



(11) **EP 1 998 910 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
01.09.2010 Bulletin 2010/35

(51) Int Cl.:
B21J 15/10^(2006.01) B21J 15/14^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **07727341.5**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2007/052868

(22) Date de dépôt: **26.03.2007**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2007/110406 (04.10.2007 Gazette 2007/40)

(54) **DISPOSITIF ET PROCEDE POUR L'ASSEMBLAGE PAR RIVETAGE DE TOLES**

VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR VERBINDUNG VON BLECHPLATTEN MITTELS NIETUNG
DEVICE AND METHOD FOR JOINING METAL SHEETS BY MEANS OF RIVETING

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

(30) Priorité: **27.03.2006 BE 200600189**

(43) Date de publication de la demande:
10.12.2008 Bulletin 2008/50

(73) Titulaire: **Sonaca S.A.
6041 Gosselies (BE)**

(72) Inventeur: **HARDOUIN-FINEZ, Maxime
F-59770 Marly (FR)**

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe et al
BREVALEX
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A1- 1 329 270 EP-A2- 0 293 257
US-A- 2 216 403 US-A- 2 978 791
US-A- 3 946 470 US-A- 6 108 896
US-A1- 2005 049 126**

EP 1 998 910 B1

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

Description**DOMAINE TECHNIQUE**

5 **[0001]** La présente invention se rapporte de façon générale au domaine de l'assemblage par rivetage de tôles ou structures métalliques minces, cette technique étant largement répandue dans les activités de constructions aéronautiques.

[0002] L'invention trouve en effet une application privilégiée mais non limitative dans le domaine de l'assemblage robotisé par rivetage de tôles d'aéronefs présentant une surface de perçage/rivetage de forte courbure, comme par
10 exemple le bord d'attaque d'une voilure, ou bien de plus faible courbure, comme un panneau de fuselage d'aéronef.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0003] Les dispositifs permettant d'assembler des tôles par rivetage ont déjà été largement développés dans l'art
15 antérieur. Un exemple de réalisation est connu du document US 2 978 791, sur lequel se base le préambule des revendications 1 et 21.

[0004] Dans l'industrie aéronautique, ces dispositifs intègrent généralement un châssis portant un système de perçage, un système de rivetage, ainsi qu'un système de presse-tôles. Le système de presse-tôles est généralement piloté en premier de manière à établir le contact avec les tôles à assembler, puis c'est au tour du système de perçage de venir
20 percer les tôles afin d'obtenir un trou dans lequel est ensuite inséré un rivet, délivré par le système de rivetage. A titre indicatif, il est noté que le système de presse-tôles peut éventuellement être doublé par un second système de presse-tôles afin de mettre sous pression les deux cotés de l'assemblage de tôles. D'autre part, selon les possibilités d'accès à cette structure, les rivets sont mis en place depuis un seul côté des tôles à assembler, ou bien depuis les deux cotés de celles-ci.

[0005] L'ensemble formé par le châssis portant les différents systèmes mentionnés ci-dessus est habituellement placé à l'extrémité d'un bras robotisé du dispositif, qui permet donc d'amener cet ensemble à l'endroit désiré par rapport aux
25 tôles à assembler.

[0006] Les systèmes de perçage et de rivetage des dispositifs connus, tels que décrits dans le document EP 1 329 270, sont généralement pilotés de manière à ce que la tête de rivetage et la tête de perçage soient alternativement amenées dans l'axe de travail du dispositif, afin d'y effectuer une ou plusieurs opérations leur étant spécifiques et
30 impliquant d'autres mises en mouvement.

[0007] Cette manière d'opérer qui nécessite donc la mise en mouvement séquentielle des systèmes de perçage et de rivetage, requiert la présence d'une chaîne cinématique d'entraînement relativement complexe combinant une multitude de moyens de mise en rotation et de mise en translation, et qui se traduit non seulement par une masse élevée
35 et un encombrement global important, mais surtout par un manque de précision dans le perçage.

[0008] En effet, on a pu constater un manque évident de rigidité de la tête de perçage résultant du nombre important de moyens de mise en mouvement auquel il est associé, mais aussi dû en particulier au fait que cette pluralité de moyens de mise en mouvement est propice à l'apparition dans le temps de variations cinématiques internes propres à l'outillage, qui favorisent l'apparition de jeux. Ces variations, combinées à la flexibilité du bras robotisé porteur de ces systèmes,
40 ne permettant naturellement pas au système de perçage de présenter une rigidité suffisante dans l'axe de perçage, capable de garantir la formation d'un trou parfaitement circulaire et/ou d'une fraisure régulière.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

45 **[0009]** L'invention a donc pour but de proposer un dispositif et un procédé pour l'assemblage par rivetage de tôles remédiant aux problèmes mentionnés ci-dessus, et relatifs aux réalisations de l'art antérieur.

[0010] Pour ce faire, l'invention a pour objet un dispositif pour l'assemblage par rivetage de tôles, tel que défini dans la revendication indépendante 1.

[0011] Avantageusement, le dispositif selon l'invention procure une meilleure précision dans le perçage, étant donné
50 que la chaîne cinématique d'entraînement associée au système de perçage peut être simplifiée par rapport à celle rencontrée dans l'art antérieur. En effet, il n'est à présent plus nécessaire de mettre en mouvement le système de perçage pour assurer la mise en place alternative, dans l'axe de travail, des systèmes de rivetage et de perçage.

[0012] Cela s'explique par le fait que la solution proposée implique que la tête de perçage reste en permanence dans l'axe de travail du dispositif, que ce soit durant l'opération de perçage ou durant l'opération de rivetage, puisque c'est
55 le système de rivetage lui-même qui est conçu pour que sa tête de rivetage soit tour à tour dégagée de l'axe de travail, et orientée selon celui-ci en se situant en avant par rapport à la tête de perçage avec laquelle cette tête de rivetage est alors également alignée.

[0013] Par conséquent, l'agencement proposé procure une rigidité très importante dans l'axe de perçage, capable

de garantir la formation d'un trou parfaitement circulaire et d'une fraisure régulière.

[0014] De plus, il est noté que la simplification de la chaîne cinématique d'entraînement associée au système de perçage a non seulement pour but de réduire les risques d'apparition dans le temps de variations cinématiques internes propres à l'outillage et favorisant l'apparition de jeux, mais conduit aussi avantageusement à diminuer la masse du dispositif ainsi que son encombrement global.

[0015] De plus, l'emploi d'un parallélogramme déformable permet globalement de simplifier encore davantage la conception du dispositif

[0016] L'emploi d'un parallélogramme déformable, assimilable à un pantographe, assure d'une façon générale un séquençage simplifié de l'opération de rivetage qui suit l'opération de perçage, donc procure une meilleure efficacité au dispositif. En effet, comme cela sera détaillé ultérieurement, il est noté que le parallélogramme est conçu pour se déformer afin d'amener la tête de rivetage dans sa position de travail dans laquelle les axe de tête de perçage et axe de tête de rivetage sont confondus, cette déformation pouvant avantageusement s'effectuer automatiquement lors d'un simple déplacement du second chariot, de préférence parallèlement à l'axe de tête de perçage.

[0017] De plus, comme indiqué précédemment, il est de préférence prévu que le parallélogramme se déforme de manière prédéterminée lors d'une simple mise en mouvement du second chariot selon une direction de coulissement, de préférence identique à la direction de déplacement de la tête de rivetage en fin d'opération de rivetage, c'est-à-dire selon une direction de l'axe de travail du dispositif, elle-même parallèle à la direction de l'axe de tête de perçage. Par conséquent, ce mode de réalisation préféré est remarquable en ce que le séquençage de l'opération de rivetage est simplifié à l'extrême, étant donné qu'il consiste uniquement à mettre le second chariot en mouvement selon la direction de coulissement.

[0018] Selon l'invention, le système mécanique de déformation est un système de guidage comprenant un pion solidaire de l'un des deux bras parallèles, le pion coulissant dans une gorge d'aiguillage lors d'une mise en mouvement du second chariot selon la direction de coulissement. La gorge, assimilable à une rampe ou une piste d'aiguillage, dispose d'une forme adaptée assurant la déformation du parallélogramme désirée.

[0019] A ce titre, il est noté que la gorge d'aiguillage présente de préférence successivement une première portion permettant de maintenir le parallélogramme dans sa première configuration plaçant la tête de rivetage dans sa position de repos, une seconde portion permettant de déformer progressivement le parallélogramme jusqu'à ce qu'il adopte sa seconde configuration plaçant la tête de rivetage dans sa position de travail, et une troisième portion permettant de maintenir le parallélogramme dans sa seconde configuration, afin d'autoriser une opération de rivetage. Les trois portions jointives sont de préférence chacune rectiligne, respectivement orientées selon trois droites distinctes. A cet égard, on prévoit préférentiellement que les première et troisième portions sont parallèles entre elles et parallèles à l'axe de travail, tandis que la seconde portion est inclinée par rapport à celles-ci afin d'assurer le rapprochement progressif de la tête de rivetage vers l'axe de travail. Enfin, il est indiqué que la gorge d'aiguillage, qui se situe de préférence dans un plan, pourrait ne pas comprendre la première portion précitée, mais uniquement les deux autres portions assurant respectivement d'abord la déformation du parallélogramme afin d'amener la tête de rivetage dans sa position de travail, puis ensuite le maintien du parallélogramme déformé afin de mettre cette tête en translation pour accomplir l'opération de rivetage selon l'axe de travail.

[0020] De préférence, le dispositif comprend un châssis portant la gorge d'aiguillage et sur lequel sont montés chacun des système de rivetage et système de perçage, les premier et second chariots étant chacun agencé de manière à pouvoir coulisser de façon rectiligne par rapport au châssis selon la même direction de coulissement, le système de perçage comportant des moyens de mise en mouvement du premier chariot dans la direction de coulissement, et le système de rivetage comportant également des moyens de mise en mouvement du second chariot dans la direction de coulissement.

[0021] Alternativement, on pourrait prévoir que les premier et second chariots coulisseraient respectivement selon deux directions différentes, à savoir non parallèles entre-elles. D'autre part, une autre possibilité serait d'employer les mêmes moyens de mise en mouvement pour déplacer les premier et second chariots, d'une manière identique ou similaire à celle exposée ci-dessus intégrant des moyens d'accouplement.

[0022] Afin de limiter au mieux l'encombrement global du dispositif, les moyens de mise en mouvement du second chariot dans la direction de coulissement comprennent un vérin sans tige, d'une conception classique et connue de l'homme du métier. Une solution alternative aurait par exemple pu consister à employer un moteur linéaire, tel que cela est préférentiellement retenu pour réaliser les moyens de mise en mouvement du premier chariot. Dans un tel cas, le moteur linéaire employé est du type de ceux répandus dans le commerce.

[0023] Toujours de manière préférentielle, quel que soit le mode de réalisation préféré considéré, le premier chariot est monté sur deux rails de guidage solidaires du châssis, à l'aide d'une pluralité de patins en forme d'étrier coopérant avec les deux rails de guidage et étant solidaires du premier chariot. On peut alors prévoir que chacun de ces deux rails de guidage du premier chariot dispose d'une âme agencée respectivement dans deux plans inclinés formant conjointement un V en coupe prise orthogonalement à l'axe de tête de perçage.

[0024] Ainsi, l'activation du solénoïde d'un élément primaire du moteur linéaire permet de créer des forces électro-

magnétiques assurant le déplacement sur les rails du premier chariot, et également une attraction de celui-ci vers un élément secondaire prenant habituellement la forme d'une piste d'aimants permanents. Cette attraction a pour effet de créer un plaquage du premier chariot sur les rails de guidage, qui, du fait de leur disposition en V, aident fortement à conserver un centrage de la tête de perçage dans l'axe de travail. Effectivement, en opération, ces forces d'appui maintiennent en permanence le premier chariot sur les rails disposés en V, évitant de la sorte l'apparition de jeux générateurs de vibrations qui seraient extrêmement préjudiciables à la précision de perçage.

[0025] A titre indicatif, chacun des deux rails de guidage du premier chariot dispose de préférence d'une section transversale en forme de I.

[0026] Par ailleurs, on prévoit préférentiellement que le premier chariot est équipé d'une première tête de lecture apte à coopérer avec une règle optique placée sur le châssis. Cela permet d'effectuer des déplacements micrométriques maîtrisés du premier chariot sur le châssis du dispositif, et donc d'envisager la réalisation de trous/fraisures de dimensions extrêmement précises.

[0027] Le second chariot du système de rivetage est quant à lui de préférence monté sur un rail de guidage solidaire du châssis et également orienté selon la direction de coulissement, à l'aide d'au moins un patin en forme d'étrier coopérant avec le rail de guidage et étant solidaire du second chariot. Préférentiellement, on prévoit que ce rail soit distinct des deux rails de guidage sur lesquels est arrimé le premier chariot du système de perçage. A titre indicatif, le rail précité est utilisé aussi bien pour le cas où la tête de rivetage est montée sur des moyens de mise en rotation, que pour le cas où elle est portée par un parallélogramme déformable.

[0028] Le dispositif comporte en outre de préférence un système de presse-tôles agencé de manière à pouvoir coulisser de façon rectiligne par rapport au châssis, selon la direction de coulissement. Le système de presse-tôles comprend de préférence un troisième chariot monté sur le châssis, ainsi que des moyens de mise en mouvement de ce troisième chariot dans la direction de coulissement.

[0029] A cet égard, on prévoit préférentiellement que les moyens de mise en mouvement du troisième chariot prennent la forme d'un moteur linéaire, qui peut être tel qu'il a en commun avec le moteur linéaire du premier chariot un même élément secondaire fixe, à savoir la piste d'aimants permanents placés entre les deux rails de guidage du premier chariot. Cette spécificité permet également de réduire le nombre d'éléments cinématiques au sein du dispositif, avec pour conséquence une nouvelle réduction de la masse et de l'encombrement global du dispositif.

[0030] A ce titre, on peut également prévoir que le troisième chariot est monté sur les deux rails de guidage guidant le premier chariot, à l'aide d'une pluralité de patins en forme d'étrier coopérant avec ces deux rails de guidage et étant solidaires du troisième chariot.

[0031] Ici encore, le troisième chariot est équipé d'une seconde tête de lecture apte à coopérer avec une règle optique placée sur le châssis, qui est bien entendu de préférence identique à celle coopérant avec la première tête de lecture équipant le chariot du système de perçage. Comme mentionné précédemment, cela permet avantageusement d'envisager la réalisation de déplacements micrométriques du troisième chariot sur le châssis.

[0032] D'autre part, il est indiqué que le système de presse-tôles dispose d'une tête de presse-tôles montée sur le troisième chariot et définissant un axe de tête de presse-tôles confondu avec l'axe de tête de perçage.

[0033] On prévoit préférentiellement que le châssis est monté sur un bras robotisé du dispositif, par exemple par l'intermédiaire d'une tête cinq axes.

[0034] Par ailleurs, le dispositif comporte de préférence également un système de commande pourvu de moyens permettant de délivrer une consigne de vitesse d'avance d'un outil de perçage du dispositif, selon l'axe de tête de perçage, ainsi qu'une consigne de vitesse de rotation de cet outil, ces consignes étant fonction d'une information sur la raideur locale des tôles au niveau d'un trou à percer destiné à recevoir un rivet.

[0035] Ainsi, en prenant en compte une information sur la raideur locale des tôles pour commander l'opération de perçage d'un trou, qui de façon conventionnelle mais non limitative comprend la réalisation de ce trou ainsi que préférentiellement celle d'une fraisure destinée au logement de la tête de rivet, il est alors avantageusement possible de garantir la formation d'un trou parfaitement circulaire et sans délaminage dans le perçage d'un composite, ainsi qu'une fraisure régulière à l'extrémité de ce trou.

[0036] Enfin, l'invention a également pour objet un procédé d'assemblage par rivetage de tôles mis en oeuvre à l'aide d'un dispositif tel que celui qui vient d'être décrit.

[0037] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0038] Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels ;

- la figure 1 représente une vue en perspective d'une partie d'un dispositif pour l'assemblage par rivetage de tôles non couvert par l'invention, mais utile à la compréhension de celle-ci ;

- la figure 2 représente une vue éclatée en perspective du dispositif montré sur la figure 1 ;
- la figure 3 représente une vue en coupe prise selon le plan P de la figure 1 ;
- les figures 4 à 6 représentent des vues schématiques de différentes parties d'un système de commande équipant le dispositif montré sur les figures 1 à 3 ;
- 5 - les figures 7a à 7i montrent le dispositif des figures 1 à 3 à différents stades lors de la mise en oeuvre d'un procédé d'assemblage par rivetage de tôles ;
- la figure 8 représente une vue en perspective d'une partie d'un dispositif pour l'assemblage par rivetage de tôles, selon un mode de réalisation préféré de la présente invention ;
- la figure 9 représente une vue de face du dispositif montré sur la figure 8 ;
- 10 - la figure 10 représente une vue éclatée en perspective d'une partie du dispositif montré sur les figures 8 et 9, détaillant plus spécifiquement la conception du second chariot portant la tête de rivetage ;
- la figure 11 représente une vue schématique de dessus illustrant la gorge d'aiguillage servant à la déformation d'un parallélogramme déformable équipant le dispositif montré sur les figures 8 à 10 ; et
- 15 - les figures 12a et 12b montrent le dispositif des figures 8 à 11 à différents stades lors de la mise en oeuvre d'un procédé d'assemblage par rivetage de tôles selon un mode de réalisation préféré de la présente invention.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

[0039] En référence tout d'abord conjointement aux figures 1 à 3, on voit une partie d'un dispositif 1 pour l'assemblage par rivetage de tôles non couvert par l'invention, mais utile à la compréhension de celle-ci, qui sera décrite en référence aux figures 8 à 12b.

[0040] Les tôles concernées étant du type métalliques ou réalisées en tout autre matériau tel qu'en matériau composite.

[0041] Ce dispositif 1 comme la présente invention, trouvant une application privilégiée dans le domaine des constructions aéronautiques, peut être adapté pour permettre la pose automatique de tout type de rivets, tels que des rivets à tirer, et/ou des rivets frappés, et/ou des rivets écrasés, sans sortir du cadre de l'invention. Néanmoins, il est noté que le dispositif 1 est de préférence conçu pour travailler en aveugle, avec des rivets à tirer.

[0042] La partie du dispositif 1 représentée sur les figures 1 à 3 ne concerne qu'une portion terminale de ce dispositif, et constitue de préférence un outil montable/démontable destiné à être assemblé à l'extrémité d'un bras robotisé (non représenté) faisant préférentiellement partie intégrante de ce dispositif. A titre indicatif, il est noté que la jonction entre l'extrémité de ce bras robotisé, et la partie outil qui va à présent être décrite, peut être constituée par une tête cinq axes connue de l'homme du métier et autorisant une orientation très précise de cet outil dans l'espace.

[0043] Pour des raisons de clarté, la description du dispositif 1 va être effectuée en référence à un système d'axes de ce dispositif, qui est spécifiquement attaché à un châssis 2 de ce dernier, également appelé châssis de l'outil. Ainsi, on appelle X la direction longitudinale du dispositif, Y la direction orientée transversalement par rapport à ce dispositif, et Z la direction verticale ou de la hauteur, ces trois directions étant orthogonales entre elles. Naturellement, il doit être compris que le système d'axes précité se déplace selon un même mouvement que celui du châssis 2, piloté par le bras robotisé.

[0044] Le dispositif 1 comporte donc globalement, attachés au châssis 2, trois systèmes destinés à assurer des fonctions différentes, à savoir un système de perçage 4, un système de rivetage 6, ainsi qu'un système de presse-tôles 8. A titre informatif, il est indiqué que ces systèmes sont également dénommés actionneurs, ou encore effecteurs.

[0045] En ce qui concerne le système de perçage 4, ce dernier dispose d'un premier chariot 10 supportant l'ensemble de la broche de perçage 12, qui présente au niveau de sa partie avant une tête de perçage 14 équipée d'un outil de perçage 17 et définissant un axe de tête de perçage 16, également dit axe d'outil de perçage, selon lequel est agencé ce même outil. Plus précisément, la broche 12 est montée fixement sur le chariot 10, de sorte que la position relative entre l'axe de tête de perçage 16 orienté selon la direction X, et ce même chariot 10, est destinée à rester identique tout au long d'un cycle d'assemblage par rivetage. A titre indicatif, la tête de perçage 14 comporte classiquement l'outil de perçage 17, ainsi que le support de cet outil, du type mandrin ou similaire.

[0046] Le premier chariot 10 est monté sur le châssis 2 de manière à pouvoir coulisser de façon rectiligne par rapport à celui-ci, selon une direction de coulissement 18 parallèle à la direction X. Pour ce faire, le chariot 10 est monté coulissant sur deux rails de guidage 20 orientés selon la direction X, et donc par voie de conséquence également selon la direction de coulissement 18, ces deux rails 20 étant espacés l'un de l'autre dans la direction Y.

[0047] Plus précisément en référence à la figure 3 montrant une coupe transversale dans un plan P orienté selon les directions Y et Z et traversant le système de perçage 4, on peut voir que les deux rails 20, disposant par exemple d'une section transversale en forme de I, sont agencés de manière à ce que les deux âmes de ces I se situent respectivement dans deux plans inclinés P1, P2 formant conjointement un V. De plus, les semelles supérieures de ces deux rails 20 se situent donc également respectivement dans deux plans inclinés P3, P4 formant conjointement un V, la pointe de ce dernier V étant orientée dans la direction Z, vers le bas. Il est noté que ces deux V disposent chacun de deux branches symétriques entre elles par rapport à un plan vertical XZ passant par l'axe 16, et formant ensemble un angle d'environ 90°.

[0048] La disposition en V des semelles supérieures des rails 20 permet un réglage aisé et précis des chariots agencés sur ces rails, et permet globalement de bloquer de façon très satisfaisante les éventuels mouvements parasites de ces chariots lorsque ceux-ci sont en translation sur les rails.

[0049] Pour permettre l'arrimage sur les rails 20, le chariot 10 est équipé d'une pluralité de patins à billes 22 en forme d'étrier, par exemple prévus au nombre de quatre, avec deux d'entre eux associés à l'un des rails 20, et les deux restants associés à l'autre de ces rails. Chacun de ces patins 22 enserre donc la branche supérieure du I de l'un des deux rails 20, comme cela est le mieux visible sur la figure 3.

[0050] Pour permettre le déplacement dans la direction de coulisement 18 du premier chariot 10 par rapport au châssis 2, le système de perçage 4 intègre des moyens de mise en mouvement 24 qui prennent de préférence la forme d'un moteur linéaire intégrant un élément primaire mobile 26 embarqué sur le premier chariot 10, ainsi qu'un élément secondaire fixe 28 monté sur le châssis 2.

[0051] Comme cela est clairement visible sur les figures, le châssis 2 dispose en coupe selon un plan YZ d'une forme générale de U, aux deux extrémités duquel sont fixés les deux rails 20. Entre les deux branches de ce U, il est prévu une piste magnétique constituée d'aimants permanents en terre rare, alternant tout au long de cette même piste les polarisations Nord et Sud. Cette piste, placée sous le premier chariot 10, constitue alors l'élément secondaire fixe 28 du moteur linéaire 24.

[0052] Ainsi, l'activation du solénoïde équipant l'élément primaire mobile 26 du moteur linéaire 24 permet de créer des forces électromagnétiques assurant d'une part le déplacement selon la direction X du premier chariot 10 sur les rails 20, et d'autre part une attraction selon la direction Z de ce même chariot 10 vers l'élément secondaire fixe 28.

[0053] Afin d'obtenir une précision micrométrique dans le déplacement du chariot 10, on prévoit que ce dernier est équipé d'une tête de lecture 30 coopérant avec une règle optique 32 placée sur le châssis 2, selon la direction X. De préférence, cette règle 32 est constituée d'un barreau de verre portant des graduations de très hautes précisions. Ainsi, la tête de lecture 30 convertit en signaux électroniques la détection des gravures lues sur la règle 32 lors du passage du chariot 10, pour en donner sa position exacte sur les rails de guidage 20.

[0054] La description du système de perçage 4 qui vient d'être effectuée fait ressortir une spécificité, à savoir que l'axe de tête de perçage 16 est prévu pour rester en permanence dans l'axe de travail du dispositif, et n'est donc en aucun cas destiné à être animé d'un mouvement par rapport au châssis 2 durant le fonctionnement du dispositif.

[0055] Toujours en référence aux figures 1 à 3, le système de rivetage 6 comporte quant à lui un second chariot 34 supportant l'ensemble de l'outil de rivetage 36 ou riveteuse, qui comprend dans sa partie avant une tête de rivetage 38, définissant quant à elle un axe de tête de rivetage 40 parallèle aux directions X et 18. Plus précisément, la tête de rivetage 38, et plus généralement l'ensemble de l'outil de rivetage 36, est monté solidairement à l'avant d'un bras de déportation 42 s'étendant globalement selon la direction X, et dont la partie arrière est raccordée mécaniquement au chariot 34.

[0056] Le raccordement mécanique précité est réalisé à l'aide de moyens de mise en mouvement (cachés sur les figures) conçus pour pouvoir mettre le bras 42 et la tête 38 lui étant solidarisée en rotation par rapport au chariot 34 autour d'un axe de rotation 44, dans le but de déplacer cette même tête de rivetage 38 entre une position de repos dans laquelle l'axe de tête de perçage 16 et l'axe de tête de rivetage 40 sont distincts et parallèles comme montré sur les figures 1 et 3, et une position de travail dans laquelle ces axes 16, 40 sont confondus, comme cela sera explicité ultérieurement. Les moyens de mise en mouvement prennent alors préférentiellement la forme d'un moteur rotatif classique, dont l'axe de rotation 44 est préférentiellement parallèle aux directions X et 18, et naturellement distinct des axes de tête de perçage et de tête de rivetage 16, 40. De ce fait, la mise en marche du moteur rotatif entraîne un mouvement de la tête 38 par rapport au chariot 34, ce mouvement décrivant une trajectoire correspondant à une portion de cercle située dans un plan YZ.

[0057] Le second chariot 34 est monté sur le châssis 2 de manière à pouvoir coulisser de façon rectiligne par rapport à celui-ci selon la direction de coulisement 18. Pour ce faire, le second chariot 34 est monté coulissant sur un rail de guidage 46 de préférence distinct des deux rails de guidage 20 du chariot 10, mais également orienté selon les directions X et 18. Comme montré sur la figure 2, le rail 46 de section transversale en forme de H est monté solidairement sur une surface latérale extérieure de l'une des branches du U formé par le châssis 2.

[0058] Pour permettre l'arrimage sur le rail 46, le chariot 34 est équipé d'un ou d'une pluralité de patins à billes 48 en forme d'étrier, par exemple prévus au nombre deux, espacés selon la direction X. Chacun de ces patins 48 enserre donc la branche latérale libre du H qui est opposée à l'autre branche latérale fixée solidairement sur le châssis 2.

[0059] De préférence, le chariot 34 du système de rivetage 6 ne comporte par de moyens de mise en translation qui lui sont propres, mais est prévu pour pouvoir s'accoupler avec le chariot du système de perçage 4, et est par conséquent susceptible d'être mis en mouvement selon la direction 18 sous l'effet de la mise en marche du premier moteur linéaire 24 décrit précédemment.

[0060] En effet, il est prévu des moyens d'accouplement 50 permettant, lorsqu'ils sont dans un état activé, de coupler en translation selon la direction 18, l'un à l'autre des chariots 10, 34, et, lorsqu'ils sont dans un état désactivé, d'autoriser un coulisement relatif entre ces mêmes chariots.

[0061] Pour ce faire, on prévoit par exemple que ces moyens 50 comprennent un rail de guidage 52 solidaire du premier chariot et agencé selon les directions X et 18, ainsi qu'au moins un patin 54 en forme d'étrier-frein actionnable, solidaire du second chariot 34, et plus particulièrement d'une partie supérieure inclinée de ce dernier qui tend à se rapprocher de la broche 12 afin de limiter l'encombrement global. Ainsi, suivant que l'on désire accoupler ou non les deux chariots en translation selon la direction 18, les étriers-freins 54, arrimés en permanence à la partie supérieure libre du rail 52 de section transversale en forme de I, sont actionnés en conséquence, par exemple électromagnétiquement. A cet égard, il est noté que dans le cas envisagé où le système de rivetage 6 est équipé de ses propres moyens de mise en translation, ceux-ci peuvent alors prendre toute forme connue de l'homme du métier, comme par exemple intégrant un vérin hydraulique.

[0062] Le couplage décrit ci-dessus permet bien entendu d'obtenir également une précision micrométrique dans le déplacement du chariot 34, grâce à la tête de lecture 30 équipant le chariot 10 et à la règle optique 32 placée sur le châssis 2.

[0063] En ce qui concerne le système de presse-tôles 8, ce dernier dispose d'un troisième chariot 60 supportant une tête de presse-tôles 62, également dénommée canon de mise en pression, et qui définit un axe de tête de presse-tôles 64 orienté selon les directions X et 18. De manière connue de l'homme du métier, la tête 62, destinée à contacter les tôles à assembler durant les opérations de perçage et de rivetage, est pourvue d'un orifice traversant 66 agencé selon l'axe de tête de presse-tôles 64 et destiné à être alternativement traversé par l'outil de perçage 17, et la tête de rivetage 38. Plus précisément, cette tête 62 ou canon est montée fixement sur le chariot 60, de sorte que la position relative entre l'axe de tête de presse-tôles orienté selon la direction X, et ce même chariot 60, est destinée à rester identique tout au long d'un cycle d'assemblage par rivetage.

[0064] De plus, l'une des particularités de ce mode de réalisation préféré réside dans le fait que les axes 64 et 16 sont en permanence confondus durant un cycle d'assemblage par rivetage.

[0065] Le troisième chariot 60 est monté sur le châssis 2 de manière à pouvoir coulisser de façon rectiligne par rapport à celui-ci selon la direction de coulissement 18. Pour ce faire, le chariot 60 est monté coulissant sur les deux rails de guidage 20 disposés en V décrits précédemment, en avant par rapport au premier chariot 10 du système de perçage, étant naturellement entendu que l'avant et l'arrière sont ici déterminés en fonction de l'orientation de l'outil de perçage employé par le système 4.

[0066] Pour permettre l'arrimage sur les rails 20, le chariot 60 est équipé d'une pluralité de patins à billes 68 en forme d'étrier, par exemple prévus au nombre de deux, chacun associé à l'un des deux rails. Chacun de ces patins 68 enserre donc la branche supérieure du I de l'un des deux rails 20.

[0067] Pour permettre le déplacement dans la direction de coulissement 18 du troisième chariot 60 par rapport au châssis 2, le système de presse-tôles 8 intègre des moyens de mise en mouvement 70 qui prennent de préférence la forme d'un moteur linéaire intégrant un élément primaire mobile 72 embarqué sur le troisième chariot 60, ainsi qu'un élément secondaire fixe 28 monté sur le châssis 2, et qui est de préférence le même que celui utilisé pour le premier moteur linéaire, dans le but de limiter au maximum le nombre de composants cinématiques nécessaires au fonctionnement du dispositif 1.

[0068] Ainsi, ici aussi, l'activation du solénoïde équipant l'élément primaire mobile 72 du moteur linéaire 70 permet de créer des forces électromagnétiques assurant d'une part le déplacement selon la direction X du troisième chariot 60 sur les rails 20, et d'autre part une attraction selon la direction Z de ce même chariot 60 vers l'élément secondaire fixe 28 du type piste d'aimants permanents.

[0069] Pour obtenir également une précision micrométrique dans le déplacement du chariot 60, on prévoit que ce dernier est équipé d'une tête de lecture 74 coopérant avec la règle optique 32 précitée, placée sur le châssis 2. De ce fait, il est donc possible de contrôler parfaitement l'écartement relatif des deux chariots 10 et 60, ce qui présente l'avantage d'avoir une grande maîtrise de la profondeur des trous et des fraises réalisées à l'aide de l'outil de perçage.

[0070] Pour pouvoir piloter ce dispositif 1 de la façon désirée, celui-ci est également équipé d'un système de commande 83 montré schématiquement sur les figures 4 à 6. Globalement, ce système 83 comprend des premiers moyens de commande 84 qui sont associés au système de presse-tôles 8, ainsi que des seconds moyens de commande 86 qui sont associés au système de perçage 4, ces moyens 84, 86 pouvant naturellement être regroupées au sein d'un même équipement.

[0071] En ce qui concerne les premiers moyens 84 montrés sur la figure 4, ceux-ci comportent une première unité de commande numérique 88 raccordée à une carte d'asservissement 90 du moteur linéaire 70 du système de presse-tôles 8. L'unité 88 est ainsi capable de délivrer des consignes de position, de vitesse d'avance et de puissance à la carte 90, qui réalise alors un asservissement en position, vitesse d'avance et puissance, en délivrant un courant approprié au moteur 70 auquel cette carte 90 est raccordée.

[0072] En retour, la carte d'asservissement 90 reçoit de la tête de lecture 74 une information sur la position réelle du chariot 60, cette information étant restituée à l'unité 88. Par ailleurs, cette carte d'asservissement 90 est également capable de restituer à l'unité 88 des mesures concernant la vitesse d'avance du chariot 60 et la puissance effective, cette puissance effective permettant à l'unité 88 de déterminer la puissance moteur absorbée par le système 8 durant

les opérations d'accostage et de clamage.

[0073] En ce qui concerne les seconds moyens 86 montrés sur la figure 6, ceux-ci comportent une seconde unité de commande numérique 92 raccordée à une carte d'asservissement 94 du moteur linéaire 24 du système de perçage 4. L'unité 92 est ainsi capable de délivrer des consignes de position, de vitesse d'avance et de puissance à la carte 94, qui réalise alors un asservissement en position, vitesse d'avance et puissance, en délivrant un courant approprié au moteur 24 auquel cette carte 94 est raccordée. En retour, la carte d'asservissement 94 reçoit de la tête de lecture 30 une information sur la position réelle du chariot 10, cette information étant restituée à l'unité 92. Par ailleurs, cette carte d'asservissement 94 est également capable de restituer à l'unité 92 des mesures concernant la vitesse d'avance du chariot 10 et éventuellement la puissance effective.

[0074] En outre, l'unité de commande numérique 92 est également raccordée à une carte d'asservissement 96 du moteur rotatif de la broche 12. L'unité 92 est ainsi capable de délivrer des consignes de vitesse de rotation et de puissance à la carte 96, qui réalise alors un asservissement en vitesse de rotation et en puissance, en délivrant un courant approprié au moteur rotatif auquel cette carte 96 est raccordée. En retour, on peut éventuellement prévoir que cette carte d'asservissement 96 restitue à l'unité 92 des mesures concernant la vitesse de rotation de l'outil 17 et la puissance effective.

[0075] A cet égard, il est indiqué que l'unité 92 comprend des moyens 82 permettant de délivrer, respectivement aux cartes 94 et 96, des consignes de vitesse d'avance de l'outil et consigne de vitesse de rotation de cet outil qui sont fonction d'une information sur la raideur locale des tôles au niveau du trou à percer destiné à recevoir un rivet, cette information étant dénommée Info raideur.

[0076] Plus spécifiquement en référence à la figure 5, on peut voir que ces moyens 82 prennent par exemple la forme d'une matrice de correction des deux consignes précitées, cette matrice prenant donc non seulement en compte l'information Info_raideur déterminée antérieurement, mais également éventuellement la nature du matériau et le type de l'outil de perçage dont les données sont préenregistrées dans un programme spécifique. Bien entendu, cette matrice de correction est conçue pour que les consignes de vitesse d'avance et de rotation qu'elle délivre aux cartes 94, 96 permettent d'effectuer un perçage avec une qualité et une précision aussi élevées que possible.

[0077] Il va à présent être décrit en référence aux figures 7a à 7f le procédé d'assemblage par rivetage mis en oeuvre à l'aide du dispositif 1 présenté ci-dessus, ce procédé comportant globalement une étape de détermination d'une information sur la raideur locale des tôles au niveau du trou à percer, suivie d'une étape de perçage visant à réaliser le trou ainsi que la fraisure lui étant associée, puis enfin une étape de mise en place d'un rivet dans ledit trou percé, ces trois étapes étant répétées autant de fois qu'il y a de rivets à poser sur les tôles à assembler.

[0078] Comme le montre la figure 7a, le châssis est tout d'abord positionné par rapport aux tôles 80 à assembler en fonction du point de celles-ci où le rivet doit être placé, les trois systèmes 4, 6, 8 étant chacun dans leur position de repos.

[0079] Plus précisément en référence à la figure 7b, on peut voir que le châssis 2 est tout d'abord amené par le bras robotisé à proximité des tôles 80 à assembler, pour que l'extrémité avant de la tête de presse-tôles 62 se situe à une distance standard D_stand des tôles 80 selon la direction de coulissement 18 et celle de l'axe 64, cette distance pouvant être de l'ordre de 15 mm. A ce stade, le chariot 60 se trouve dans une position telle que son point central C se situe au niveau d'un point de repère R de la règle optique 32.

[0080] Ensuite, l'opération d'accostage est initiée en commandant un déplacement linéaire du chariot 60 avec l'unité 88, afin d'obtenir un contact entre la tête 62 et les tôles 80. Il est noté que dès l'établissement du contact précité, l'unité de commande 88 détermine périodiquement la valeur de la puissance moteur absorbée P1_absorbée par le système 8, cette valeur P1_absorbée étant ensuite convertie par un convertisseur intégré à l'unité 88 afin d'obtenir une valeur de la force de résistance des tôles à l'accostage F1. A titre indicatif, il est noté que cette force F1, réactualisée toutes les 5 ms, correspond également en valeur à un effort d'enfoncement du système de presse-tôles 8 contre les tôles 80.

[0081] La commande de cette opération d'accostage est prévue pour que le déplacement du système 8, et plus spécifiquement celui de son chariot 60, s'achève lorsque la force F1 déterminée a atteint une valeur cible F1_cible, qui peut par exemple être fixée à une faible valeur de l'ordre de 1 N. Comme le montre la figure 7c, en fin d'opération d'accostage, le chariot 60 a donc parcouru une distance D1_finale entre le point R et un point C1 de la règle 32 au niveau duquel se trouve le point C du chariot 60, la valeur de cette distance D1_finale mesurée à l'aide de la règle 32 étant restituée à l'unité 88. De plus, à cet instant, on connaît et on enregistre par l'intermédiaire de l'unité 88 la valeur de la force de résistance des tôles en fin d'accostage, dénommée F1_finale, qui est naturellement sensiblement identique à la force F1_cible.

[0082] Par ailleurs, on peut également réaliser une détection d'erreur à l'aide de la valeur de la distance D1_finale enregistrée. En effet, si cette valeur ne se situe pas dans une plage prédéterminée, on peut alors conclure que le dispositif est mal positionné par rapport aux tôles, ou bien alors que ces tôles comportent une forme hors tolérance.

[0083] Ensuite, on initie l'opération de clamage, qui est débutée dès la fin de l'opération d'accostage, avec éventuellement un temps d'arrêt entre ces deux opérations. De manière identique à celle rencontrée dans le cadre de l'opération précédente, le clamage s'effectue en commandant un déplacement linéaire du chariot 60 avec l'unité 88, afin d'obtenir une adhérence renforcée entre la tête 62 et les tôles 80 en contact. Il est noté que durant cette opération, l'unité de commande 88 détermine périodiquement d'une part la valeur de la puissance moteur absorbée P2_absorbée par le

système 8, cette valeur P2_absorbée étant ensuite convertie par le convertisseur afin d'obtenir une valeur de la force de résistance des tôles au clamage F2, et d'autre part la distance de clamage D_clamage correspondant à la distance réelle parcourue par le point C du chariot entre le point de la règle optique 32 au niveau duquel il se situe à l'instant t considéré, et le point C1 de cette règle. Ici encore, il est précisé que la force F2, réactualisée toutes les 5 ms tout comme la valeur D_clamage, correspond également en valeur à un effort d'enfoncement du système de presse-tôles 8 contre les tôles 80.

[0084] La commande de cette opération de clamage est prévue pour que le déplacement du chariot 60 s'achève lorsque la force F2 déterminée a atteint une valeur cible F2_cible, ou lorsque la distance de clamage D_clamage a atteint une valeur cible D_clamage_cible, l'opération de clamage étant donc achevée dès lors que l'une quelconque de ces deux valeurs cibles a été atteinte.

[0085] A titre indicatif, la valeur cible F2_cible peut par exemple être fixée à une valeur de l'ordre de 150 N, et la valeur cible D_clamage_cible peut par exemple être fixée à une valeur de l'ordre de 500 µm. Comme le montre la figure 7d, en fin d'opération de clamage, le chariot 60 a donc parcouru une distance D2_finale entre le point R et un point C2 de la règle 32 au niveau duquel se trouve le point C du chariot 60, la valeur de cette distance D2_finale mesurée à l'aide de la règle 32 étant restituée à l'unité 88. Cela permet alors d'obtenir la distance de clamage finale D_clamage_finale réellement parcourue par le système 8, en soustrayant D1_finale à D2_finale. En outre, la connaissance d'une part des dimensions du système 8 et d'autre part de la position réelle de ce dernier sur le châssis 2 en fin d'opération de clamage permet de déterminer la position exacte des tôles contraintes 80 par rapport au châssis 2. A cet égard, l'unité 88 peut alors déterminer puis stocker la distance T_tôles_finale correspondant à la distance selon la direction 18 entre le point R de la règle 32 et l'extrémité avant de la tête de presse-tôles 62 en fin d'opération de clamage.

[0086] Cette spécificité est avantageuse puisqu'elle permet d'optimiser au mieux le déplacement linéaire du système de perçage 4 durant l'étape ultérieure de perçage, dans la mesure où ce système 4 peut être piloté à grande vitesse sur une distance précise fixée en fonction de la distance T_tôles_finale, avant d'être ralenti à la vitesse d'avance de l'outil préalablement déterminée. Par ailleurs, la connaissance de cette distance T_tôles_finale, de l'ordre de 200 mm, permet de fixer précisément la distance de changement de vitesse de rotation de l'outil de perçage pour l'attaque du fraisage, lorsqu'un outil étagé foreur-fraisureur est utilisé. Enfin, un autre avantage réside dans le fait que la profondeur de la fraisure peut être parfaitement respectée. A ce titre, il est indiqué que la course de fraisage ultérieure peut aussi être corrigée en fonction de l'information Info_raideur déterminée comme décrit ci-après, et également éventuellement en fonction des diverses caractéristiques des rivets employés. A cet égard, il est noté que plus la raideur locale des tôles est faible, plus ces dernières sont déformées par la poussée de la tête de presse-tôles, et donc plus le centre de cette tête de presse-tôles est éloigné de ces mêmes tôles déformées. Ainsi, plus la raideur locale des tôles est faible, plus la course de fraisage par rapport au système de presse-tôles, pour obtenir une profondeur de fraisure déterminée, devra être importante.

[0087] Par ailleurs, on peut également réaliser une détection d'erreur à l'aide de la valeur de la distance D_clamage_finale enregistrée. En effet, si cette valeur ne se situe pas dans une plage prédéterminée, on peut alors conclure que le dispositif est mal positionné par rapport aux tôles, ou bien alors que ces tôles comportent une forme hors tolérance. De plus, à la fin de l'opération de clamage stoppée lorsque la valeur cible D_clamage_cible a été atteinte, on connaît et on enregistre par l'intermédiaire de l'unité 88 la valeur de la force de résistance des tôles en fin de clamage, dénommée F2_finale. Si cette valeur est trop faible, on peut alors considérer que la structure constituée par les tôles est inexistante.

[0088] Avec la valeur de la force de résistance des tôles en fin de clamage F2_finale, il est alors possible de déterminer, toujours à l'aide de l'unité 88, l'information Info_raideur en établissant le rapport suivant :

$$\text{Info_raideur} = (F2_finale - F1_finale) / D_clamage_finale$$

[0089] Cette information sur la raideur locale des tôles, dont la valeur est par exemple de l'ordre de 30 kg/mm, est ensuite délivrée aux seconds moyens de commande 86 associés au système de perçage 4, et plus particulièrement à la matrice de correction 82 équipant l'unité 92. Comme indiqué précédemment, cette information Info_raideur est prévue pour prédisposer les consignes de vitesse d'avance et de vitesse de rotation de l'outil 17 utilisées lors de la commande de l'étape de perçage qui va à présent être décrite.

[0090] Tout d'abord, il est précisé que cette étape de perçage est initiée avec le système 8 dans sa position telle que montrée sur la figure 7d, et les systèmes 4 et 6 dans leurs positions telles que montrées sur la figure 7a, comme cela est globalement représenté sur la figure 7e.

[0091] Cette opération de perçage consiste à mettre en mouvement le chariot 10 du système de perçage 4, de manière à ce que celui-ci traverse le système de presse-tôles 8, et traverse également les deux tôles 80 à assembler.

[0092] L'avancement requis selon la direction de coulissement 18 est effectué à l'aide du premier moteur 24. A ce propos, il est noté que cette opération vise de préférence non seulement à pratiquer un trou traversant dans les deux

tôles 80 superposées, mais également à pratiquer une fraisure destinée à loger la tête du rivet qui sera posé ultérieurement. Comme cela est montré sur la figure 7f, il est noté que la mise en mouvement du chariot 10 du système de perçage selon la direction 18 n'a entraîné aucun mouvement du chariot 34 du système de rivetage 6, étant donné que cette opération a été effectuée avec les étriers-freins 54 dans un état désactivé, c'est-à-dire sans solidarisation entre les étriers-freins 54 et le rail 52. Par conséquent, il est noté que lors du mouvement du premier chariot 10, le second chariot 34 reste immobile par rapport au châssis 2.

[0093] Plus précisément, le perçage s'effectue en commandant le déplacement linéaire du chariot 10 avec la consigne de vitesse d'avance de l'outil telle que préalablement déterminée et issue de la matrice 82, et en commandant simultanément la rotation de la broche 12 avec la consigne de vitesse de rotation de l'outil provenant également de cette matrice 82, ces consignes étant respectivement délivrées aux cartes d'asservissement 94 et 96.

[0094] Durant cette étape de perçage, on détermine périodiquement la valeur d'une force de résistance des tôles F3 résultant de l'appui du système de presse-tôles 8 sur les tôles 80. Cette détermination de F3 est préférentiellement réalisée de la même manière que celle adoptée pour la détermination de F1 et F2. A ce titre, il est indiqué que le moteur associé au chariot 60 du système de presse-tôles continue à être alimenté pendant le perçage, et qu'il est asservi en position de sorte que le chariot 60 conserve sa position en C2 sur le châssis 2.

[0095] A titre indicatif, F3 est réactualisée toutes les 5 ms et correspond en valeur à un effort d'enfoncement de la tête de presse-tôles 62 dans les tôles 80, au cours du perçage.

[0096] Cela permet alors de comparer périodiquement durant le perçage, à l'aide de l'unité 92, la valeur de cette force F3 à une valeur minimale F3_min, la valeur minimale F3_min pouvant par exemple être fixée à 5 N.

[0097] Lorsqu'il est détecté que F3 est inférieure à F3_min, il est alors ordonné une diminution de la consigne de vitesse d'avance de l'outil de perçage via la matrice 82, de manière à ce que la valeur de la force F3 repasse au-dessus de la valeur minimale F3_min. Ainsi, cette façon d'opérer permet avantageusement de faire en sorte que la tête de presse-tôles 62 ne perde pas le contact avec les tôles 80 durant l'opération de perçage, suite à une poussée trop importante de l'outil de perçage 17 sur ces tôles.

[0098] A la fin de cette étape de perçage, comme le montre la figure 7g, le chariot 10 est à nouveau piloté de manière à reculer sur les rails 20, jusqu'à atteindre une position plus éloignée que celle de départ montrée sur la figure 7a. En effet, il est recherché un écartement relatif selon la direction 18 entre le chariot 34 et le chariot 10, de manière à ce que la tête de rivetage 38 puisse venir sans problèmes d'encombrement au devant de la tête de perçage 14, comme cela sera décrit ultérieurement.

[0099] Le procédé est poursuivi par une étape de mise en place du rivet dans le trou obtenu, cette étape débutant par un déplacement de la tête de rivetage 38 dans l'axe de la tête de perçage 14, au devant de celle-ci.

[0100] Pour aligner ces deux axes 16, 40 et donc faire en sorte que la tête de rivetage 38 soit dans l'axe de travail, les moyens de mise en rotation de cette tête 38 et du bras 42 sont actionnés jusqu'à ce que la position désirée soit obtenue, tel que cela est montré sur la figure 7h. Parallèlement, les moyens d'accouplement 50 des deux chariots 10 et 34 sont pilotés de manière à passer dans l'état activé leur permettant d'être couplés en translation dans la direction 18.

[0101] Ensuite, il est entrepris un déplacement de l'ensemble des deux chariots 10, 34 à l'aide du premier moteur linéaire 24, comme visible sur la figure 7i. Durant ce déplacement, la tête de rivetage 38 située au devant de la tête de perçage 14 vient pénétrer à l'intérieur de la tête de presse-tôles 62 et se positionne donc à très forte proximité des deux tôles 80 à assembler, sur lesquelles l'opération de dépose de rivets s'effectue d'une manière conventionnelle, connue de l'homme du métier.

[0102] Une fois le rivet posé, les trois chariots 10, 34, 60 sont pilotés de manière à ce qu'ils retrouvent leurs positions de repos telles que montrées sur la figure 7a.

[0103] En référence à présent aux figures 8 à 11, on peut apercevoir une partie d'un dispositif 1 pour l'assemblage par rivetage de tôles, selon un mode de réalisation préféré de la présente invention. Celui-ci dispose pour certaines parties d'une conception identique ou similaire à celle du dispositif 1 décrit précédemment, et, à cet égard, il est noté que sur les figures, les éléments portant les mêmes références numériques correspondent à des éléments identiques ou similaires. Par conséquent, on peut s'apercevoir que la différence notable entre les deux dispositifs 1 réside dans la conception du système de rivetage 6, et plus particulièrement dans la conception des moyens de mise en mouvement de la tête de rivetage 38 par rapport au second chariot, toujours conçus pour pouvoir déplacer cette même tête de rivetage entre la position de repos dans laquelle les axe de tête de perçage et axe de tête de rivetage 16, 40 sont distincts, et une position de travail dans laquelle les axe de tête de perçage et axe de tête de rivetage 16, 40 sont confondus. En revanche, le châssis 2, le système de perçage 4 et le système de presse-tôles 8 sont identiques ou similaires à ceux présentés précédemment.

[0104] Plus particulièrement en référence aux figures 8 et 9, le système de rivetage 6 comporte le second chariot 34 supportant l'ensemble de l'outil de rivetage 36 ou riveteuse, qui comprend dans sa partie avant la tête de rivetage 38, définissant quant à elle l'axe de tête de rivetage 40 parallèle aux directions X et 18. La tête de rivetage 38, et plus généralement l'ensemble de l'outil de rivetage 36, est monté mécaniquement au niveau de sa partie arrière sur le chariot 34 par l'intermédiaire d'un parallélogramme déformable 102, qui sera décrit ci-après.

[0105] Le second chariot 34 est quant à lui monté sur le châssis 2 de manière à pouvoir coulisser de façon rectiligne par rapport à celui-ci selon la direction de coulissement 18. Pour ce faire, le second chariot 34 est monté couissant sur le rail de guidage 46 de préférence distinct des deux rails de guidage 20 du chariot 10, mais également orienté selon les directions X et 18. Comme montré sur la figure 9, le rail 46 de section transversale en forme de H est monté

[0106] Pour permettre l'arrimage sur le rail 46, le chariot 34 est équipé d'un ou d'une pluralité de patins à billes 48 en forme d'étrier, par exemple prévus au nombre deux, espacés selon la direction X. Chacun de ces patins 48 enserre donc la branche latérale libre du H qui est opposée à l'autre branche latérale fixée solidairement sur le châssis 2.

[0107] De préférence, le système de rivetage 6 comporte également des moyens de mise en mouvement du second chariot 34 dans la direction de coulissement 18, ces moyens étant donc préférentiellement distincts des moyens de mise en mouvement 24 du premier chariot 10, bien que ceci pourrait en être autrement, sans sortir du cadre de l'invention. Les moyens de mise en mouvement du second chariot 34 prennent de préférence la forme d'un vérin sans tige 104 du type répandu dans le commerce, agencé selon la direction 18. Globalement, celui-ci dispose d'un corps creux 106 fixe par rapport au châssis 2, et d'un curseur de vérin mobile 108 apte à être déplacé selon la direction 18, relativement par rapport au corps creux 106 dans lequel il est partiellement logé.

[0108] Comme mentionné précédemment, l'une des particularités remarquables de ce mode de réalisation préféré réside dans la présence du parallélogramme déformable 102 établissant la jonction mécanique entre la partie arrière de l'outil de rivetage 36, et le chariot 34. Ce parallélogramme 102 fait donc partie intégrante des moyens de mise en mouvement de la tête de rivetage 38 par rapport au second chariot, étant donné que celui-ci est aisément capable de procurer le déplacement de cette même tête de rivetage 38 entre la position de repos et la position de travail.

[0109] Pour ce faire, le parallélogramme 102 comporte deux bras parallèles 110, chacun articulé à son extrémité arrière sur le second chariot 34 selon un axe 112, et articulé à son extrémité avant sur la portion arrière de l'outil de rivetage 36 selon un axe 114, et plus précisément articulé sur un bloc support de la tête de rivetage 38. A cet égard, les axes 112, 114 sont agencés parallèlement à la direction Z, de sorte que le parallélogramme 102 se déforme dans un plan XY parallèle à la direction de coulissement 18. De plus, il est noté que les deux autres côtés du parallélogramme 102 sont matériellement constitué par le second chariot 34 et l'outil de rivetage.

[0110] Pour compléter les moyens de mise en mouvement de la tête de rivetage 38, il est prévu un système mécanique de déformation du parallélogramme. Ce système est globalement conçu de manière à engendrer automatiquement, lors d'une mise en mouvement du second chariot 34 selon une direction 18 à l'aide du vérin 104, une déformation du parallélogramme 102 d'une première configuration montrée sur les figures 8 et 9 plaçant la tête de rivetage 38 dans sa position de repos écartée de l'axe de travail, à une seconde configuration qui sera décrit ultérieurement, plaçant cette tête 38 dans sa position de travail.

[0111] Pour ce faire, le système mécanique de déformation 116 prend la forme d'un système de guidage comprenant un pion ou galet 118 solidaire de l'un des deux bras parallèles 110, de préférence le bras situé le plus extérieurement comme cela a été représenté, le pion 118 couissant dans une gorge d'aiguillage 120 lors d'une mise en mouvement du second chariot 34 selon la direction 18. La gorge 120 fixée sur le châssis 2 est de préférence située dans un plan parallèle à celui dans lequel le parallélogramme est prévu pour se déformer.

[0112] Ainsi, la gorge 120 qui sera détaillée ultérieurement dispose d'une forme adaptée assurant la déformation désirée du parallélogramme, à savoir celle permettant le rapprochement maîtrisé de la tête de rivetage 38 vers l'axe de travail du dispositif, et assurant par ailleurs un maintien de l'axe de tête de rivetage 40 toujours parallèle à la direction 18 lors du déplacement de cette tête 38.

[0113] En référence à la figure 10, on peut voir que le chariot 34 peut être composé de plusieurs éléments démontables rapidement les uns par rapport aux autres. En effet, la pièce du chariot 122 portant fixement le patin 48 en forme d'étrier et coopérant avec le rail de guidage 46 est destinée à rester à demeure sur ce rail, tandis qu'une autre pièce de chariot 124 portant le parallélogramme 102 est destinée à être montée par fixation rapide sur la pièce 122 précitée. En d'autres termes, la pièce 124 est une pièce d'interface clef d'une fonction de montage et démontage rapide du parallélogramme 102. Globalement, elle comporte deux axes ou arbres 126, 128 situés l'un au-dessus de l'autre, et parallèles à la direction X. Ces deux axes 126, 128 sont respectivement destinés à venir reposer dans une gorge en V 130 et une gorge en U 132 pratiquées sur la pièce 122 directement fixée sur le patin 48.

[0114] D'autre part, le chariot 34 est également équipé d'une pièce 134 établissant la jonction mécanique entre la pièce 124 et le curseur de vérin 108, cette pièce 134 disposant en réalité de deux fonctions distinctes. La première fonction consiste à assurer l'arrimage de la pièce 124 sur la pièce 122, à savoir de faire coopérer chacun des deux axes 126, 128 avec leurs gorges 130, 132 respectives. Cela s'effectue d'une manière simple en tournant l'axe inférieur 128 portant la pièce de jonction 134, lequel axe comporte une forme excentrique prévue à cet effet. Plus précisément, l'axe 128 est introduit en premier dans la profondeur de la gorge en U 132, puis l'axe 126 est basculé à la verticale de la gorge en V 130, et, enfin, la pièce 134 est repoussée par pivotement contre une pièce 138 qui sera présentée ci-après. Le verrouillage est alors simultanément assuré par l'appui excentrique de la pièce de jonction 134 contre la gorge 132.

[0115] La seconde fonction réside dans l'accouplement mécanique avec le curseur du vérin 108. En effet, la pièce

134 en forme de H vient s'accoupler de manière rapide au niveau des deux branches inférieures du H entre les fourches d'une pièce d'accueil 138 en U vissée sur le curseur 108. Pour ce faire, la pièce 138 en U porte des vis à billes ressorts 140 pour retenir les deux branches inférieures du H en position de fermeture/verrouillage, assurant de ce fait une butée pour la pièce 134 en forme de H participant à l'accouplement mécanique du chariot 34. sur le vérin sans tige 104.

[0116] Sur la figure 11, il a été représenté en vue de dessus la gorge d'aiguillage 120 dans laquelle le pion 118 est destiné à coulisser lors de la mise en mouvement du chariot 34 selon la direction 18. Tout d'abord, on peut s'apercevoir que dans le premier sens 144 de la direction de coulissement 18 allant vers l'avant du dispositif 1, cette gorge 120 comporte trois portions distinctes reliées les unes aux autres. On compte une première portion 148 s'étendant selon un axe 149 parallèles à la direction 18, cette première portion 148 permettant globalement de déplacer la tête de rivetage 38 en la maintenant à l'écart de l'axe de travail du dispositif. A cet égard, il est noté que tant que le pion 118 reste dans la première portion 148, la tête du rivetage 38 se déplace selon la direction 18 sans que la position de son axe 40 ne soit modifiée. Ainsi, il doit être compris que le parallélogramme 102 ne se déforme pas durant cette partie du mouvement de l'outil de rivetage 36. Ensuite, la gorge 120 intègre une seconde portion 150 dont la fonction est de conduire à une déformation progressive du parallélogramme 102 jusqu'à ce qu'il adopte une configuration permettant de placer la tête de rivetage dans sa position de travail, à savoir d'aligner l'axe de tête de rivetage 40 avec l'axe de tête de perçage 16.

[0117] Pour ce faire, dans le mode de réalisation décrit, cette seconde portion 150 s'étend selon un axe 151 situé dans le plan horizontal de la gorge 120, et incliné par rapport à la direction 18 et l'axe 149 de la première portion. Ensuite, la gorge 120 se termine par une troisième portion 152 similaire en terme de forme à la première portion 148, étant donné qu'elle est orientée selon un axe 153 parallèle à la direction 18. Cette troisième portion permet de maintenir le parallélogramme 102 déformé et d'autoriser le déplacement de la tête de rivetage 38 selon l'axe de travail, avec l'axe de rivetage 40 parallèle à l'axe de tête de perçage 16.

[0118] Au vu de ce qui précède, il est noté que le profil de la gorge 120 s'apparente à celui d'un automobiliste qui change de voie, dans la mesure où elle passe d'un chemin droit à un décalage progressif pour rejoindre ensuite un nouveau chemin droit, décalé du premier. Bien entendu, pour éviter les à-coups et fluidifier le mouvement du pion 118, les jonctions 154 et 156 entre les trois portions 148, 150, 152 sont prévues de forme sensiblement arrondie.

[0119] Il est noté que la position du pion 118 à proximité de l'extrémité arrière du bras extérieur 110, à savoir à proximité de l'axe de rotation 112, joue le rôle d'amplification du déport tracé par la seconde portion 150 de la gorge. Typiquement, l'entraxe des articulations 112, 114 mesurant 240 mm, la distance du pion 118 à l'axe 112 étant de 30 mm environ, on obtient alors une amplification du déport dans le rapport 240/30, soit huit fois le déport gravé dans la gorge. Ainsi, avec un déport de 24 mm gravé dans la gorge, on obtient 192 mm de déport entre l'axe dégagé et l'axe de travail.

[0120] Il va à présent être décrit le procédé d'assemblage par rivetage mis en oeuvre à l'aide du dispositif 1 présenté ci-dessus.

[0121] Tout d'abord, il est indiqué que ce procédé comporte globalement les mêmes étapes que celles indiquées pour le mode de réalisation précédent, à savoir une étape de détermination d'une information sur la raideur locale des tôles au niveau du trou à percer, suivie d'une étape de perçage visant à réaliser le trou ainsi que la fraisure lui étant associée, puis enfin une étape de mise en place d'un rivet dans le trou percé. Les deux premières étapes étant identiques à celles mentionnées précédemment, elles ne seront de ce fait pas davantage décrites. En revanche, l'étape de rivetage étant elle sensiblement différente, en particulier dans la manière d'amener l'outil de rivetage 38 dans l'axe de travail, celle-ci va à présent être détaillée.

[0122] En référence à la figure 8, on peut voir qu'à la fin de l'opération de perçage, le chariot de rivetage 34 est mis en translation selon la direction 18, impliquant une mise en mouvement du pion 118 dans la première portion 148 de la gorge. Durant ce déplacement, la tête de rivetage 38 est déplacée vers l'avant dans le sens 144 de la direction 18, avec son axe 40 ne subissant aucun mouvement en raison du maintien du parallélogramme 102 dans la première configuration. Ainsi, cette première partie du déplacement de la tête de rivetage 38 permet de maintenir celle-ci dans sa position de repos, tout en la rapprochant vers l'avant du dispositif. Ensuite, lorsque le vérin sans tige 104 continue son déplacement, le pion 118 pénètre dans la seconde portion 150 de la gorge, conduisant à une déformation progressive du parallélogramme 102 jusqu'à sa seconde configuration dans laquelle il place la tête de rivetage 38 dans l'axe de travail afin de lui permettre d'assurer l'opération de rivetage désirée. Par conséquent, comme cela a été évoqué ci-dessus, l'alignement de la tête de rivetage dans l'axe de travail se fait par la déformation du parallélogramme 102, cette solution cinématique permettant d'assurer un engagement sûr et rapide dans le système de presse-tôles prévu à cet effet. A ce titre, la figure 12a montre le système de rivetage durant le déplacement du pion 118 au sein de la seconde portion 150.

[0123] Cette solution uniquement mécanique présente l'avantage de ne plus dépendre d'un système motorisé pour l'engagement progressif du système de rivetage, ni plus des capteurs des positions et pilotages des automates associés à la motorisation. Ainsi, elle assure un meilleur engagement du système de rivetage dans l'axe de travail, cet engagement par procédé mécanique, du type pantographe, étant inconditionnel, rapide, simple et fiable.

[0124] La dernière partie de l'avance du chariot 34, effectuée avec le pion 118 empruntant la troisième portion 152, conduit la tête de rivetage 38 à se déplacer selon la direction 18, parallèlement à l'axe de travail, jusqu'à ce que se

produise l'introduction du rivet dans le trou percé schématisée sur la figure 12b.

[0125] De plus, il est réalisé en re-centrage précis en fin d'introduction de la tête de rivetage 38 dans le canon 62 du système de presse-tôles 8, grâce au tolérancement de l'orifice traversant 66 avec la tête de rivetage 38, de préférence en diamètre 18 H7 g6. De plus, il est de préférence prévu une entrée initiale conique sur le canon 62 du presse-tôles.

[0126] Une fois ceci réalisé, le curseur 108 du vérin 104 peut être déplacé dans le sens opposé 146, vers l'arrière, afin de replacer le dispositif dans la configuration montrée sur la figure 8.

Revendications

1. Dispositif (1) pour l'assemblage par rivetage de tôles (80), le dispositif comportant un système de rivetage (6) ainsi qu'un système de perçage (4), ledit système de perçage (4) comportant un premier chariot (10) ainsi qu'une tête de perçage (14) montée sur le premier chariot (10) et définissant un axe de tête de perçage (16), et ledit système de rivetage (6) comprenant un second chariot (34) ainsi qu'une tête de rivetage (38) montée sur ledit second chariot (34) et définissant un axe de tête de rivetage (40),

le dispositif comportant en outre des moyens de mise en mouvement de ladite tête de rivetage (38) par rapport au second chariot (34), conçus pour pouvoir déplacer cette même tête de rivetage (38) entre une position de repos dans laquelle lesdits axe de tête de perçage et axe de tête de rivetage (16, 40) sont distincts, et une position de travail dans laquelle lesdits axe de tête de perçage et axe de tête de rivetage (16, 40) sont confondus, lesdits moyens de mise en mouvement de ladite tête de rivetage (38) par rapport au second chariot (34) comprenant un parallélogramme déformable (102),

caractérisé en ce que lesdits moyens de mise en mouvement de ladite tête de rivetage par rapport au second chariot (34) comprennent :

- deux bras parallèles (110) formant ledit parallélogramme déformable (102), chacun articulé à l'une de ses deux extrémités sur ledit second chariot (34), et articulé à l'autre de ses extrémités sur ladite tête de rivetage (38) ;
- un système mécanique de déformation (116) du parallélogramme (102) conçu de manière à engendrer, lors d'une mise en mouvement dudit second chariot (34) selon une direction de coulissement (18), une déformation dudit parallélogramme (102) d'une première configuration plaçant ladite tête de rivetage (38) dans sa position de repos, à une seconde configuration plaçant ladite tête de rivetage (38) dans sa position de travail, et inversement,

et **en ce que** ledit système mécanique de déformation (116) est un système de guidage comprenant un pion (118) solidaire de l'un desdits deux bras parallèles (110), ledit pion (118) couissant dans une gorge d'aiguillage (120) lors d'une mise en mouvement dudit second chariot (34) selon ladite direction de coulissement (18).

2. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite gorge d'aiguillage (120) présente successivement une seconde portion (150) permettant de déformer progressivement ledit parallélogramme (102) jusqu'à ce qu'il adopte sa seconde configuration plaçant ladite tête de rivetage (38) dans sa position de travail, et une troisième portion (152) permettant de maintenir ledit parallélogramme (102) dans sa seconde configuration, de sorte que ladite tête de rivetage (38) soit mise en translation en conservant sa position de travail afin d'accomplir l'opération de rivetage.

3. Dispositif (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite gorge d'aiguillage (120) présente successivement une première portion (148) permettant de maintenir ledit parallélogramme (102) dans sa première configuration plaçant ladite tête de rivetage (38) dans sa position de repos, une seconde portion (150) permettant de déformer progressivement ledit parallélogramme (102) jusqu'à ce qu'il adopte sa seconde configuration plaçant ladite tête de rivetage (38) dans sa position de travail, et une troisième portion (152) permettant de maintenir ledit parallélogramme (102) dans sa seconde configuration, de sorte que ladite tête de rivetage (38) soit mise en translation en conservant sa position de travail afin d'accomplir l'opération de rivetage.

4. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, **caractérisé en ce qu'il** comprend un châssis (2) portant ladite gorge d'aiguillage (120) et sur lequel sont montés chacun desdits système de rivetage (6) et système de perçage (4), lesdits premier et second chariots (10, 34) étant chacun agencé de manière à pouvoir coulisser de façon rectiligne par rapport au châssis (2) selon ladite même direction de coulissement (18), ledit système de perçage (4) comportant des moyens de mise en mouvement (24) du premier chariot (10) dans ladite direction de coulissement (18), et ledit système de rivetage (6) comportant également des moyens de mise en mouvement (104) du second chariot (34) dans ladite direction de coulissement (18).

5. Dispositif (1) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de mise en mouvement du second chariot (34) dans ladite direction de coulissement (18) comprennent un vérin sans tige (104).
- 5 6. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de mise en mouvement (24) du premier chariot (10) prennent la forme d'un moteur linéaire.
7. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** ledit premier chariot (10) est monté sur deux rails de guidage (20) solidaires dudit châssis (2), à l'aide d'une pluralité de patins (22) en forme d'étrier coopérant avec lesdits deux rails de guidage (20) et étant solidaires dudit premier chariot (10).
- 10 8. Dispositif (1) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** chacun desdits deux rails de guidage (20) du premier chariot (10) dispose d'une âme, les deux âmes étant respectivement agencées dans deux plans inclinés (P1, P2) formant conjointement un V en coupe prise orthogonalement audit axe de tête de perçage (16).
- 15 9. Dispositif (1) selon la revendication 7 ou la revendication 8, **caractérisé en ce que** chacun desdits deux rails de guidage (20) du premier chariot (10) dispose d'une section transversale en forme de I.
10. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 4 à 9, **caractérisé en ce que** ledit premier chariot (10) est équipé d'une première tête de lecture (30) apte à coopérer avec une règle optique (32) placée sur ledit châssis (2).
- 20 11. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 4 à 10, **caractérisé en ce que** ledit second chariot (34) est monté sur un rail de guidage (46) solidaire dudit châssis (2) et orienté selon la direction de coulissement (18), à l'aide d'au moins un patin (48) en forme d'étrier coopérant avec ledit rail de guidage (46) et étant solidaire dudit second chariot (39).
- 25 12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 11, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre un système de presse-tôles (8) agencé de manière à pouvoir coulisser de façon rectiligne par rapport au châssis (2), selon ladite direction de coulissement (18).
- 30 13. Dispositif (1) selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le système de presse-tôles (8) comprend un troisième chariot (60) monté sur ledit châssis (2), ainsi que des moyens de mise en mouvement (70) de ce troisième chariot (60) dans ladite direction de coulissement (18).
- 35 14. Dispositif (1) selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de mise en mouvement (70) du troisième chariot (60) prennent la forme d'un moteur linéaire.
15. Dispositif (1) selon la revendication 14 combinée à la revendication 8, **caractérisé en ce que** les moteurs linéaires (24, 70) des premier et troisième chariots (10, 60) ont en commun un même élément secondaire fixe (28).
- 40 16. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 13 à 15 combinée à l'une quelconque des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** ledit troisième chariot (60) est monté sur lesdits deux rails de guidage (20) guidant ledit premier chariot (10), à l'aide d'une pluralité de patins (68) en forme d'étrier coopérant avec lesdits deux rails de guidage (20) et étant solidaires dudit troisième chariot (60).
- 45 17. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 13 à 16, **caractérisé en ce que** ledit troisième chariot (60) est équipé d'une seconde tête de lecture (74) apte à coopérer avec une règle optique (32) placée sur ledit châssis (2).
18. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 13 à 17, **caractérisé en ce que** ledit système de presse-tôles (8) dispose d'une tête de presse-tôles (62) montée sur ledit troisième chariot (60) et définissant un axe de tête de presse-tôles (64) confondu avec l'axe de tête de perçage (16).
- 50 19. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 4 à 18, **caractérisé en ce que** ledit châssis (2) est monté sur un bras robotisé du dispositif.
- 55 20. Dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte un système de commande (83) comprenant des moyens (82) permettant de délivrer une consigne de vitesse d'avance d'un outil de perçage (17) du dispositif, selon l'axe de tête de perçage (16), ainsi qu'une consigne de vitesse de rotation de cet outil, ces consignes étant fonction d'une information sur la raideur locale des tôles (Info_raideur) au niveau

d'un trou à percer destiné à recevoir un rivet.

21. Procédé d'assemblage par rivetage de tôles **caractérisé en ce qu'il** est mis en oeuvre à l'aide d'un dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

5

Claims

1. A device (1) for assembling metal sheets (80) by riveting, the device including a riveting system (6) as well as a drilling system (4), said drilling system (4) including a first carriage (10) as well as a drilling head (14) mounted on the first carriage (10) and defining a drilling head axis (16), and said riveting system (6) comprising a second carriage (34) as well as a riveting head (38) mounted on said second carriage (34) and defining a riveting head axis (40), the device further including means for setting said riveting head (38) into motion relative to the second carriage (34) designed so as to be capable of moving this same riveting head (38) between a rest position in which said drilling head axis and riveting head axis (16, 40) are distinct, and a working position in which said drilling head axis and riveting head axis (16, 40) coincide, said means for setting said riveting head (38) into motion relative to the second carriage (34) comprising a deformable parallelogram (102), **characterized in that** said means for setting said riveting head into motion relative to the second carriage (34) comprise:
- two parallel arms (110) forming said deformable parallelogram (102), each articulated at one of its two ends on said second carriage (34) and articulated at the other of its ends on said riveting head (38);
- a mechanical system (116) for deforming the parallelogram (102) designed so as to cause, during the setting of said second carriage (34) into motion along a slide direction (18), deformation of said parallelogram (102) from a first configuration placing said riveting head (38) in its rest position to a second configuration placing said riveting head (38) in its working position, and vice versa,
- and **in that** said mechanical deformation system (116) is a guide system comprising a pin (118) firmly attached to one of said two parallel arms (110), said pin (118) sliding in a guide slot (120) during the setting of said second carriage (34) into motion along said slide direction (18).
2. The device (1) according to claim 1, **characterized in that** said guide slot (120) successively exhibits a second portion (150) which allows said parallelogram (102) to gradually deform until it adopts its second configuration placing said riveting head (38) in its working position, and a third portion (152) for maintaining said parallelogram (102) in its second configuration, so that said riveting head (38) is set into a translational movement while retaining its working position in order to accomplish the riveting operation.
3. The device (1) according to claim 1, **characterized in that** said guide slot (120) successively exhibits a first portion (148) allowing said parallelogram (102) to be maintained in its first configuration placing said riveting head (38) in its rest position, a second portion (150) allowing said parallelogram (102) to gradually deform until it adopts its second configuration placing said riveting head (38) in its working position, and a third portion (152) allowing said parallelogram (102) to be maintained in its second configuration, so that said riveting head (38) is set into translational movement while retaining its working position in order to accomplish the riveting operation.
4. The device (1) according to any of claims 2 and 3, **characterized in that** it comprises a chassis (2) bearing said guide slot (120) and on which are mounted each of said riveting system (6) and drilling system (4), said first and second carriages (10, 34) each being arranged so as to be capable of sliding rectilinearly relative to the chassis (2) along said same slide direction (18), said drilling system (4) including means (24) for setting the first carriage (10) into motion in said slide direction (18), and said riveting system (6) also including means (104) for setting the second carriage (34) into motion in said slide direction (18).
5. The device (1) according to claim 4, **characterized in that** said means for setting the second carriage (34) into motion in said slide direction (18) comprises a rodless piston (104).
6. The device (1) according to any of claims 4 or 5, **characterized in that** said means (24) for setting the first carriage (10) into motion assume the form of a linear motor.
7. The device (1) according to any of claims 4 to 6, **characterized in that** said first carriage (10) is mounted on two

guide rails (20) firmly attached to said chassis (2), by means of a plurality of pads (22) in the form of calipers cooperating with said two guide rails (20) and being firmly attached to said first carriage (10).

8. The device (1) according to claim 7, **characterized in that** each of said two rail guides (20) of the first carriage (10) has a core, both cores being respectively arranged in two inclined planes (P1, P2) forming together a V in a section taken orthogonally to said drilling head axis (16).
9. The device (1) according to claim 7 or claim 8, **characterized in that** each of said two guide rails (20) of the first carriage (10) has a transverse section in the form of an I.
10. The device (1) according to any of claims 4 to 9, **characterized in that** said first carriage (10) is equipped with a first reader head (30) capable of cooperating with an optical rule (32) placed on said chassis (2).
11. The device (1) according to any of claims 4 to 10, **characterized in that** said second carriage (34) is mounted on a guide rail (46) firmly attached to said chassis (2) and oriented along the slide direction (18), by means of at least one pad (48) in the form of calipers cooperating with said guide rail (46) and being firmly attached to said second carriage (34).
12. The device (1) according to any of claims 4 to 11, **characterized in that** it further includes a sheet-clamping system (8) arranged so as to be able to slide rectilinearly relative to the chassis (2), along said slide direction (18).
13. The device (1) according to claim 12, **characterized in that** the sheet-clamping system (8) comprises a third carriage (60) mounted on said chassis (2), as well as means (70) for setting this third carriage (60) in motion in said slide direction (18).
14. The device (1) according to claim 13, **characterized in that** said means (70) for setting the third carriage (60) in motion assume the form of a linear motor.
15. The device (1) according to claim 14 combined with claim 8, **characterized in that** the linear motors (24, 70) of the first and third carriages (10, 60) have a same fixed secondary element (28) in common.
16. The device (1) according to any of claims 13 to 15 combined with any of claims 9 to 11, **characterized in that** said third carriage (60) is mounted on said two guide rails (20) guiding said first carriage (10), by means of a plurality of pads (68) in the form of callipers cooperating with said guide rails (20) and being firmly attached to said carriage (60).
17. The device (1) according to any of claims 13 to 16, **characterized in that** said third carriage (60) is equipped with a second reader head (74) capable of cooperating with an optical rule (32) placed on said chassis (2).
18. The device (1) according to any of claims 13 to 17, **characterized in that** said sheet-clamping system (8) has a sheet-clamping head (62) mounted on said third carriage (60) and defining a sheet-clamping head axis (64) coinciding with the drilling head axis (16).
19. The device (1) according to any of claims 4 to 18, **characterized in that** said chassis (2) is mounted on a robotic arm of the device.
20. The device (1) according to any of the preceding claims, **characterized in that** it includes a control system (83) comprising means (82) for delivering an advance speed setting for a drilling tool (17) of the device, along the drilling head axis (16) as well as a rotation speed setting for this tool, these settings depending on information on the local stiffness of the metal sheets (Info_raideur) at a hole to be drilled intended to receive a rivet.
21. A method for assembling metal sheets by riveting, **characterized in that** it is applied by means of a device (1) according to any of the preceding claims.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Verbinden von Blechteilen (80) durch Nieten, wobei die Vorrichtung ein Nietsystem (6) sowie ein Bohrsystem (4) aufweist, wobei das Bohrsystem (4) einen ersten Schlitten (10) sowie einen Bohrkopf (14), der

auf dem ersten Schlitten (10) angebracht ist und eine Bohrkopfachse (16) festlegt, aufweist und das Nietsystem (6) einen zweiten Schlitten (34) sowie einen Nietkopf (38), der auf dem zweiten Schlitten (34) angebracht ist und eine Nietkopfachse (40) festlegt, aufweist,

wobei die Vorrichtung ferner Mittel zum In-Bewegung-Setzen des Nietkopfs (38) in Bezug auf den zweiten Schlitten (34) aufweist, die derart gestaltet sind, dass eben dieser Nietkopf (38) zwischen einer Ruheposition, in der die Bohrkopfachse und die Nietkopfachse (16, 40) verschieden sind, und einer Arbeitsposition, in der die Bohrkopfachse und die Nietskopfachse (16, 40) zusammenfallen, verschoben werden kann, wobei die Mittel zum In-Bewegung-Setzen des Nietkopfs (38) in Bezug auf den zweiten Schlitten (34) ein verformbares Parallelogramm (102) umfassen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum In-Bewegung-Setzen des Nietkopfs in Bezug auf den zweiten Schlitten (34) umfassen:

- zwei parallele Arme (110), die das verformbare Parallelogramm (102) bilden, die jeweils an einem von ihren beiden Enden mit dem zweiten Schlitten (34) beweglich verbunden sind und an dem anderen ihrer Enden mit der Nietkopfs (38) beweglich verbunden sind;

- ein mechanisches Verformungssystem (116) für das Parallelogramm (102), das derart gestaltet ist, dass bei einem In-Bewegung-Setzen des zweiten Schlittens (34) in einer Gleitrichtung (18) eine Verformung des Parallelogramms (102) von einer ersten Konfiguration, in der sich der Nietkopf (38) in seiner Ruheposition befindet, in eine zweite Konfiguration, in der sich der Nietkopf (38) in seiner Arbeitsposition befindet, und umgekehrt bewirkt wird,

und dass das mechanische Verformungssystem (116) ein Führungssystem ist, das einen Zapfen (118) umfaßt, der fest mit einem der zwei parallelen Arme (110) verbunden ist, wobei der Zapfen (118) bei einem In-Bewegung-Setzen des zweiten Schlittens (34) in der Gleitrichtung (18) in einer Führungsrille (120) gleitet.

2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führungsrille (120) aufeinanderfolgend einen zweiten Bereich (150) aufweist, der eine fortschreitende Verformung des Parallelogramms (102) bis dieses seine zweite Konfiguration einnimmt, wobei sich der Nietkopf (38) in seiner Arbeitsposition befindet, ermöglicht, und einen dritten Bereich (152) aufweist, der ein Halten des Parallelogramms (102) in seiner zweiten Konfiguration derart ermöglicht, dass eine Translation des Nietkopfs (38) unter Beibehalten seiner Arbeitsposition erfolgen kann, um den Nietvorgang durchzuführen.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Führungsrille (120) aufeinanderfolgend einen ersten Bereich (148) aufweist, der ein Halten des Parallelogramms (102) in dessen erster Konfiguration, wobei sich der Nietkopf (38) in seiner Ruheposition befindet, ermöglicht, einen zweiten Bereich (150) aufweist, der eine fortschreitende Verformung des Parallelogramms (102) bis dieses seine zweite Konfiguration einnimmt, wobei sich der Nietkopf (38) in seiner Arbeitsposition befindet, ermöglicht, und einen dritten Bereich (152) aufweist, der ein Halten des Parallelogramms (102) in dessen zweiten Konfiguration derart ermöglicht, dass eine Translation des Nietkopfs (38) unter Beibehalten seiner Arbeitsposition erfolgen kann, um den Nietvorgang durchzuführen.
4. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Rahmen (2) umfaßt, der die Führungsrille (120) trägt und an dem jeweils das Nietsystem (6) und das Rohrsystem (4) angebracht sind, wobei der erste und der zweite Schlitten (10, 34) jeweils derart angeordnet sind, dass sie geradlinig in Bezug auf den Rahmen (2) in der gleichen Gleitrichtung (18) gleiten können, wobei das Bohrsystem (4) Mittel zum In-Bewegung-Setzen (24) des ersten Schlittens (10) in der Gleitrichtung (18) aufweist und das Nietsystem (6) ebenfalls Mittel zum In-Bewegung-Setzen (104) des zweiten Schlittens (34) in der Gleitrichtung (18) aufweist.
5. Vorrichtung (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum In-Bewegung-Setzen des zweiten Schlittens (34) in der Gleitrichtung (18) einen kolbenstangenlosen Zylinder (104) umfassen.
6. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum In-Bewegung-Setzen (24) des ersten Schlittens (10) die Form eines Linearmotors aufweisen.
7. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Schlitten (10) auf zwei mit dem Rahmen (2) fest verbundenen Führungsschienen (20) mittels mehrerer Schuhe (22) in Klammerform, die mit den zwei Führungsschienen (20) zusammenwirken und mit dem ersten Schlitten (10) fest verbunden sind, angebracht ist.
8. Vorrichtung (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der zwei Führungsschienen (20) des ersten

Schlittens (10) einen Steg aufweist, wobei die zwei Stege jeweils in zwei schrägen Ebenen (P1, P2) angeordnet sind, die in einem zur Bohrkopfachse (16) senkrechten Schnitt zusammen ein V bilden.

- 5 9. Vorrichtung (1) nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der zwei Führungsschienen (20) des ersten Schlittens (10) einen Querschnitt in der Form eines I aufweist.
- 10 10. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Schlitten (10) mit einem ersten Lesekopf (30) ausgestattet ist, der mit einem optischen Lineal (32), das auf dem Rahmen (2) angebracht ist, zusammenwirken kann.
- 15 11. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Schlitten (34) auf einer Führungsschiene (46), die mit dem Rahmen (2) fest verbunden ist und in der Gleitrichtung (18) ausgerichtet ist, mittels mindestens eines Schuhs (48) in Klammerform, der mit der Führungsschiene (46) zusammenwirkt und mit dem zweiten Schlitten (34) fest verbunden ist, angebracht ist.
- 20 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ferner ein Blechteile-Presssystem (8) aufweist, das derart angeordnet ist, dass es geradlinig in Bezug auf den Rahmen (2) in der Gleitrichtung (18) gleiten kann.
- 25 13. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Blechteile-Presssystem (8) einen auf dem Rahmen (2) angebrachten dritten Schlitten (60) sowie Mittel zum In-Bewegung-Setzen (70) dieses dritten Schlittens (60) in der Gleitrichtung (18) umfaßt.
- 30 14. Vorrichtung (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum In-Bewegung-Setzen (70) des dritten Schlittens (60) die Form eines Linearmotors aufweisen.
- 35 15. Vorrichtung (1) nach Anspruch 14 in Kombination mit Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Linearmotoren (24, 70) des ersten und des zweiten Schlittens (10, 60) ein gleiches zweites festes Element (28) gemeinsam haben.
- 40 16. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 13 bis 15 in Kombination mit einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte Schlitten (60) auf den zwei Führungsschienen (20), die den ersten Schlitten (10) führen, mittels mehrerer Schuhe (68) in Klammerform, die mit den zwei Führungsschienen (20) zusammenwirken und mit dem dritten Schlitten (60) fest verbunden sind, angebracht ist.
- 45 17. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte Schlitten (60) mit einem zweiten Lesekopf (74) ausgestattet ist, der mit einem auf dem Rahmen (2) angebrachten optischen Lineal (32) zusammenwirken kann.
- 50 18. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Blechteile-Presssystem (8) einen Blechteile-Pressenkopf (62) aufweist, der auf dem dritten Schlitten (60) angebracht ist und eine Blechteile-Pressenkopfachse (64) festlegt, die mit der Bohrkopfachse (16) zusammenfällt.
- 55 19. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rahmen (2) an einem Roboterarm der Vorrichtung angebracht ist.
20. Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Steuersystem (83) aufweist, das Mittel (82) umfaßt, die es ermöglichen, eine Anweisung für die Vorschubgeschwindigkeit eines Bohrwerkzeugs (17) der Vorrichtung längs der Bohrkopfachse (16) sowie eine Anweisung für die Drehgeschwindigkeit dieses Werkzeugs zu liefern, wobei diese Anweisungen eine Funktion einer Information über die lokale Steifigkeit der Blechteile (Steifigkeitsinfo) auf der Höhe eines zu bohrenden Lochs, das einen Niet aufnehmen soll, sind.
21. Verfahren zum Verbinden von Blechteilen durch Nieten, **dadurch gekennzeichnet, dass** es mittels einer Vorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchgeführt wird.

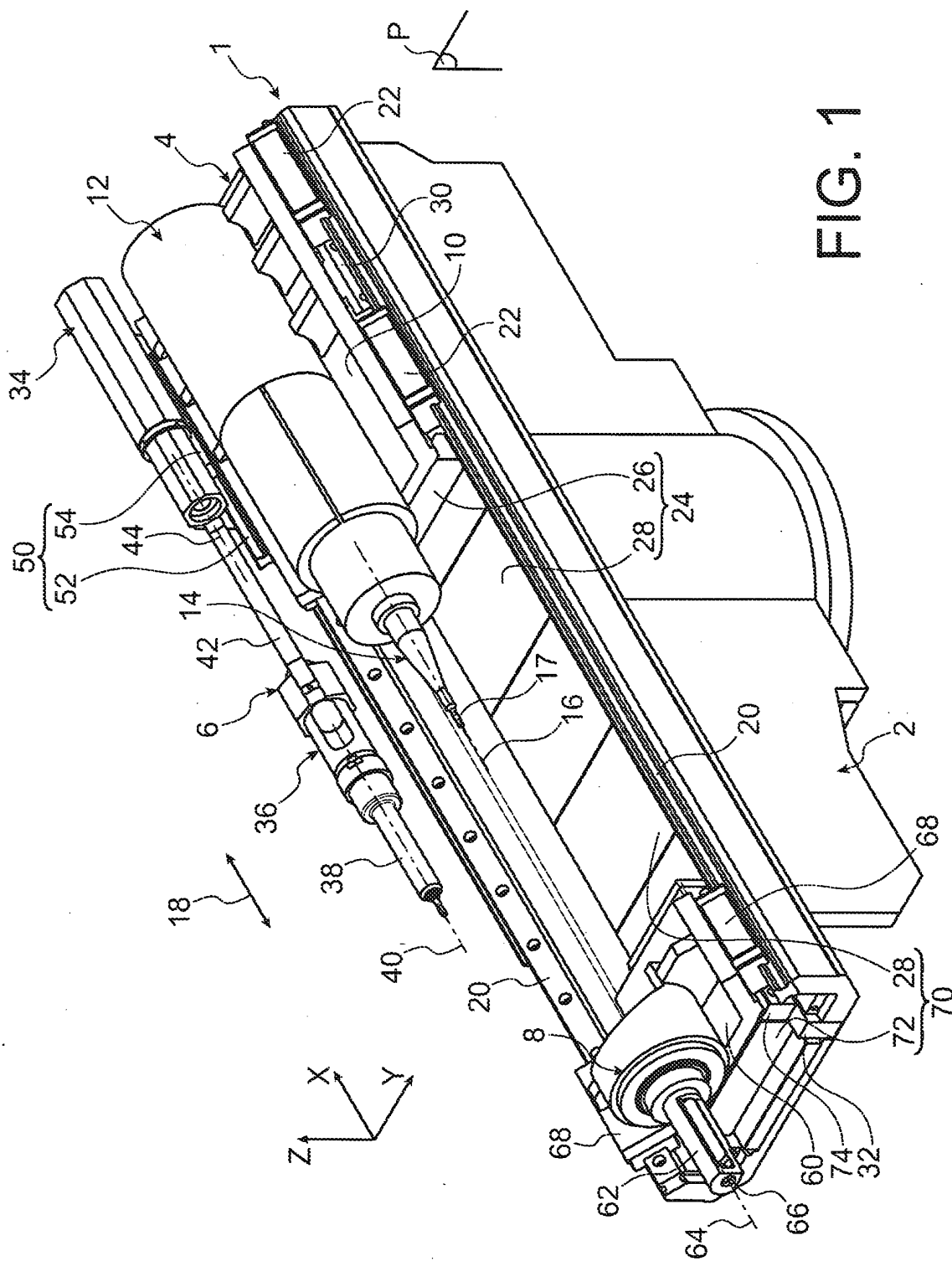
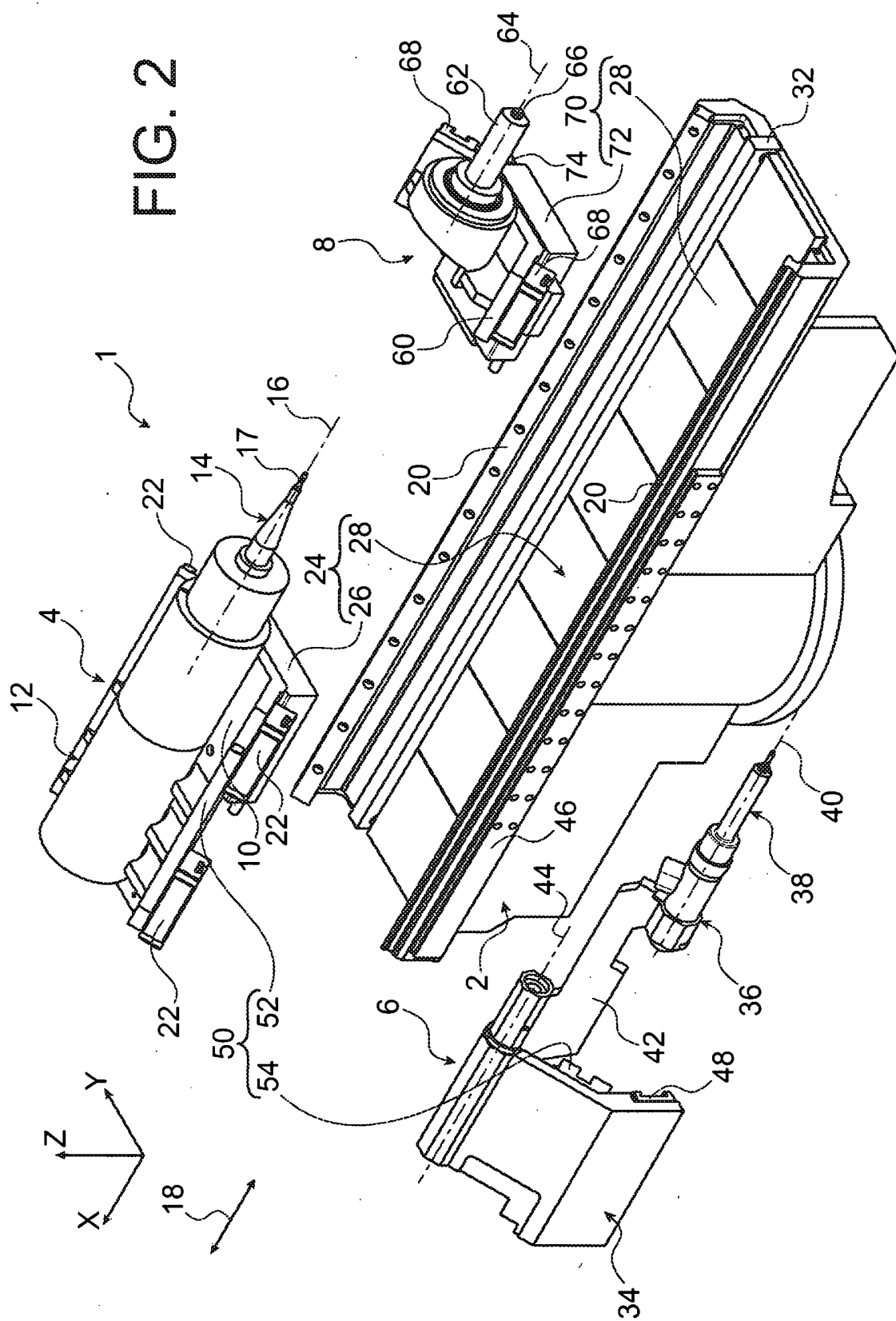


FIG. 1



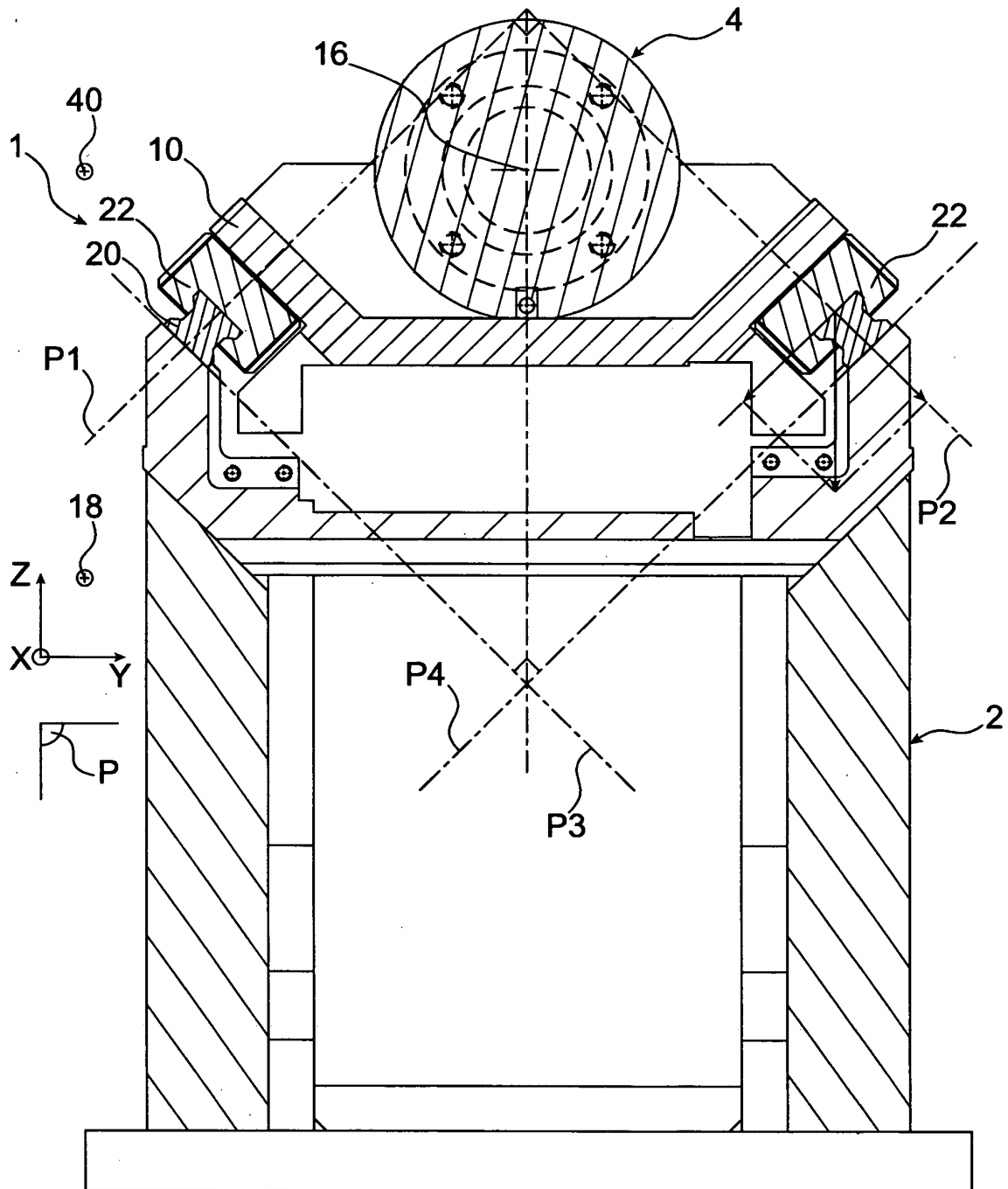
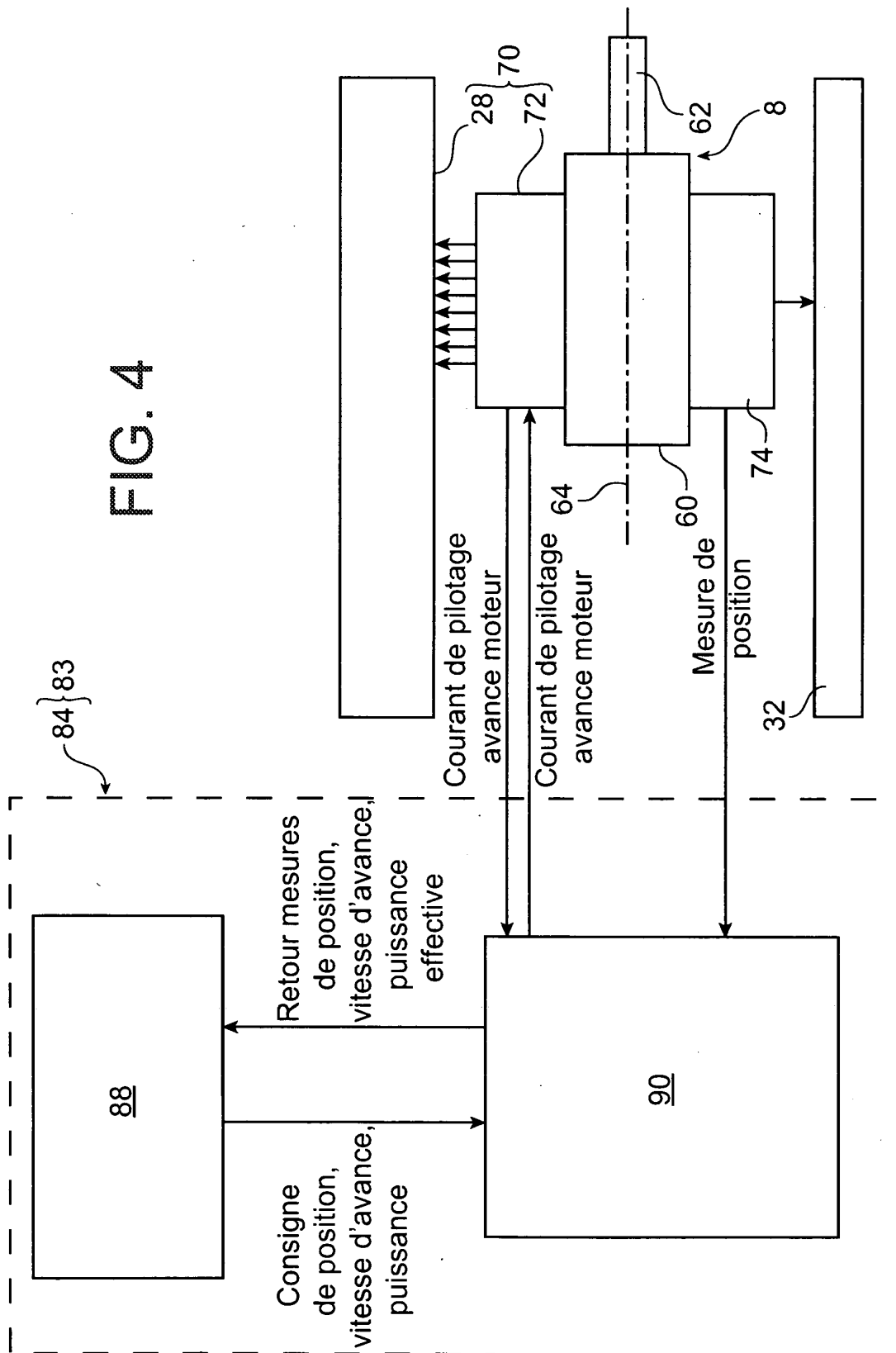


FIG. 3



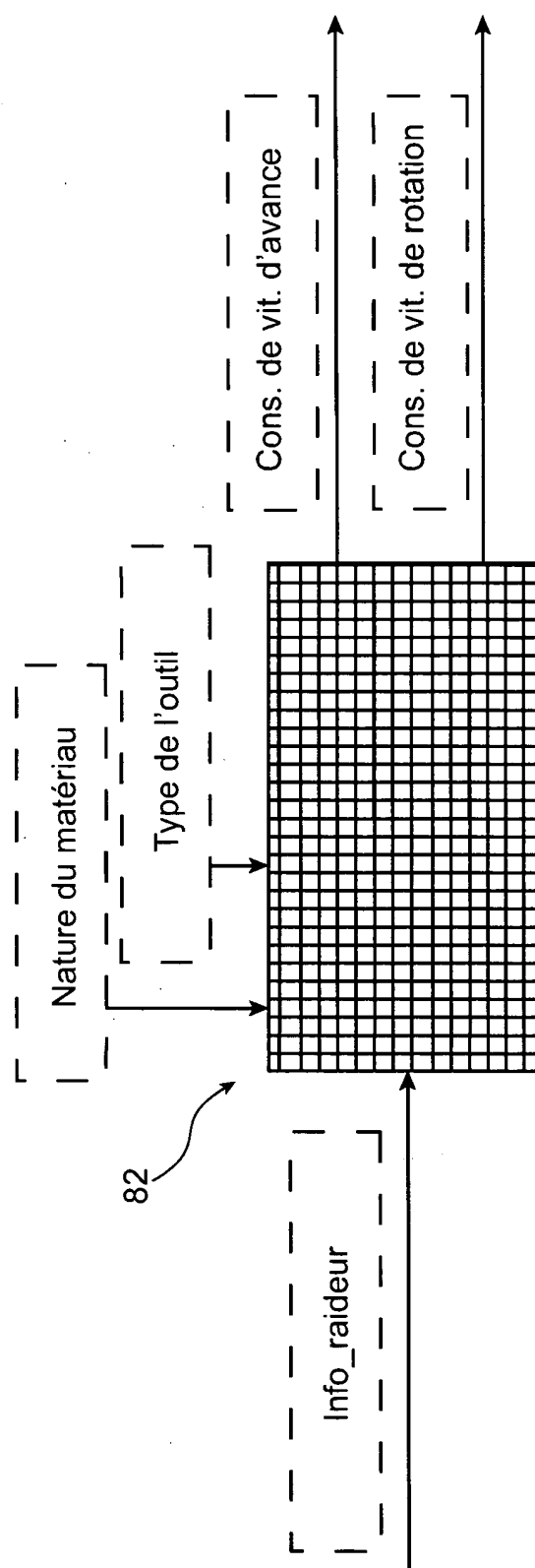
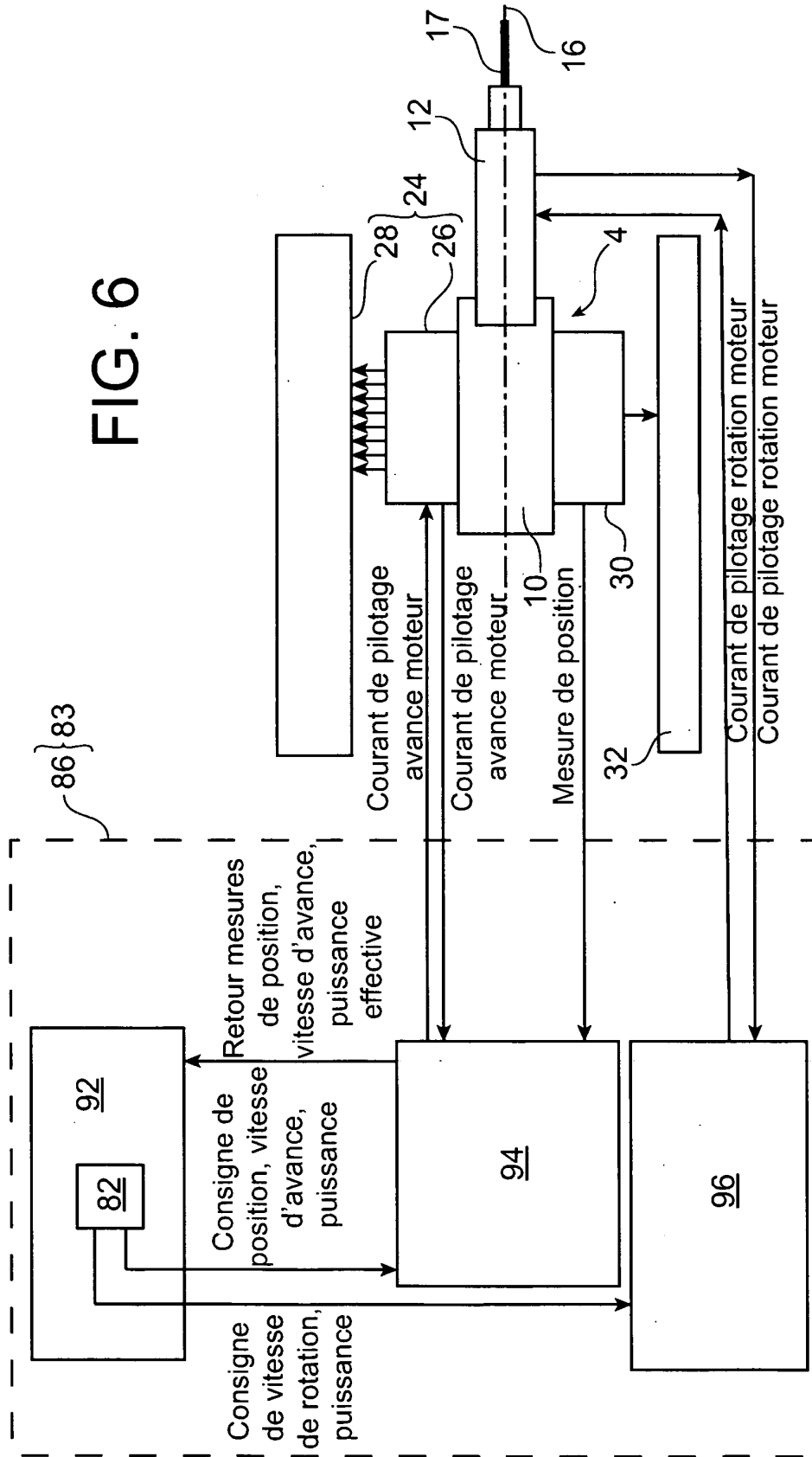


FIG. 5

FIG. 6



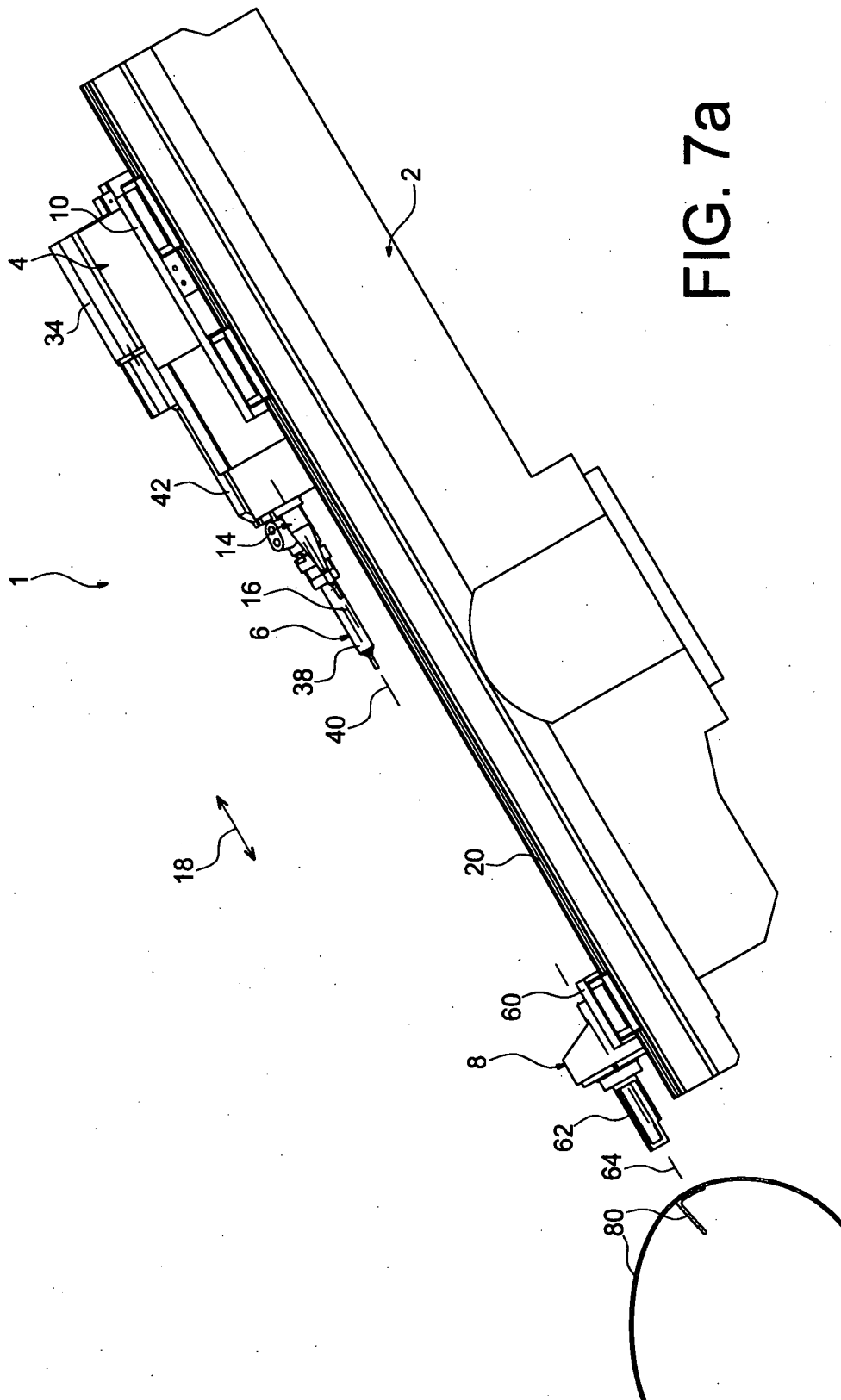
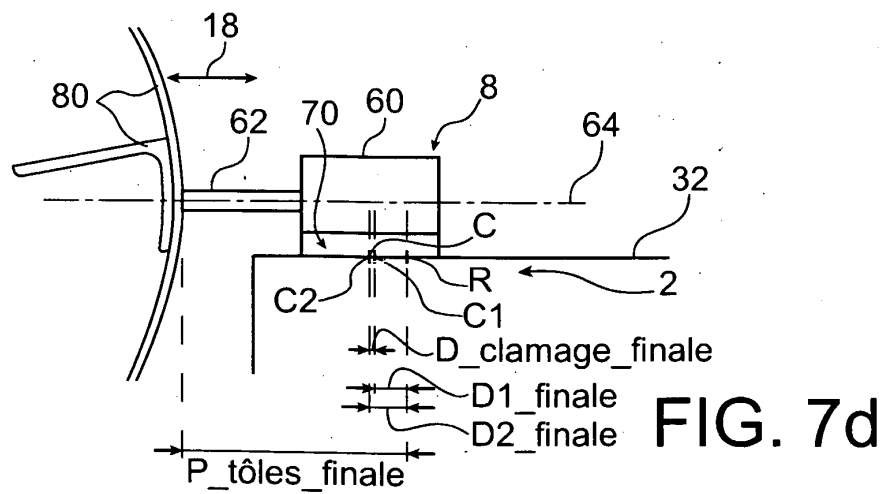
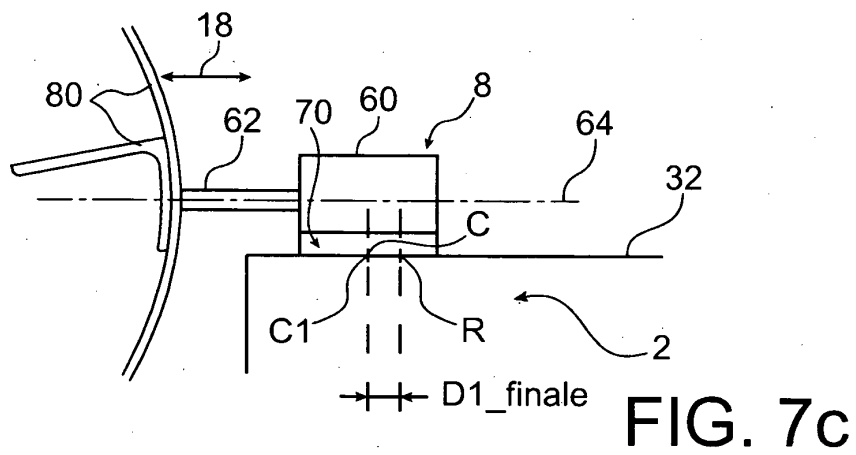
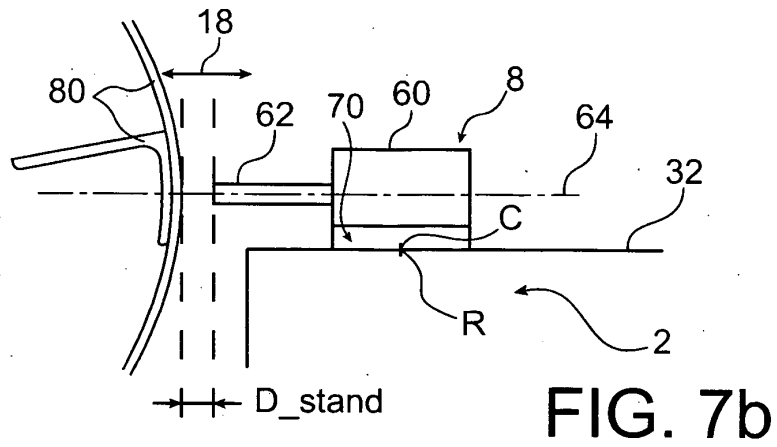
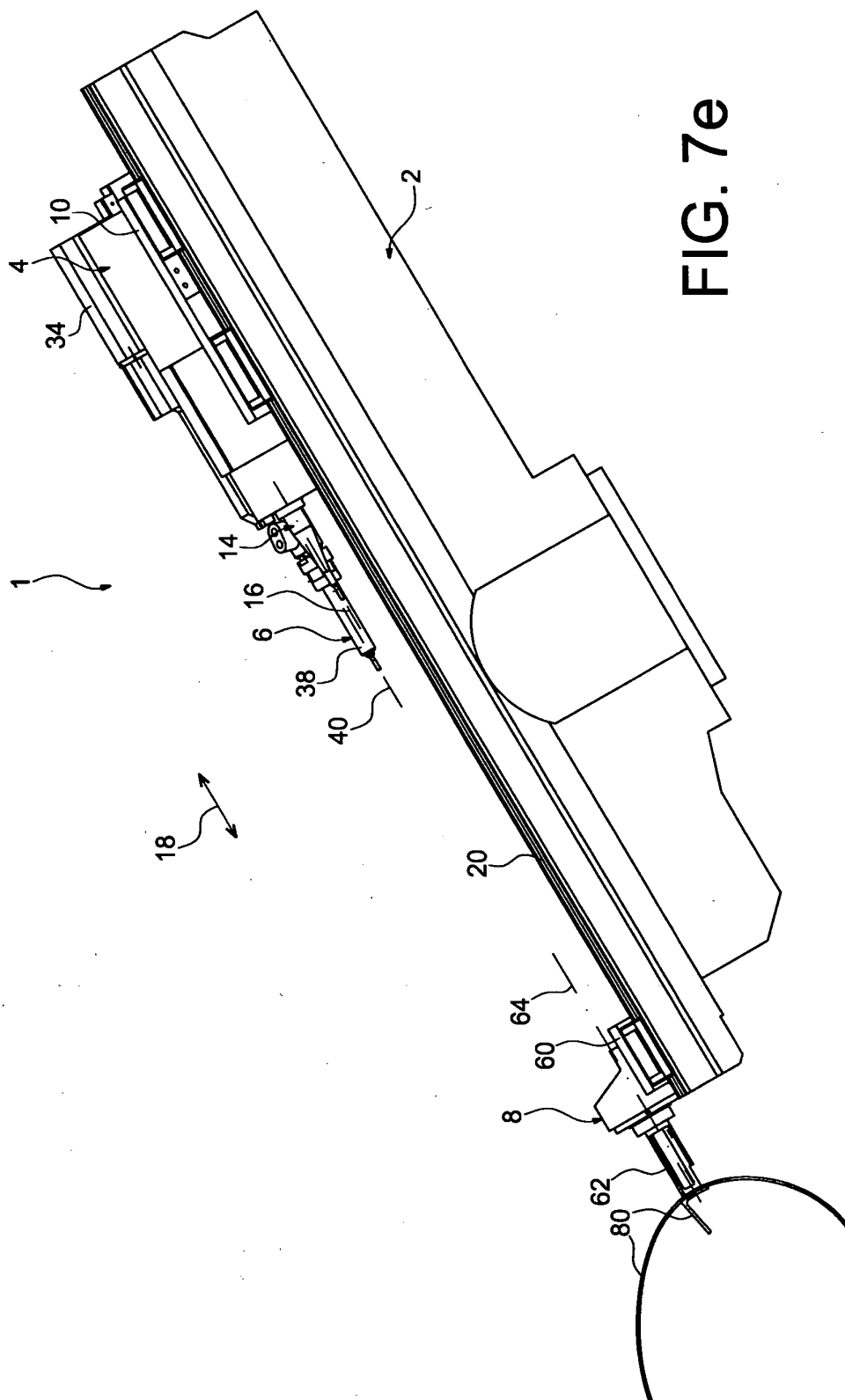


FIG. 7a





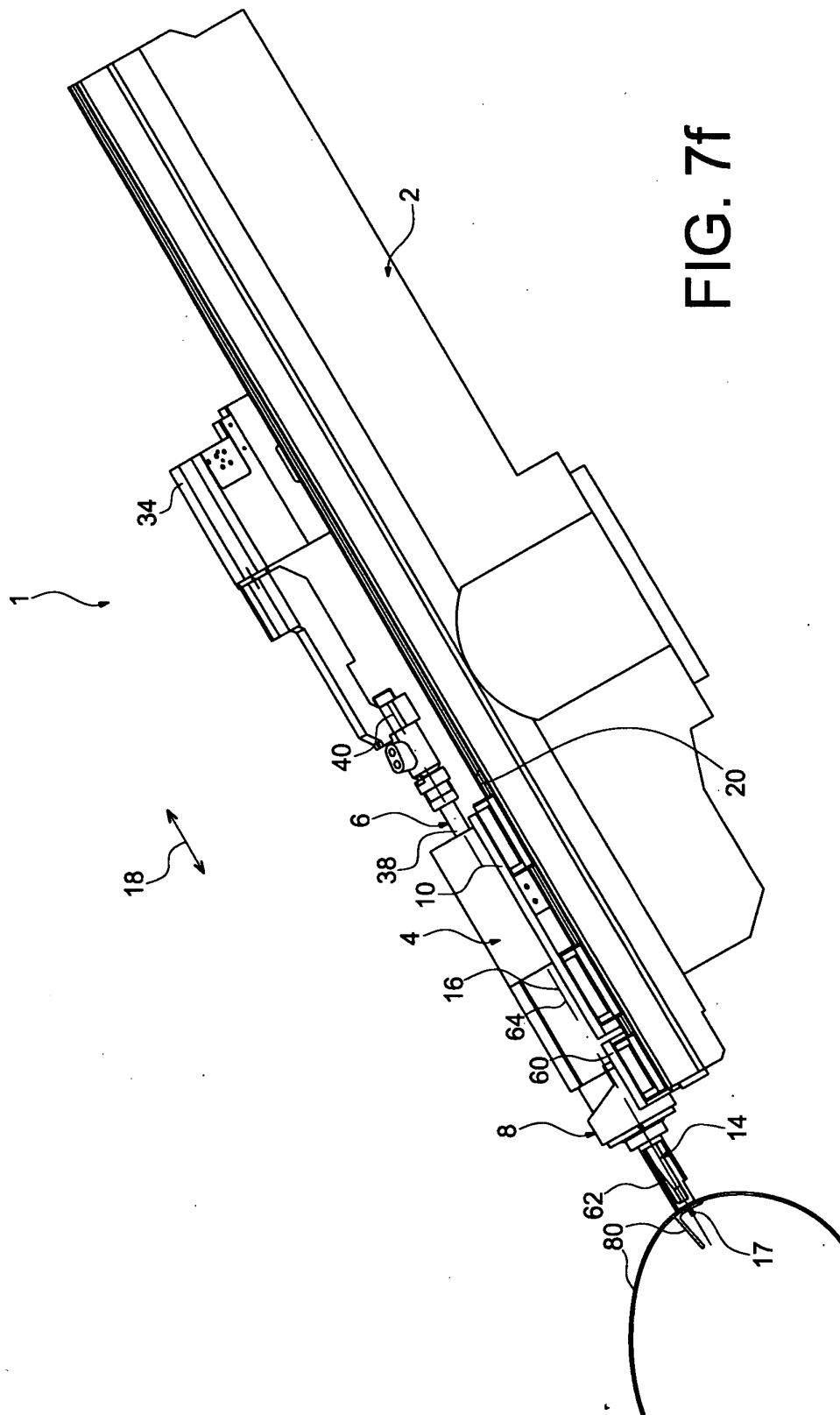


FIG. 7f

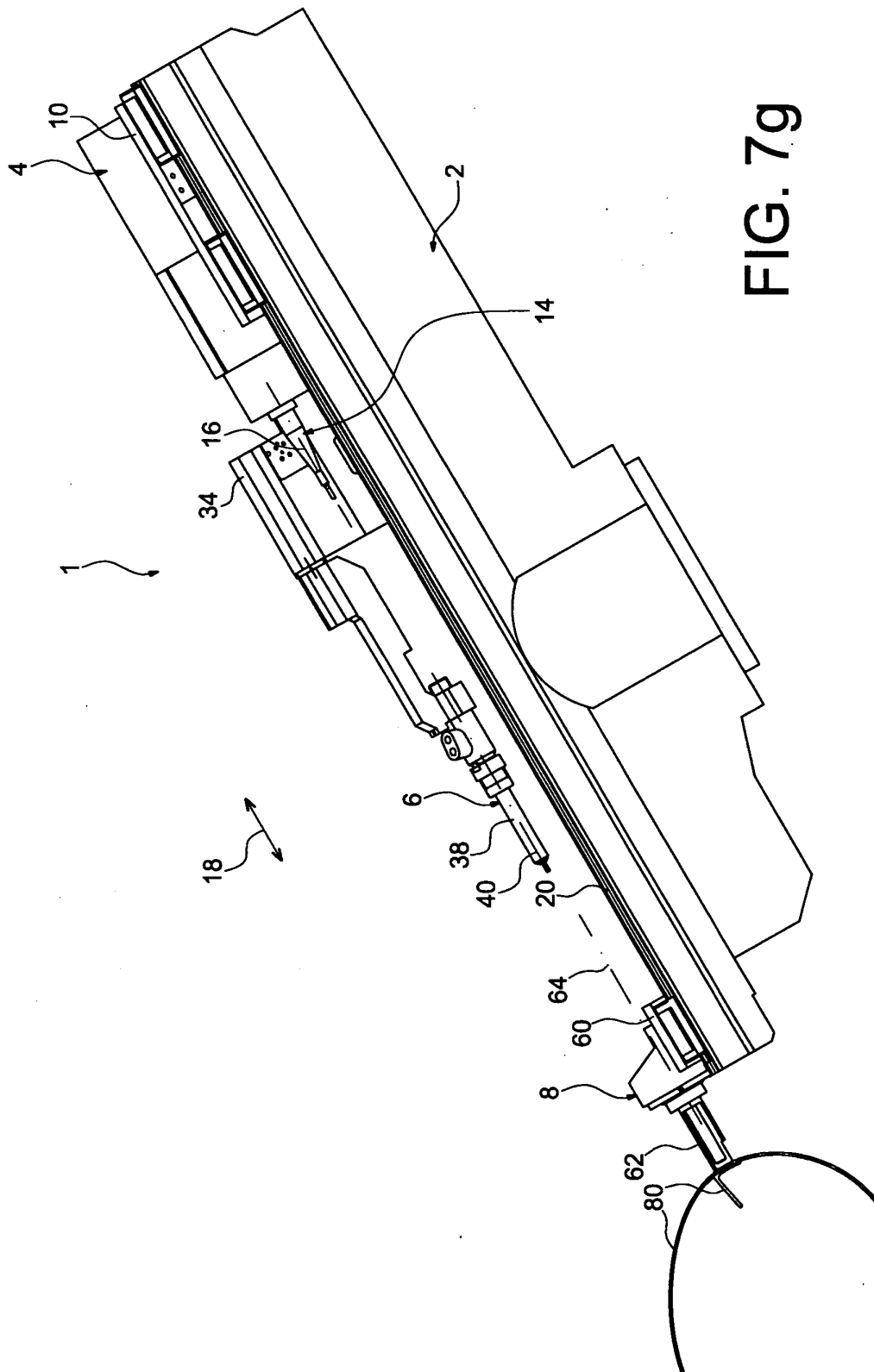


FIG. 7g

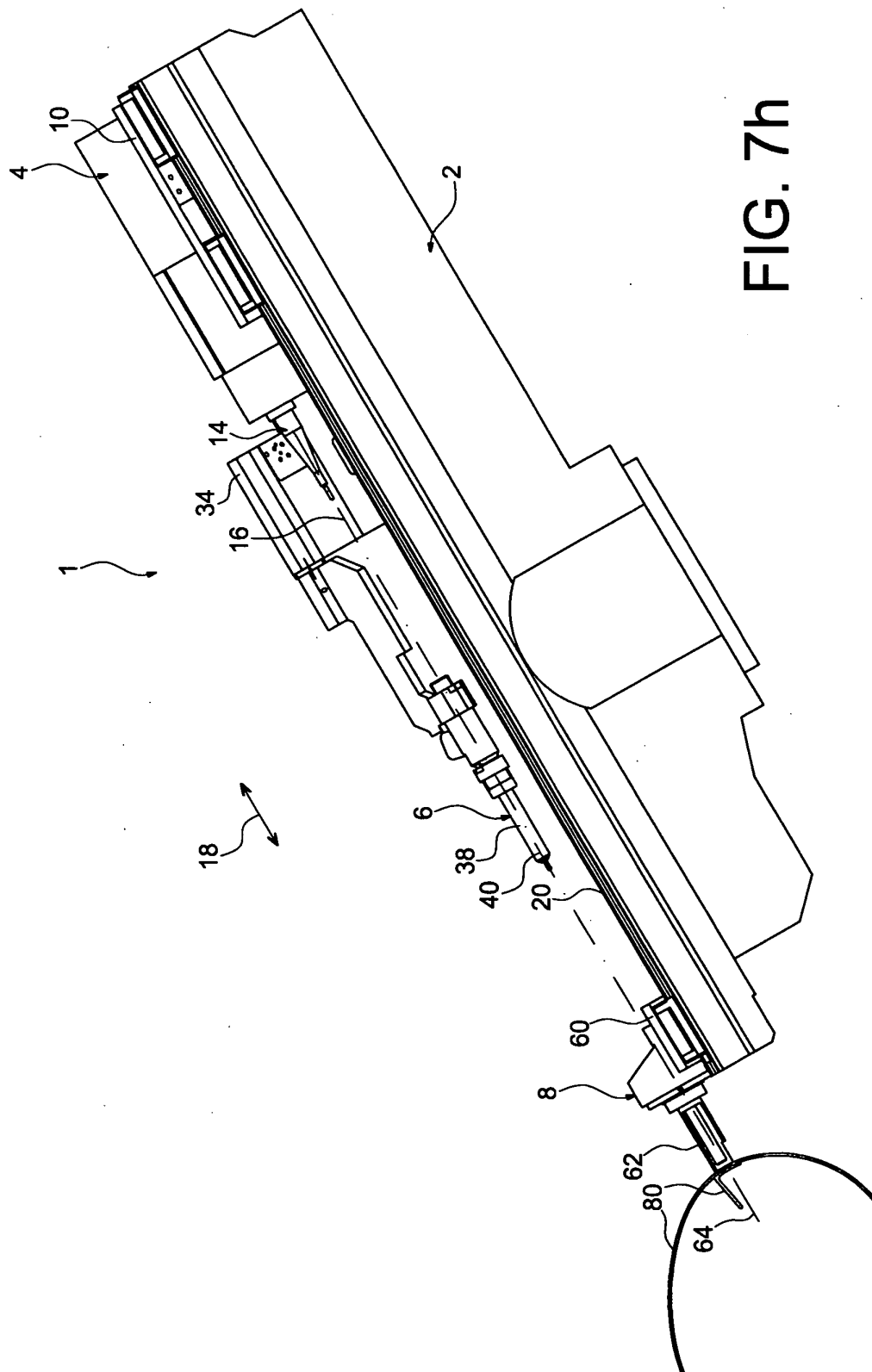


FIG. 7h

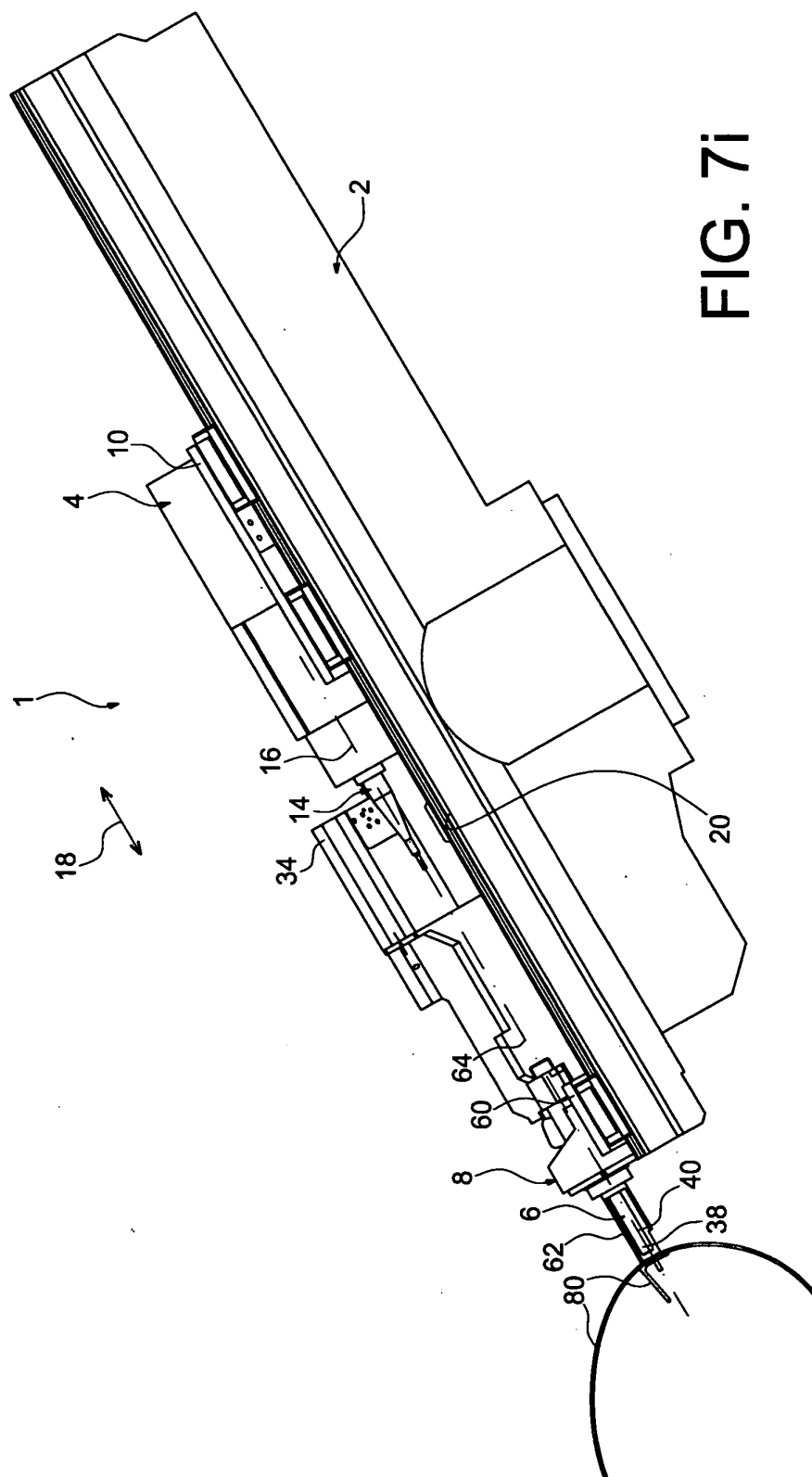
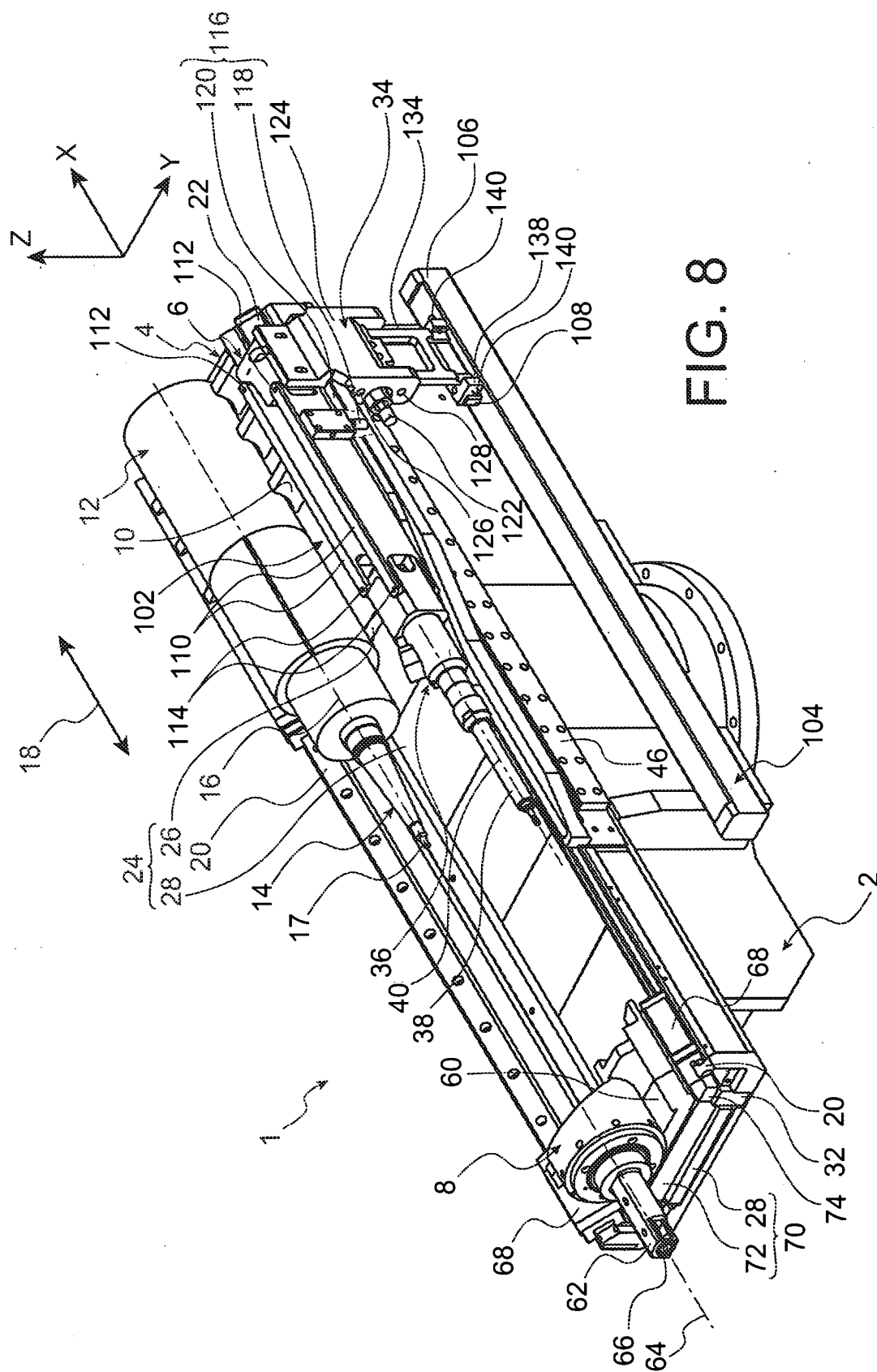


FIG. 7i


$$\frac{8}{9} \frac{1}{L}$$

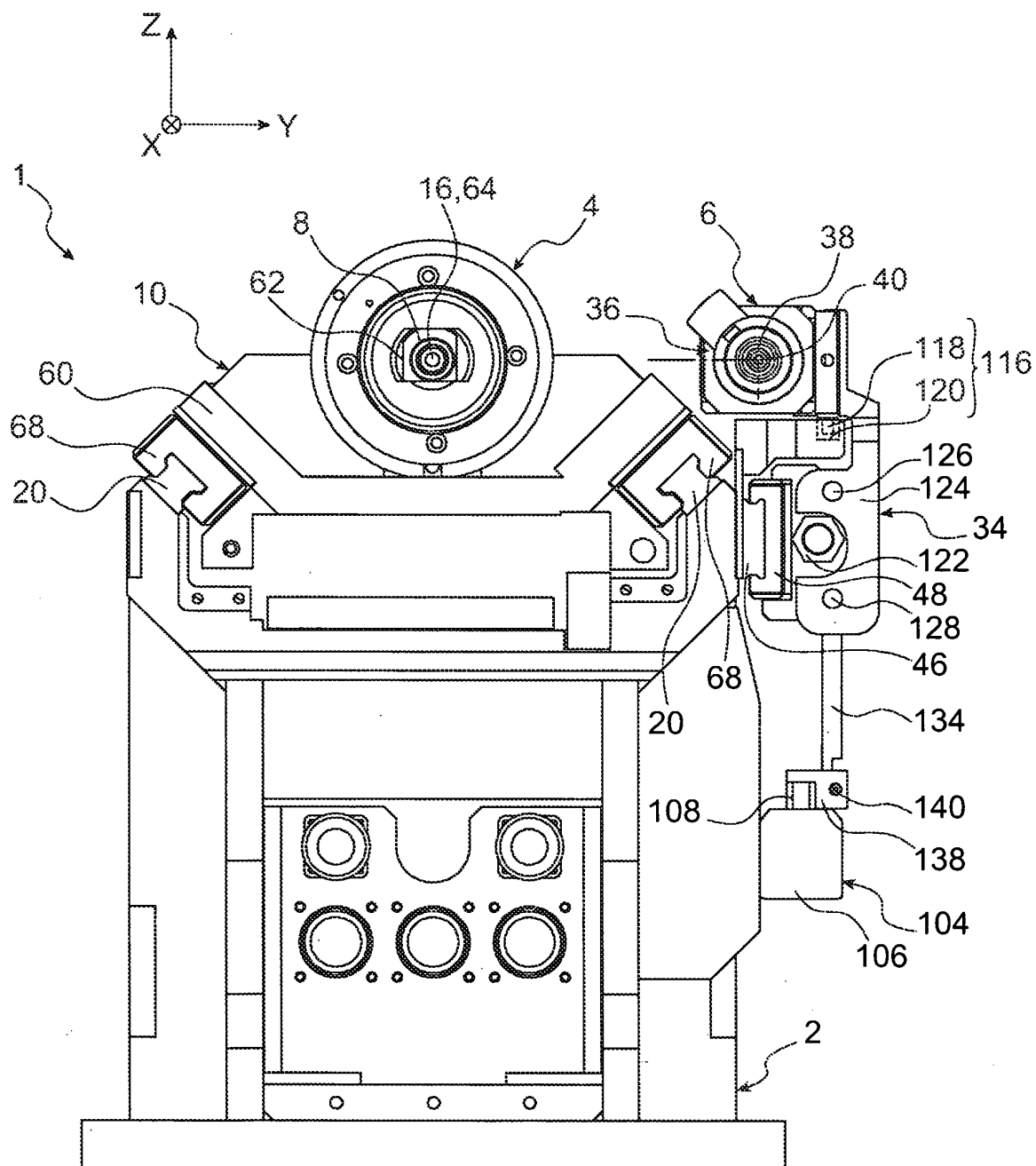


FIG. 9

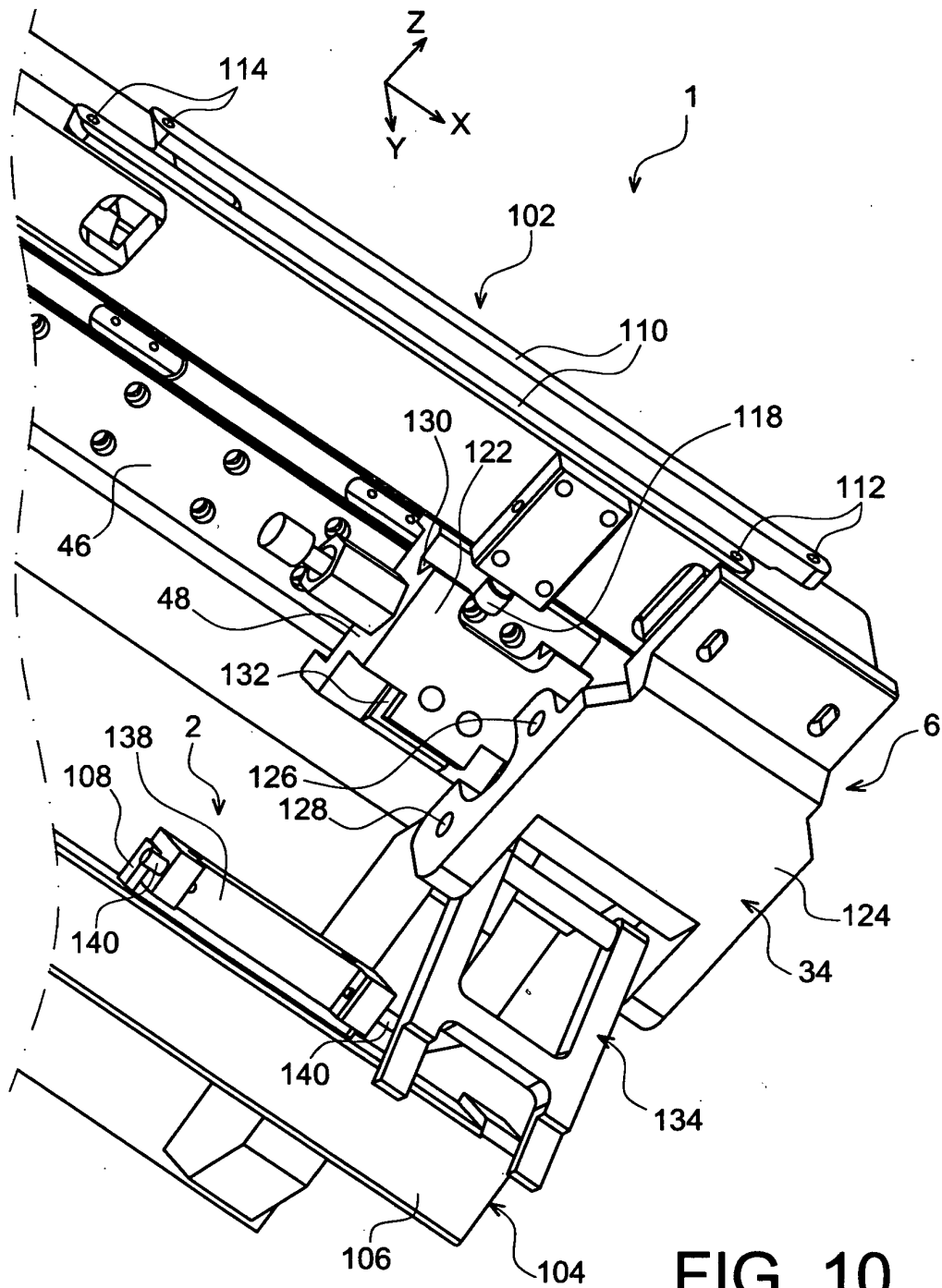


FIG. 10

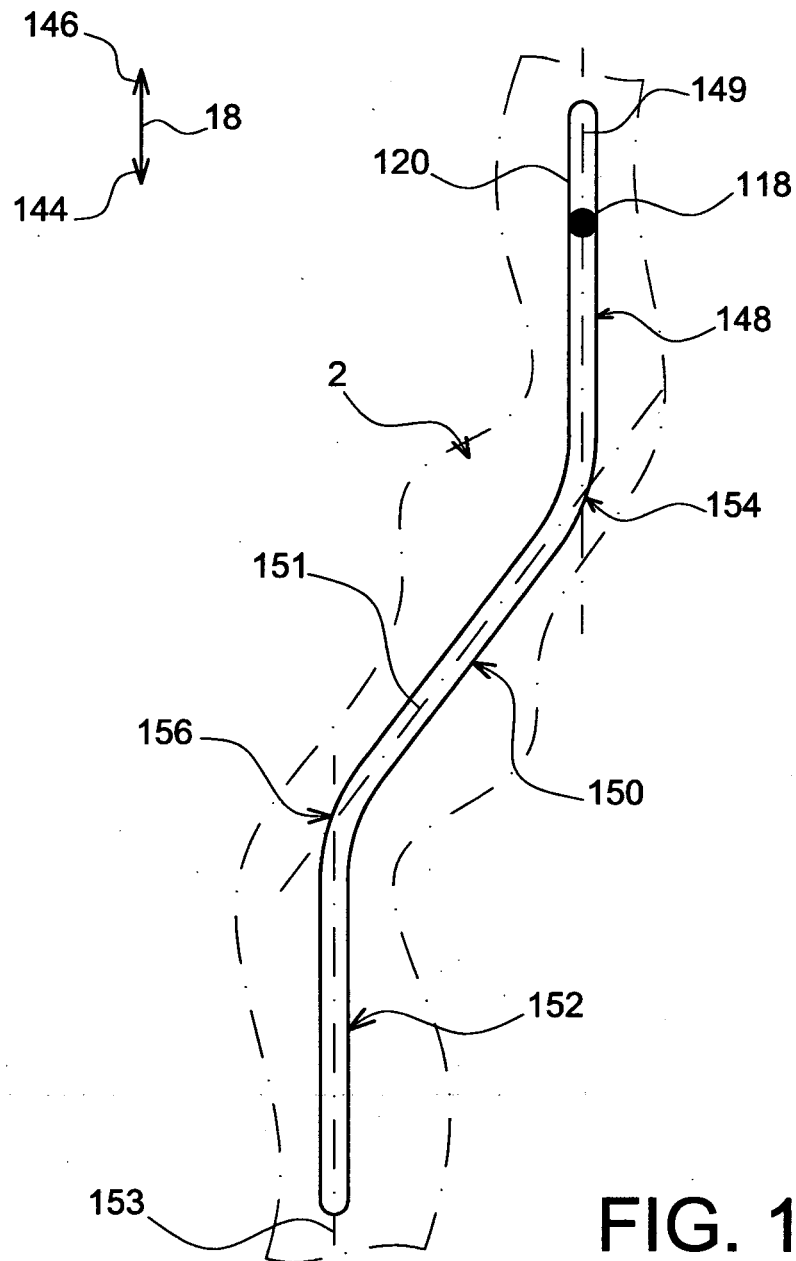
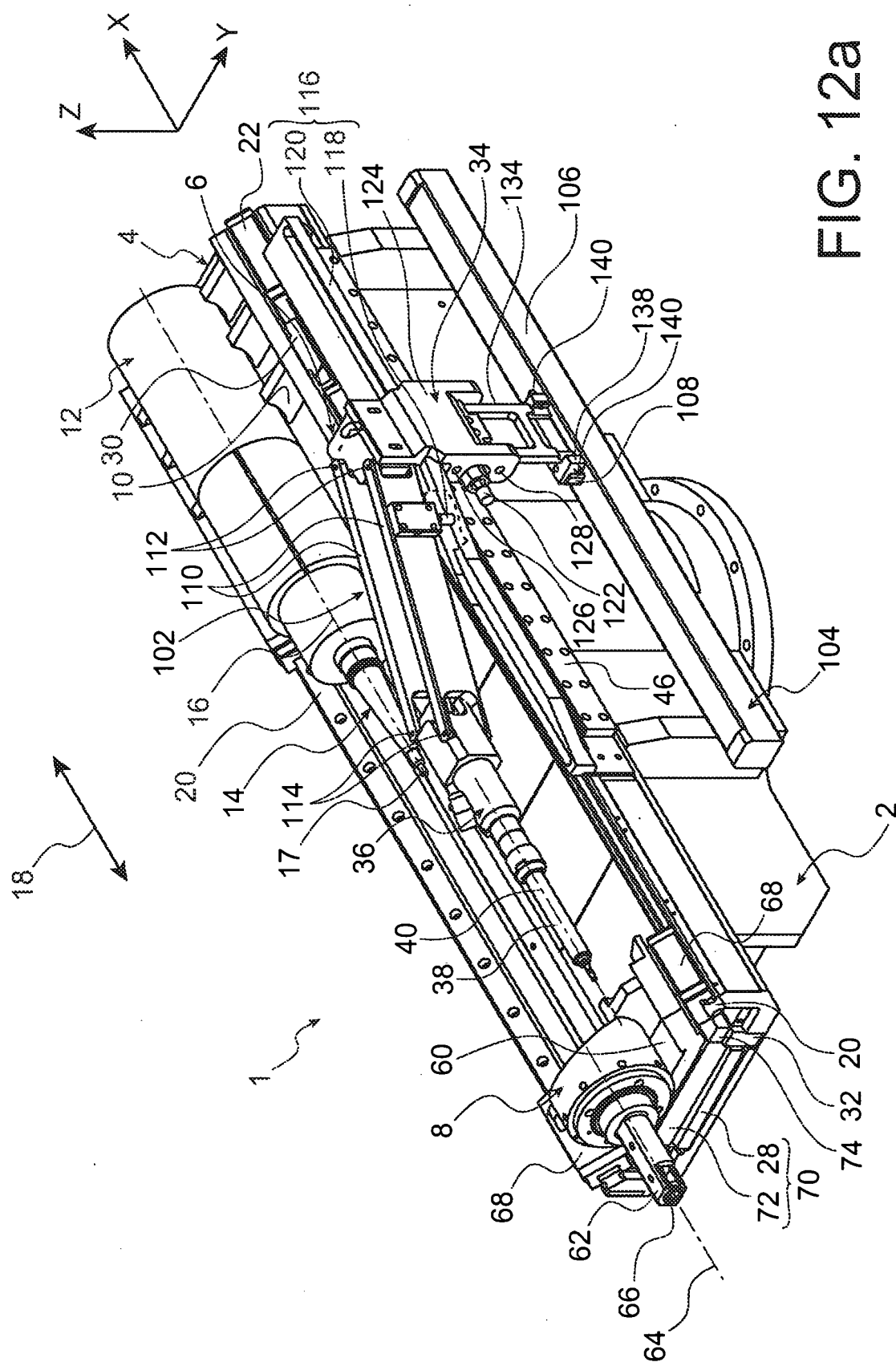
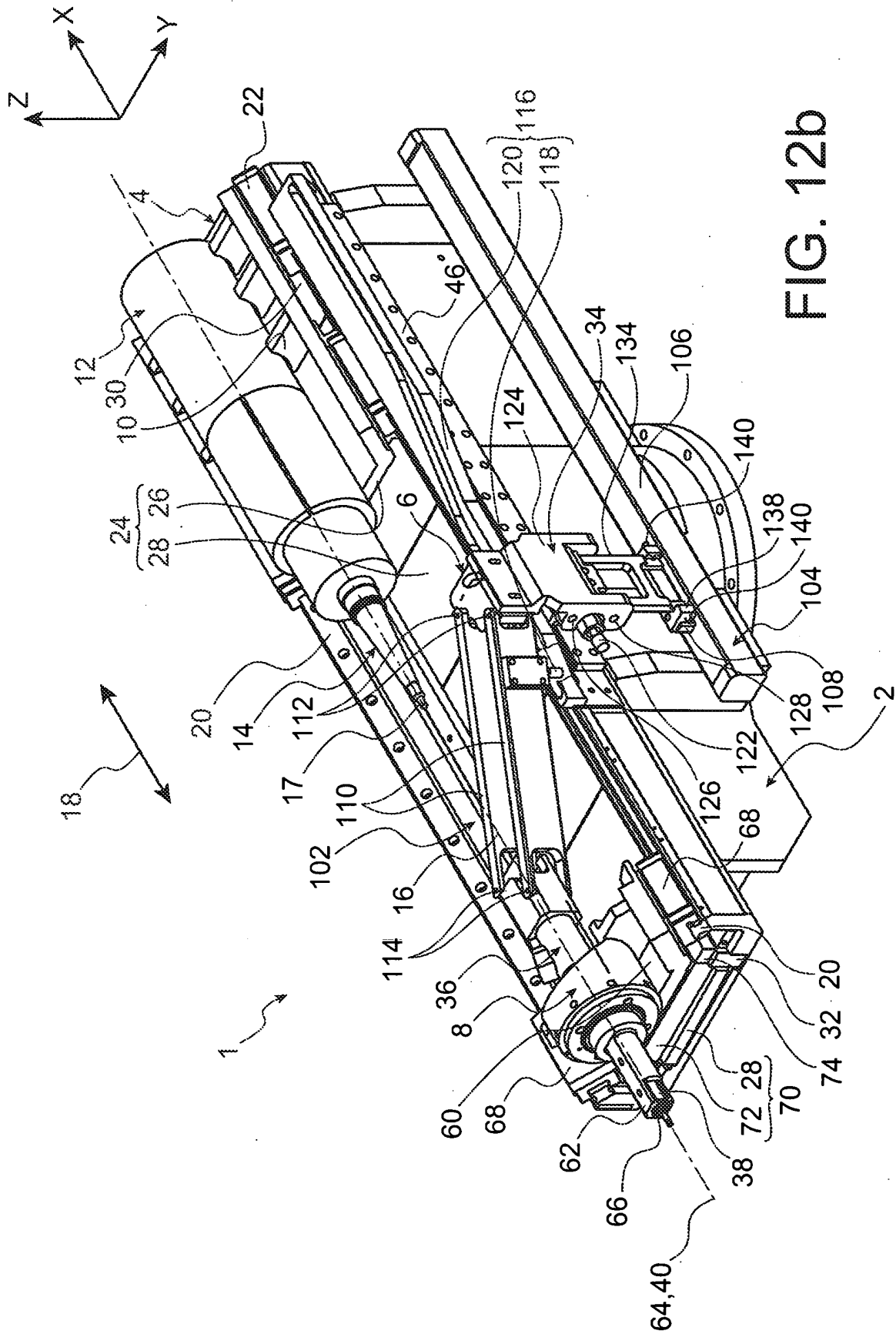


FIG. 11



12a



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

- US 2978791 A [0003]
- EP 1329270 A [0006]