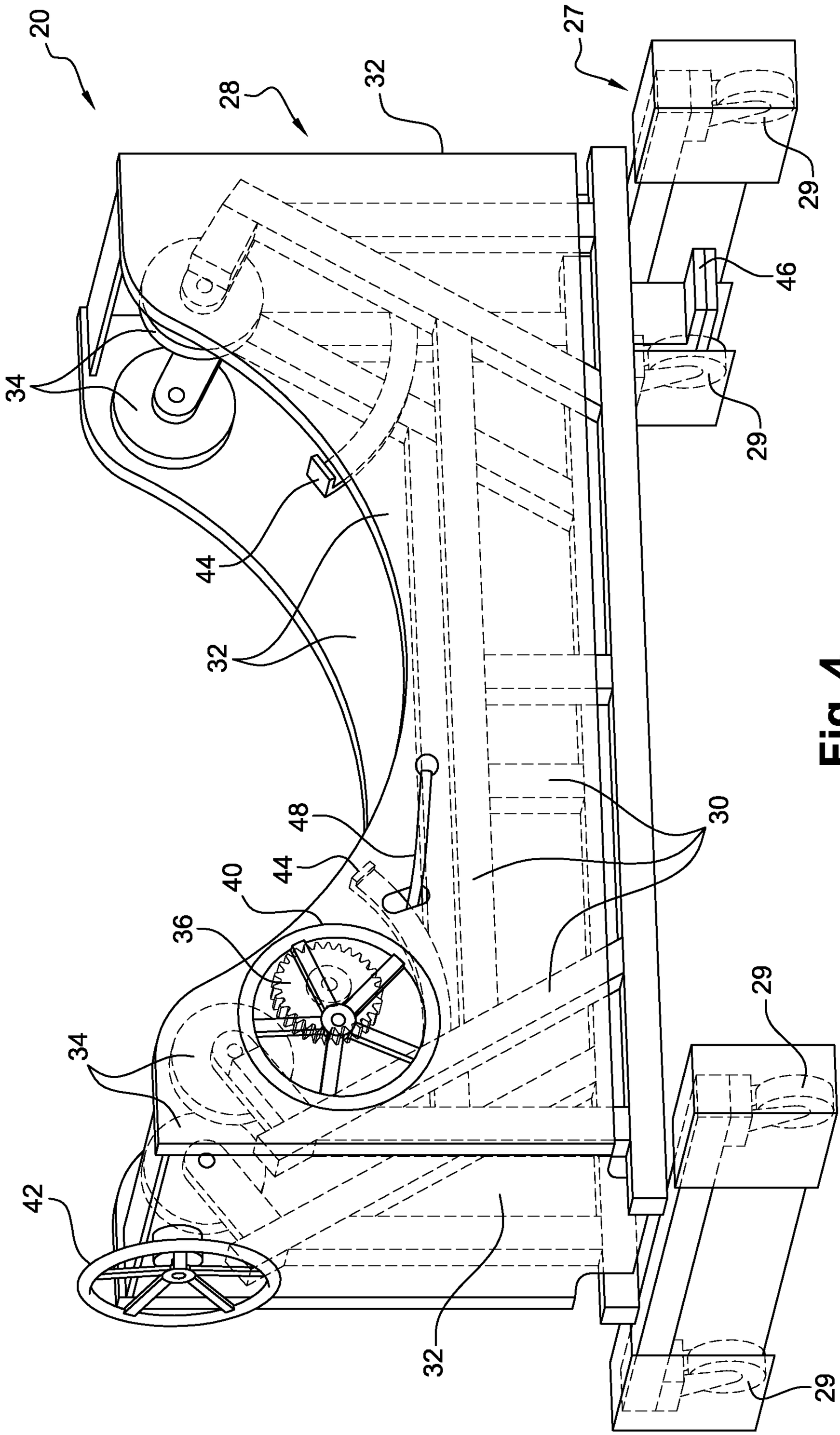


Fig. 4

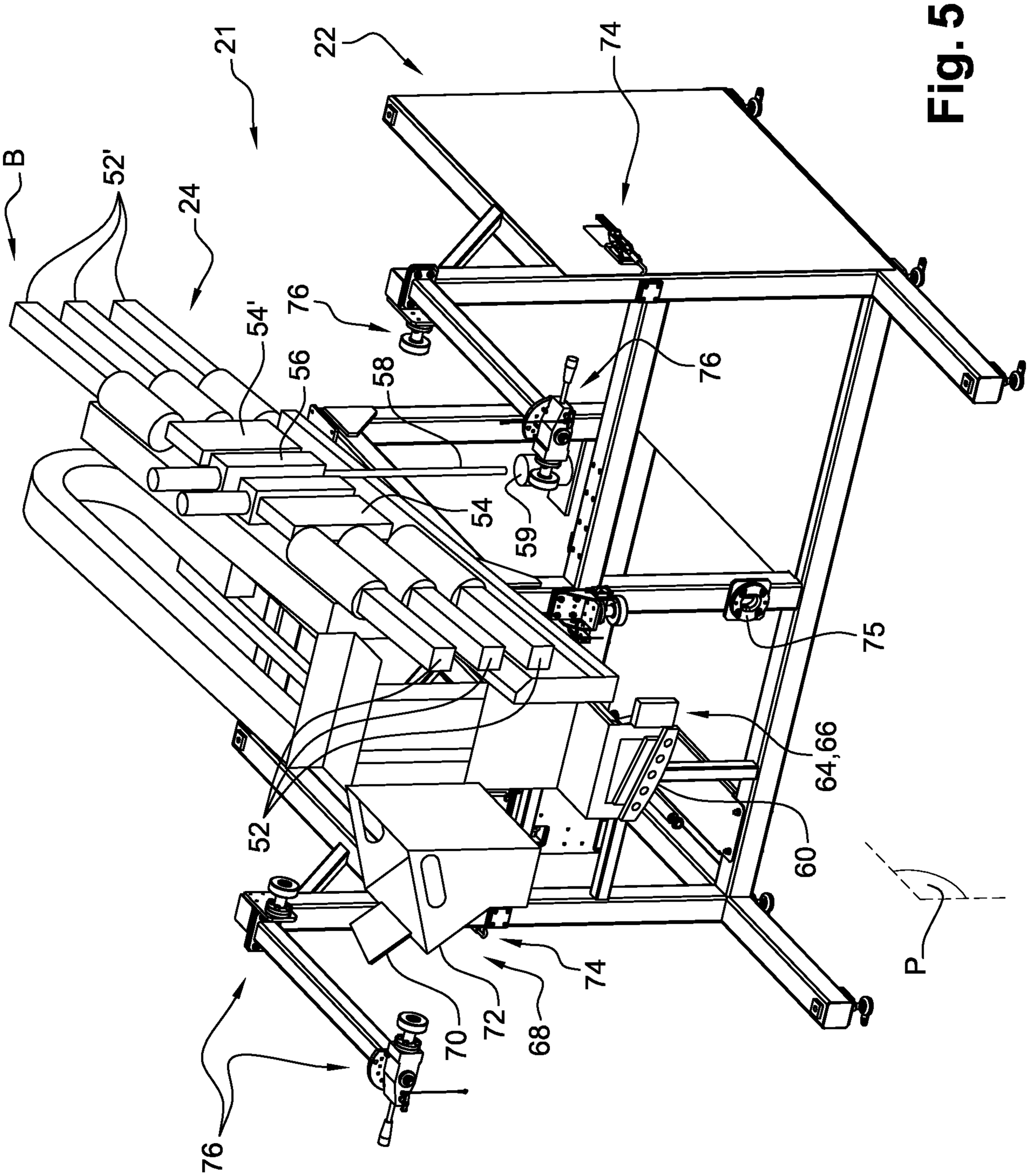


Fig. 5

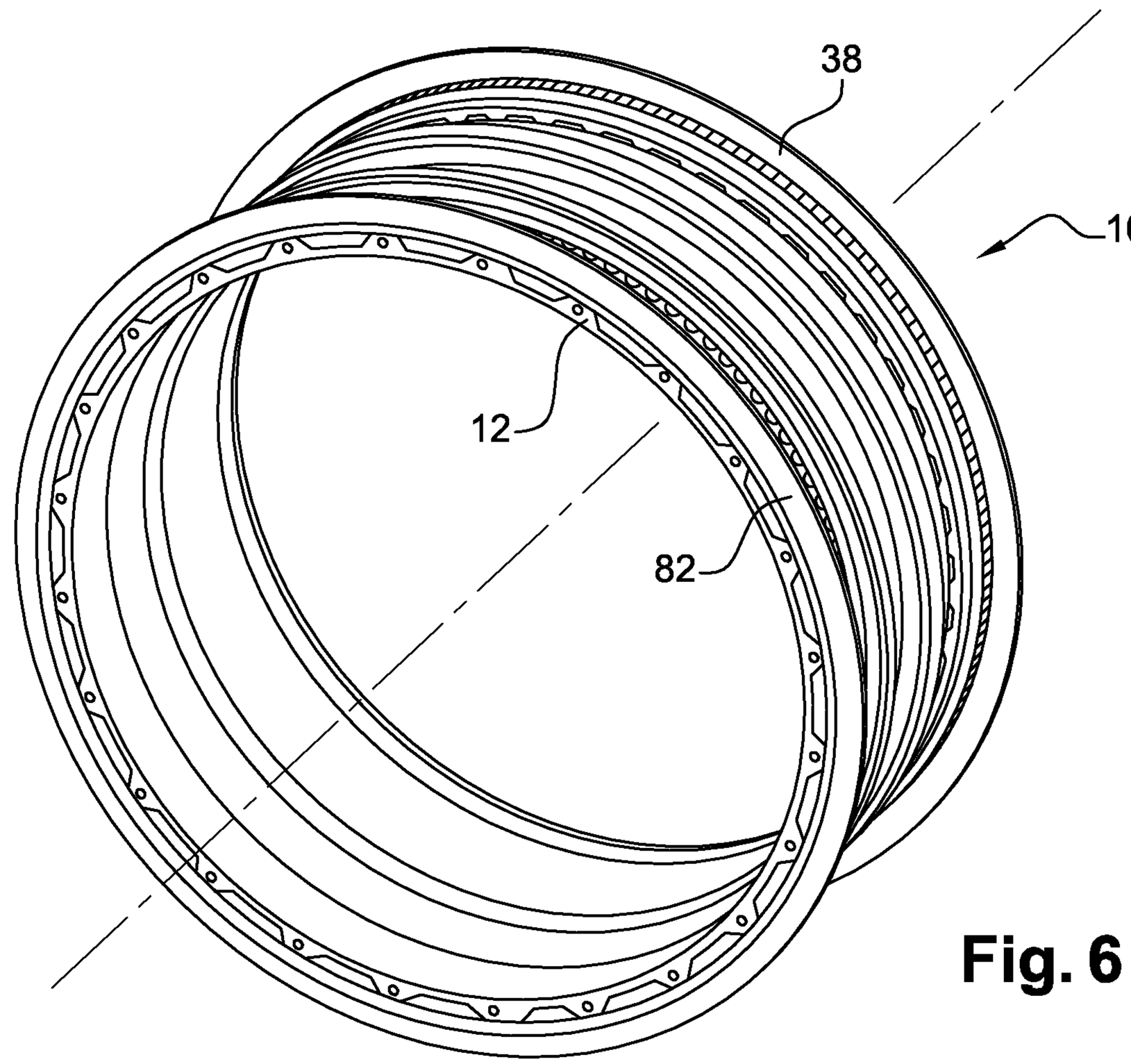


Fig. 6

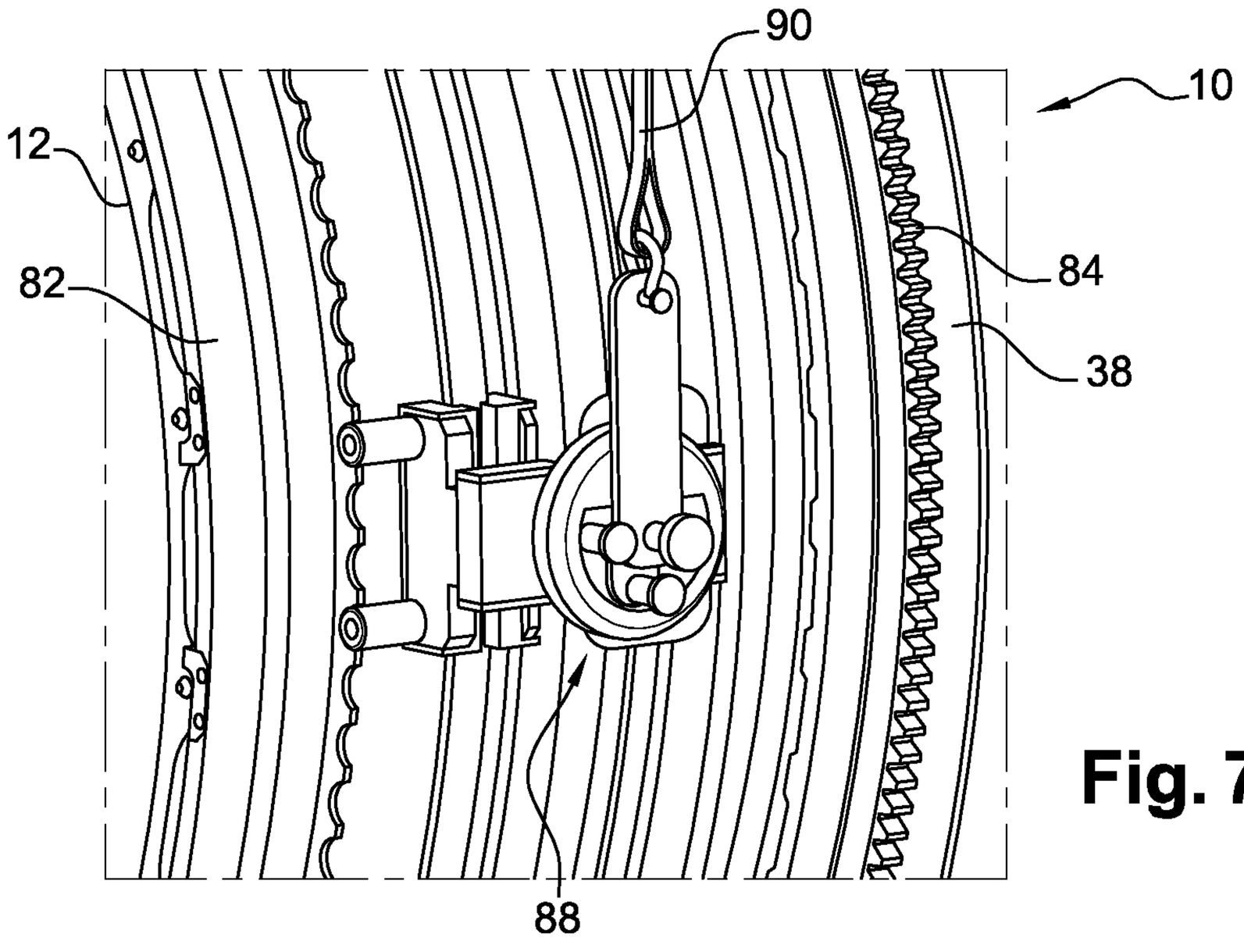


Fig. 7

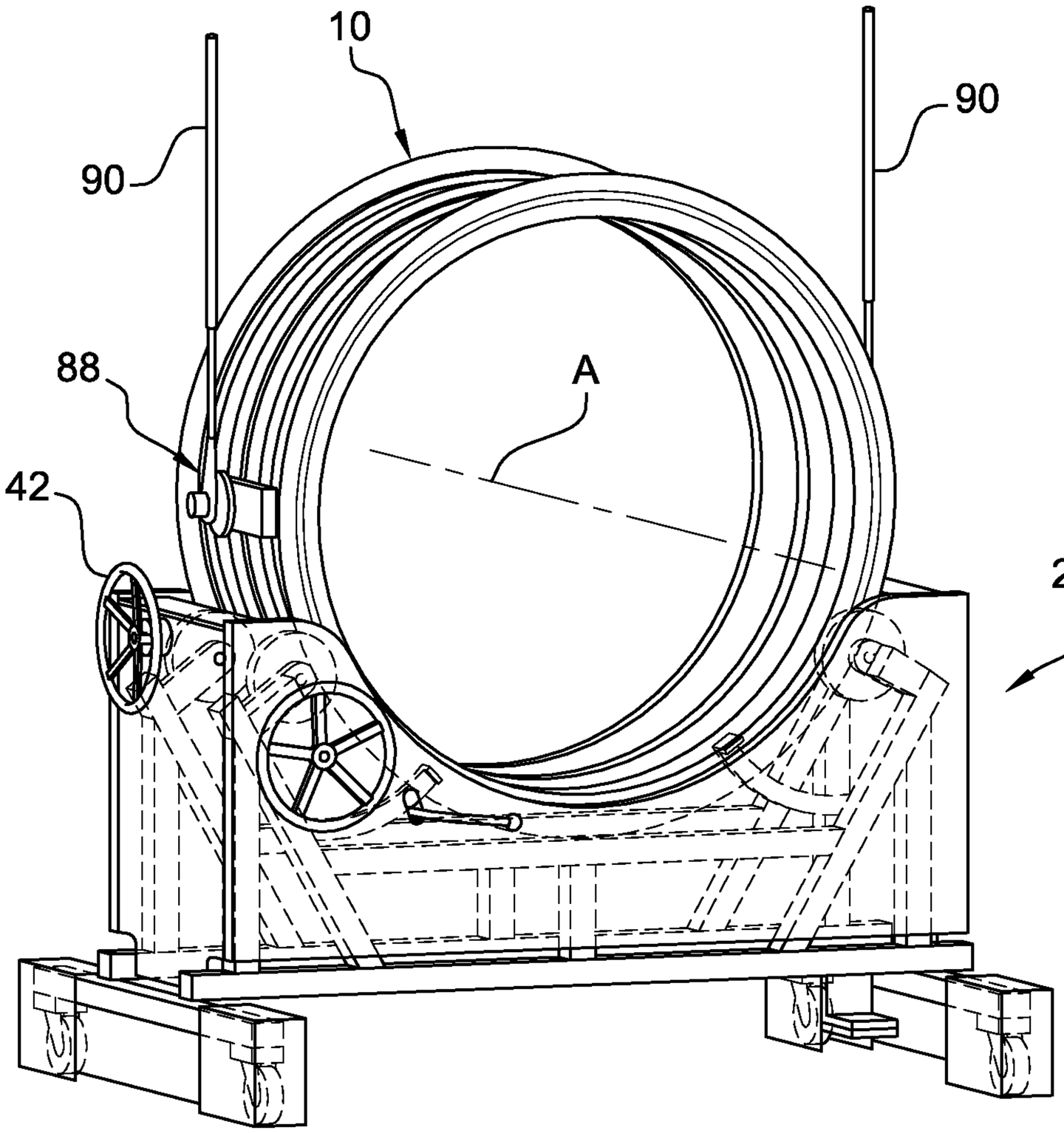


Fig. 8

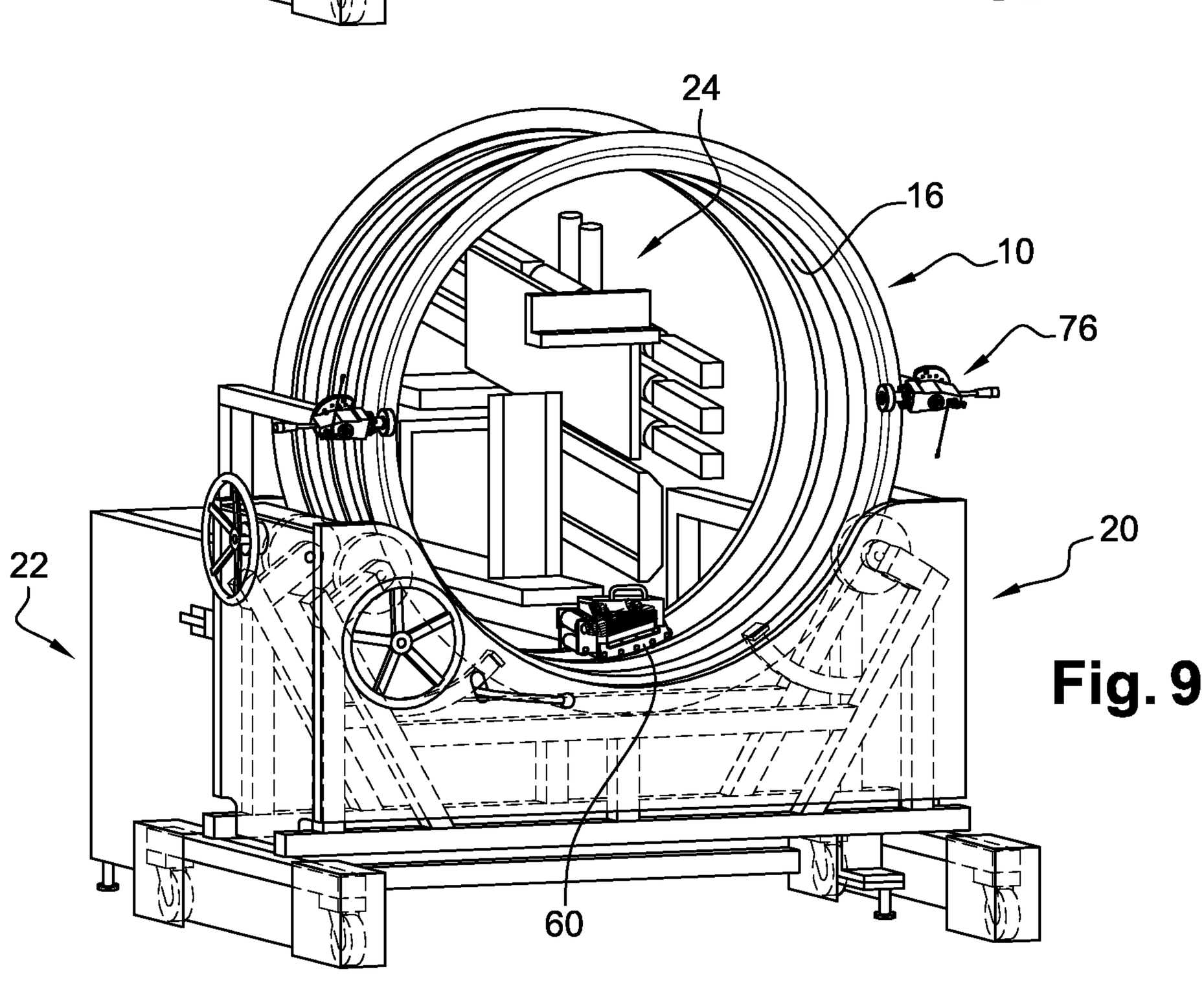


Fig. 9

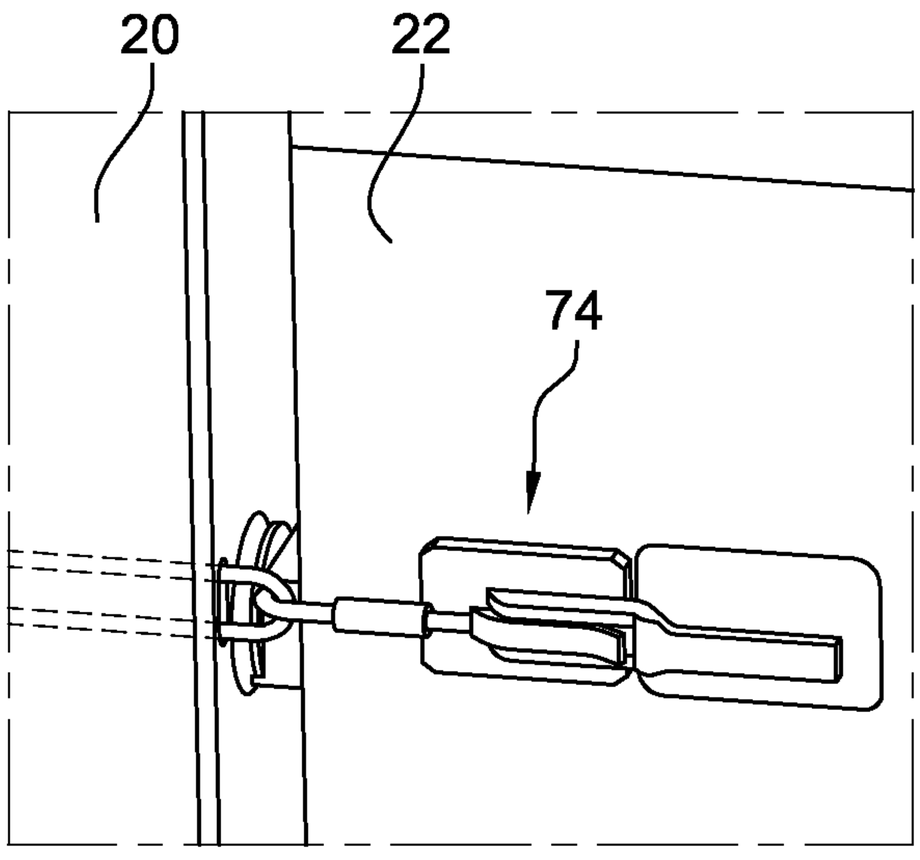


Fig. 10

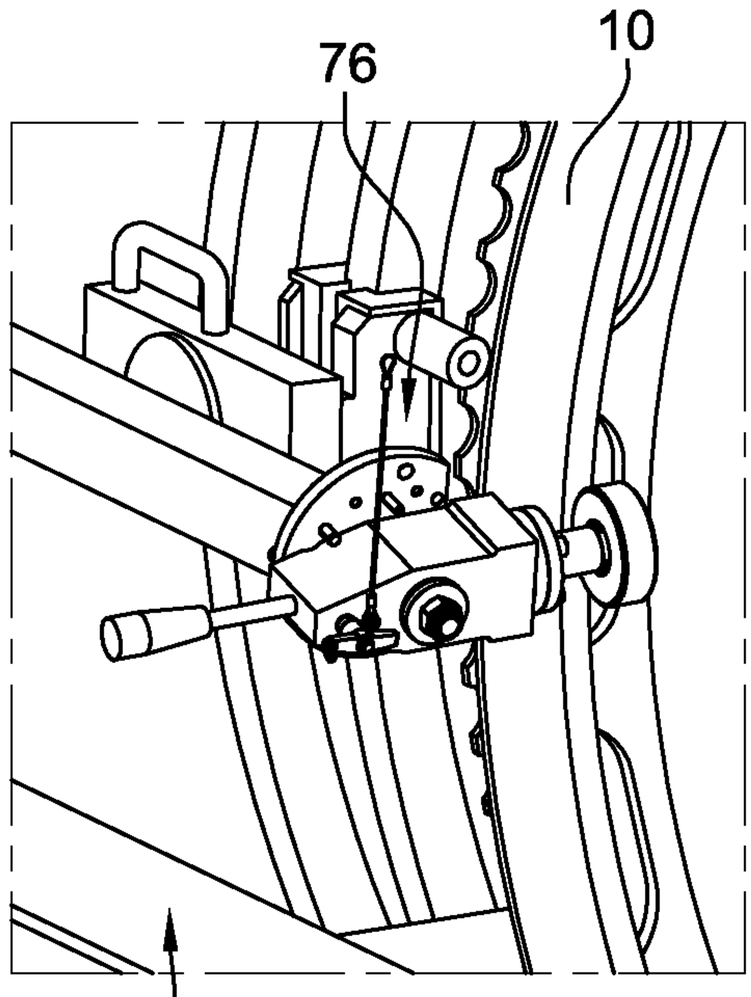


Fig. 11

Fig. 12

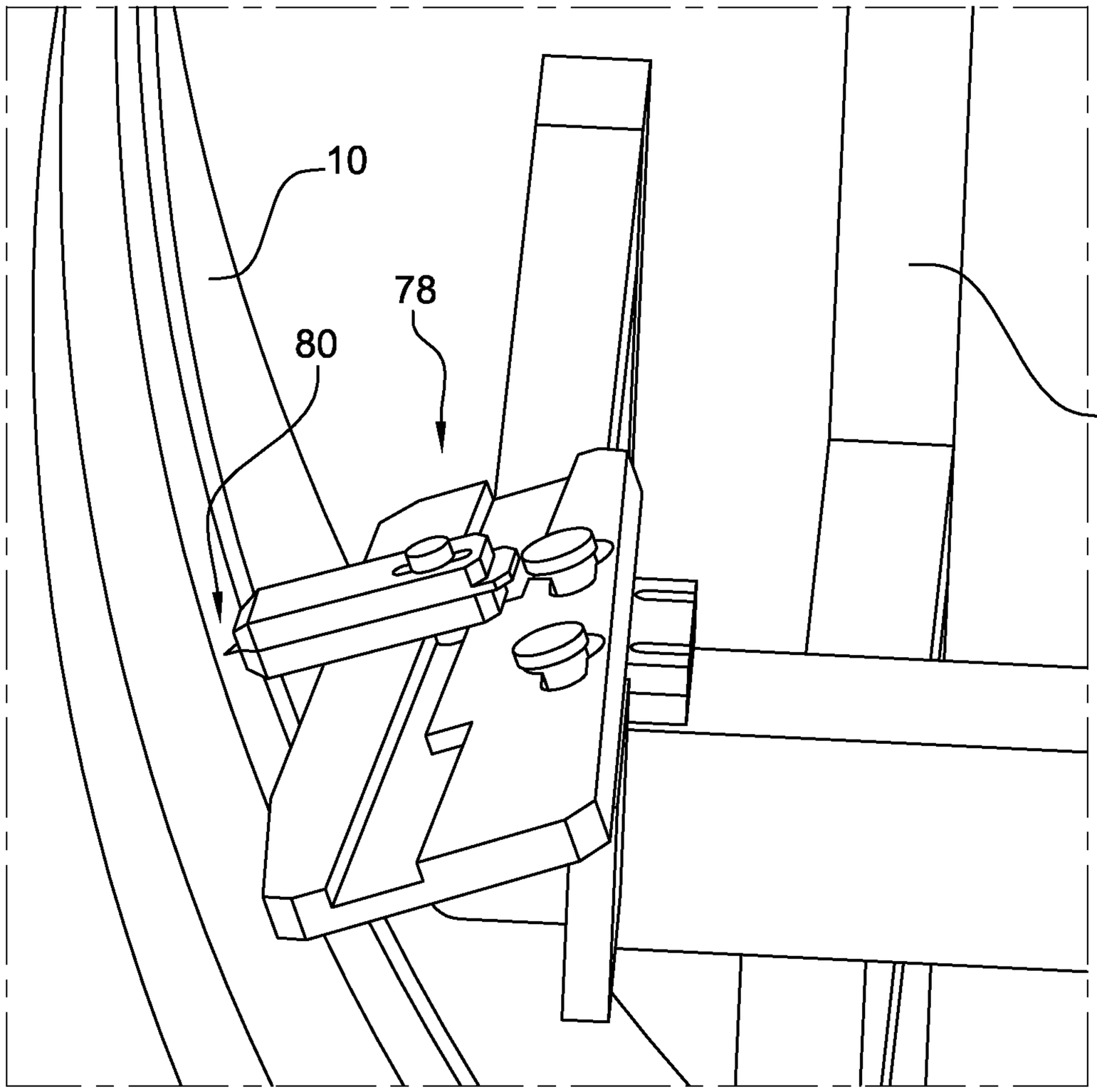


Fig. 13

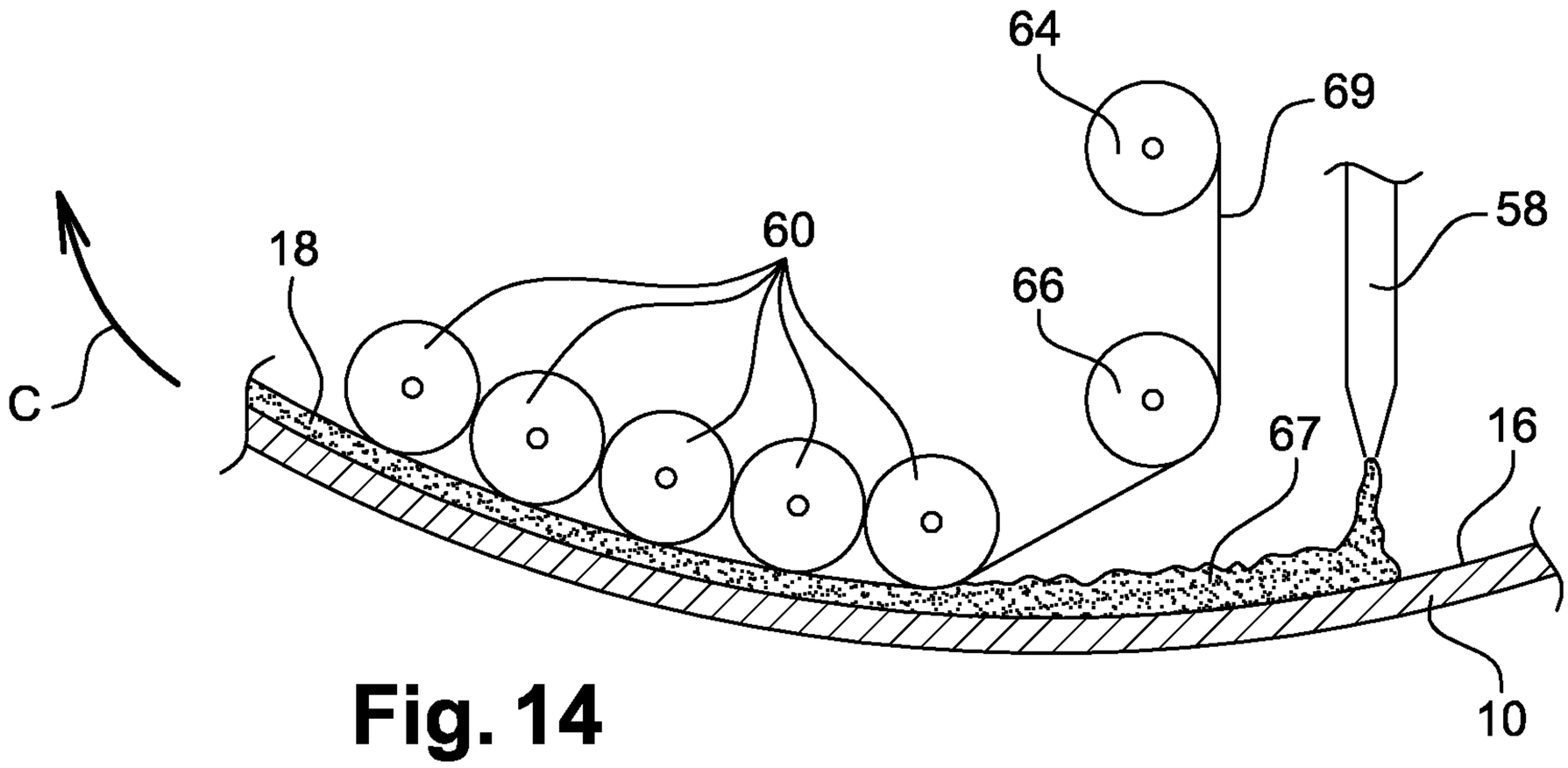


Fig. 14

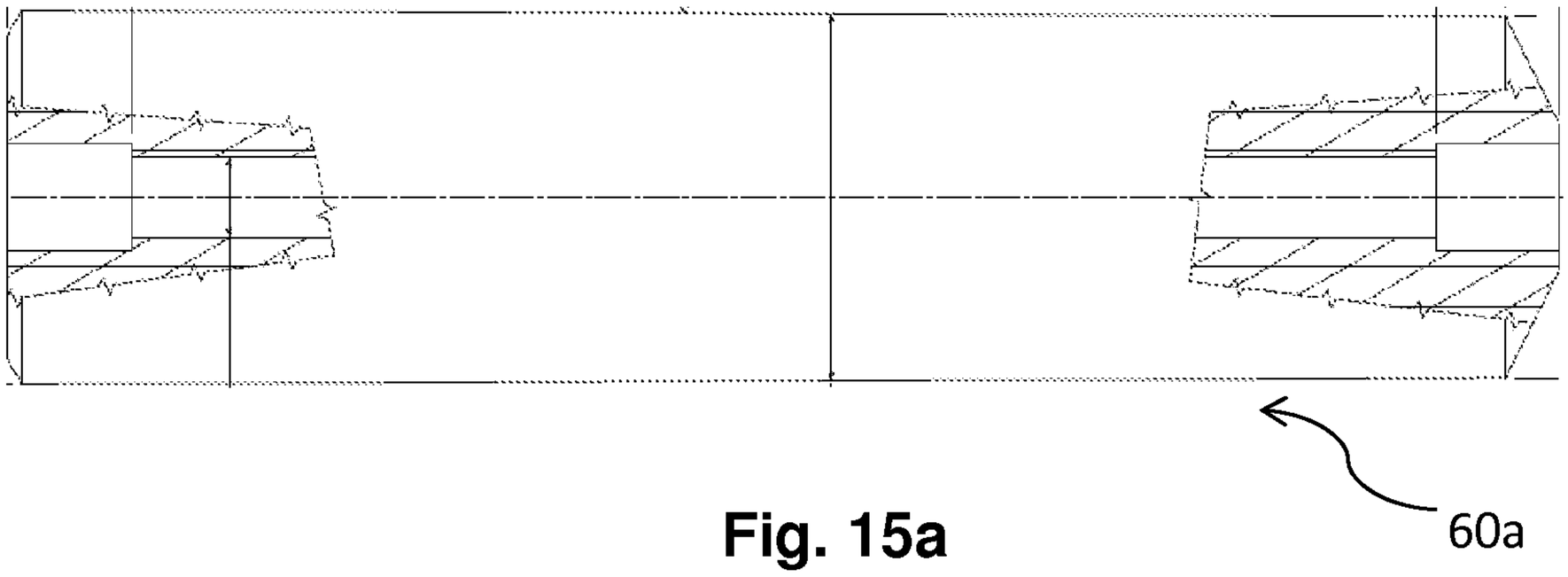


Fig. 15a

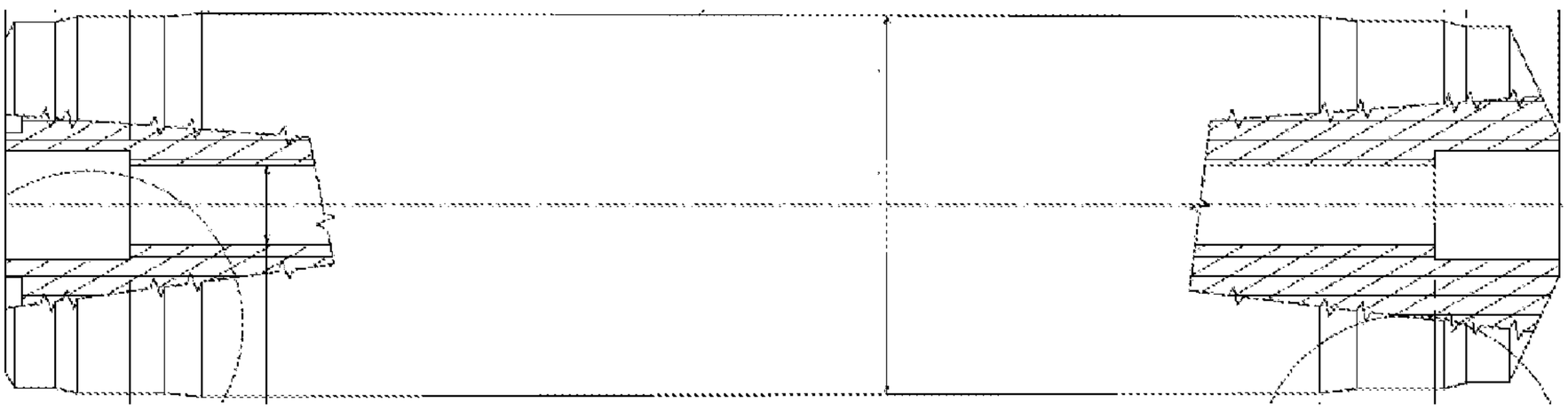


Fig. 15b

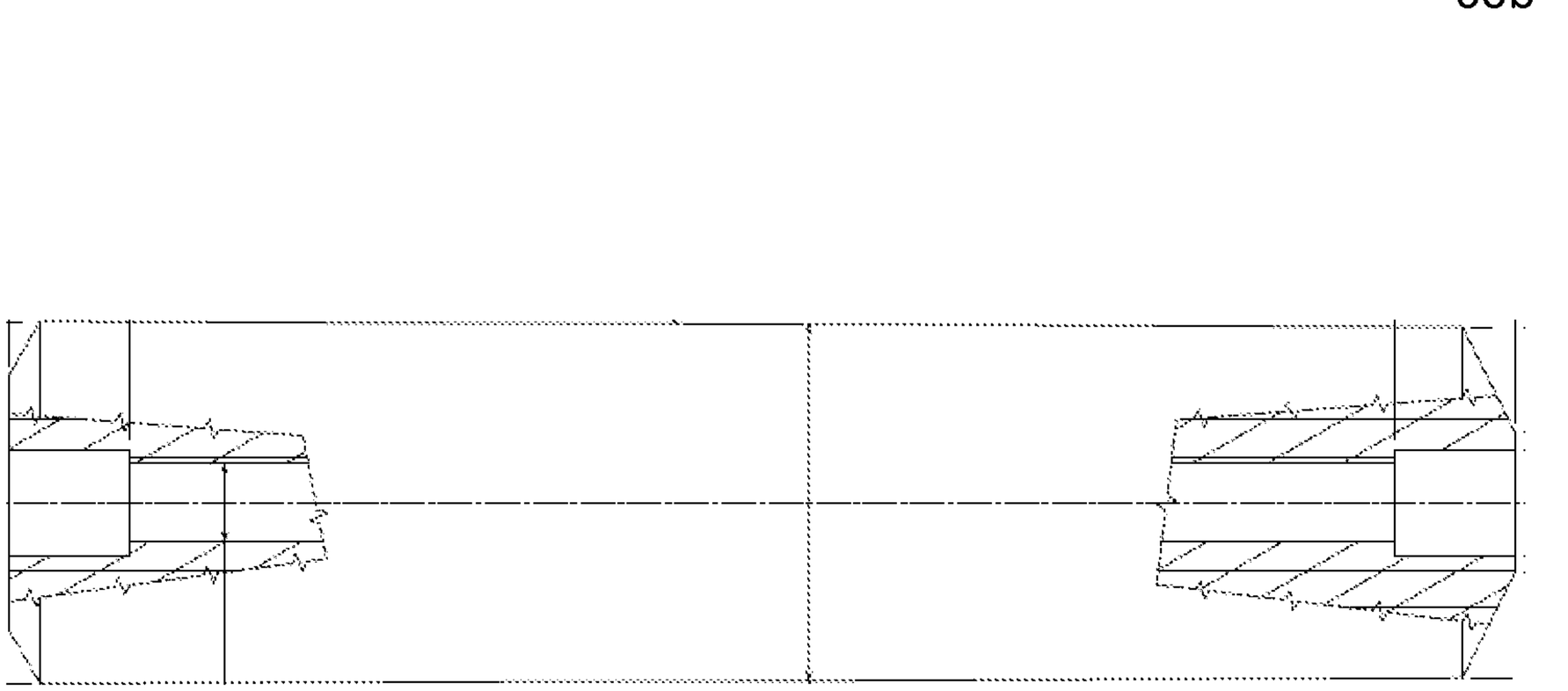


Fig. 15c

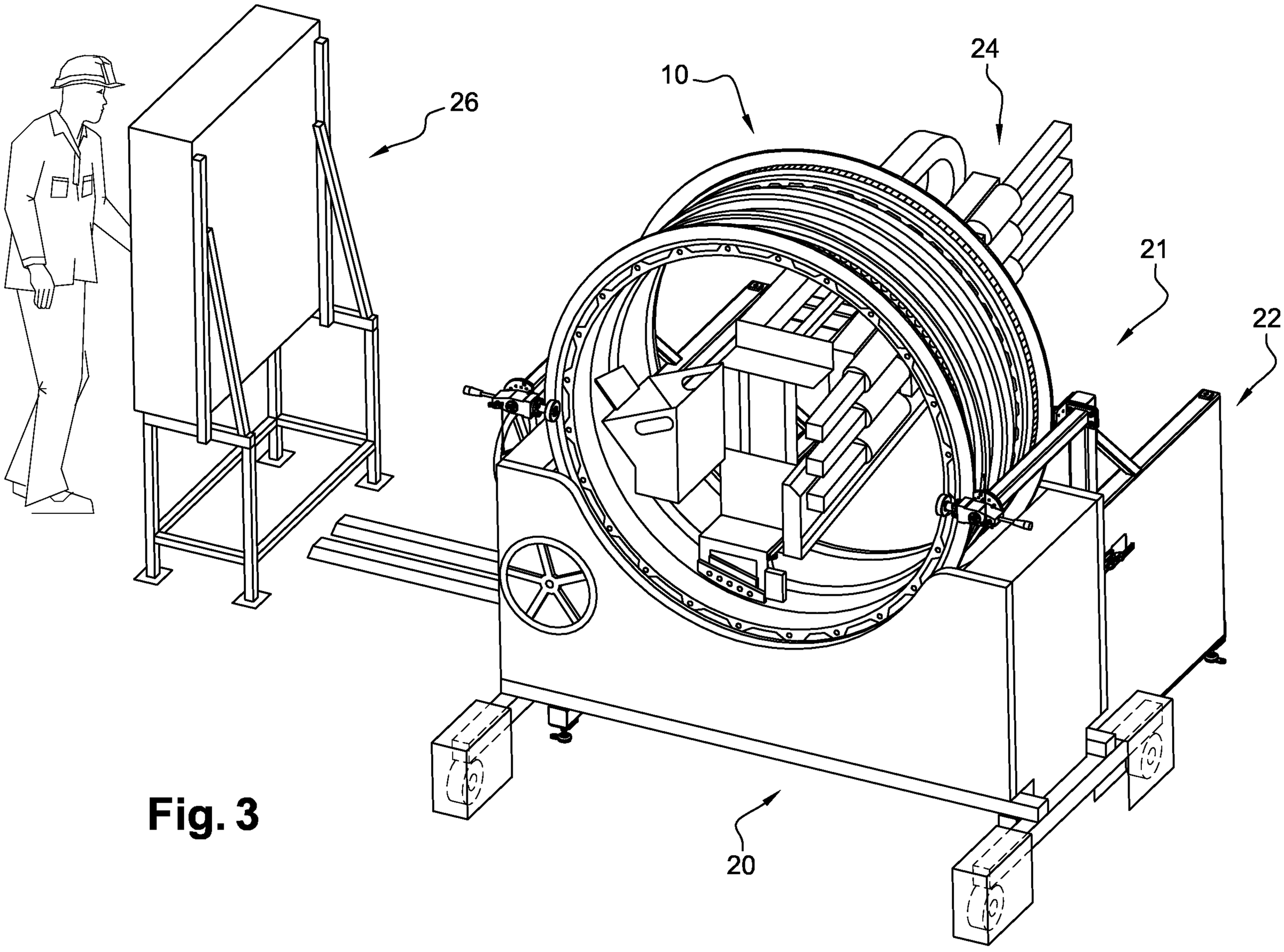


Fig. 3