(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 375 541 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
19.09.2018 Bulletin 2018/38

(51) Int Cl.:
B21H 1/06 *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **17305273.9**

(22) Date de dépôt: **14.03.2017**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA MD

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

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

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

(54) **LAMINOIR MULTIMANDRIN, MÉTHODE DE RÉGLAGE DE LA POSITION DES MANDRINS D'UN TEL LAMINOIR ET PROCÉDÉ DE LAMINAGE EN CONTINU AU MOYEN D'UN TEL LAMINOIR**

(57) Ce laminoir multimandrin (2) pour laminage en continu de pièces de révolution (100) comprend une table porte-mandrins (4), montée rotative autour d'un premier axe (X4) et une roue principale (6), montée rotative autour d'un deuxième axe (X6) parallèle et décalé du premier axe. La position de la roue principale (6) par rapport à chaque mandrin (42-48) est réglable au moyen d'une translation relative entre les premier et deuxième axes (X4, X6), selon une direction perpendiculaire à ces axes.

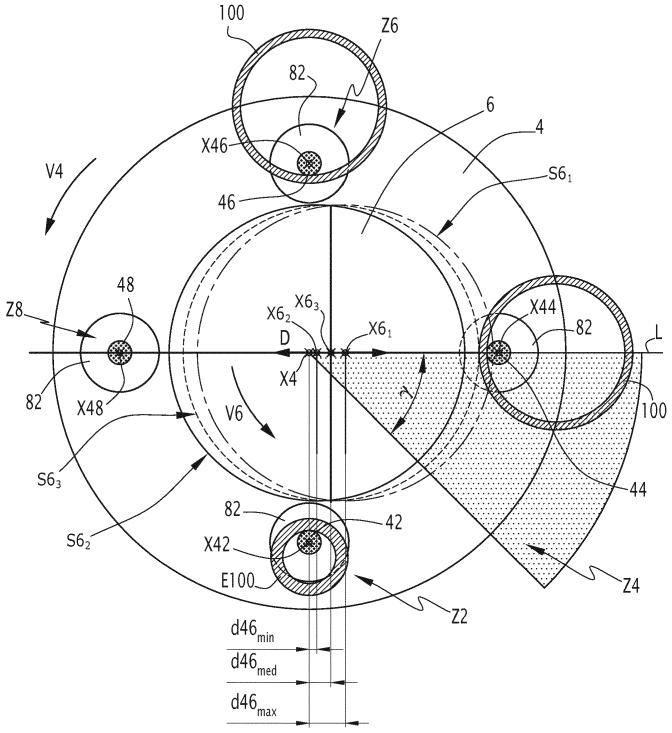

FIG.2

EP 3 375 541 A1

Description

[0001] L'invention a trait à un laminoir multimandrin destiné à être utilisé pour le laminage continu de pièces de révolution.

[0002] Dans le domaine du laminage, il est connu d'utiliser un laminoir multimandrin pour laminer en continu des pièces de révolution qui sont montées autour de mandrins supportés par une table porte-mandrins, cette table porte-mandrins tourne autour d'un axe excentré par rapport à une roue principale montée rotative autour d'un axe vertical. Un tel laminoir multimandrin est connu sous la dénomination KFRWt et commercialisé, entre autres, par la société WAGNER à Dortmund (Allemagne). Il est également connu de US-A-2015/283592 d'utiliser un laminoir de ce type pour la fabrication de pièces de révolution.

[0003] Avec ce genre de matériel, il est nécessaire de régler individuellement la position des mandrins par rapport à la table porte-mandrins afin de tenir compte de l'épaisseur souhaitée pour les pièces à laminer. Dans l'exemple de US-A-2015/283592, des dispositifs mécaniques doivent être utilisés pour synchroniser l'excentration de supports de mandrin par rapport à la table porte-mandrins, ce qui nécessite de mettre en oeuvre des mécanismes complexes. De tels systèmes de réglage ne sont compatibles qu'avec certaines géométries de pièces et rendent très difficile de supporter chaque mandrin à ses deux extrémités, ce qui induit, dans le cas où les mandrins ne sont tenus que par une extrémité, un risque de flexion sous charge des mandrins.

[0004] C'est à ces inconvénients qu'entend plus particulièrement remédier l'invention en proposant un nouveau laminoir dont le réglage est plus simple à mettre en oeuvre que ceux de l'état de la technique.

[0005] A cet effet, l'invention concerne un laminoir multimandrin pour le laminage en continu de pièces de révolution, ce laminoir comprenant une table porte-mandrins montée rotative autour d'un premier axe et une roue principale montée rotative autour d'un deuxième axe parallèle et décalé du premier axe. Conformément à l'invention, la position de la roue principale par rapport à chaque mandrin est réglable au moyen d'une translation relative entre les premier et deuxième axes, selon une direction perpendiculaire à ces axes.

[0006] Grâce à l'invention, le réglage de la position de la roue par rapport aux mandrins peut être obtenu en une seule opération, grâce au déplacement en translation de la roue principale par rapport à la table porte-mandrins, ce déplacement en translation résultant de la translation relative entre les premier et deuxième axes. Il en résulte une rapidité de réglage et également une facilité de mise en oeuvre du laminoir, dont les mandrins peuvent notamment être supportés à la fois par le dessous et le dessus, ce qui est favorable en terme de résistance mécanique.

[0007] Au sens de la présente description, l'expression « laminage en continu » signifie que l'opération de laminage proprement dite a lieu sur une partie du laminoir, alors que les opérations de chargement-déchargement des pièces ont lieu en temps masqué, sur d'autres parties du laminoir, au point qu'il y a continûment ou quasi-continûment une pièce en cours de laminage lorsque le laminoir fonctionne. Le laminage en continu doit, à ce titre, être distingué du laminage séquentiel où les pièces sont laminées les unes après les autres, comme cela est le cas dans le laminoir commercialisé par la société SMS MEER de Mochengladbach (Allemagne) sous la dénomination MERW.

[0008] Selon des aspects avantageux mais non obligatoires de l'invention, un tel laminoir peut incorporer une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises selon toute combinaison techniquement admissible

- La translation relative entre les premier et deuxième axes est une translation rectiligne, de préférence parallèle à une direction de décalage de ces deux axes entre eux.
- Le laminoir comprend un excentrique fixe, intercalé entre les premier et deuxième axes pour générer une excentration entre la table porte-mandrins et la roue principale en cours de fonctionnement du laminoir, et des moyens de réglage de la position de la roue principale par rapport à chaque mandrin comprennent au moins un excentrique mobile autour du deuxième axe et intercalé entre l'excentrique fixe et le deuxième axe.
- Les moyens de réglage de la position de la roue principale par rapport à chaque mandrin comprennent deux excentriques mobiles intercalés entre l'excentrique fixe et le deuxième axe.
- Les deux excentriques mobiles ont la même excentration. En variante, les deux excentriques mobiles ont des excentrations différentes.
- Les deux excentriques mobiles sont configurés pour tourner en sens inverse lors du réglage de la position de la roue principale par rapport aux mandrins.
- Les deux excentriques mobiles sont configurés pour être entraînés en rotation, autour du deuxième axe, avec la même amplitude angulaire, lors du réglage de la position de la roue principale par rapport aux mandrins.
- Le laminoir comprend un excentrique fixe, intercalé entre les premier et deuxième axes pour générer une excentration entre la table porte-mandrins et la roue principale en cours de fonctionnement du laminoir, et des moyens de réglage de la position de la roue principale par rapport aux mandrins comprennent un vérin hydraulique, électro-hydraulique ou électro-mécanique de déplacement de la roue principale.
- Chaque mandrin est supporté par rapport à la table porte-mandrins au moyen de deux sous-ensembles disposés respectivement au-dessous et au-dessus de la table porte-mandrins et de la roue principale..

[0009] Selon un autre aspect, l'invention concerne une méthode de réglage de la position des mandrins d'un laminoir tel que mentionné ci-dessus, cette méthode comprenant au moins des étapes consistant à

a) déplacer la roue principale en translation, selon une direction perpendiculaire aux premier et deuxième axes, par rapport à la table porte-mandrins et
b) fixer la position relative des premier et deuxième axes obtenue à la fin de l'étape a).

[0010] De façon avantageuse, les moyens de réglage de la position de la roue principale par rapport à chaque mandrin comprennent deux excentriques mobiles de même excentration intercalés entre l'excentrique fixe et le deuxième axe et, lors de l'étape a), les deux excentriques mobiles sont entrainés en rotation selon des directions opposées et avec les mêmes amplitudes angulaires, autour du deuxième axe.

[0011] Enfin, l'invention concerne un procédé de laminage en continu au moyen d'un laminoir tel que mentionné ci-dessus, ce procédé comprenant au moins des étapes consistant à

i) régler la position des mandrins selon la méthode de réglage mentionnée ci-dessus ;
ii) entrainer en rotation la table porte-mandrins et la roue principale respectivement autour des premier et deuxième axes.

[0012] Avantageusement, lors de l'étape de ii), on surveille le diamètre extérieur d'une pièce en cours de laminage, alors que le procédé comprend une étape complémentaire consistant à arrêter le laminage d'une pièce en changeant la position de la roue principale par rapport à la table porte-mandrins lorsque le diamètre extérieur atteint une valeur de seuil prédéterminée.

[0013] En variante, le procédé comprend des étapes complémentaires consistant à mesurer l'épaisseur radiale d'une pièce laminée en sortie de laminoir, avec identification du mandrin utilisé pour son laminage, à déterminer un offset radial à appliquer sur la position relative de la surface extérieure de la roue principale et du mandrin identifié et à appliquer l'offset pour le mandrin identifié par changement de la position de la roue principale par rapport à la table porte-mandrins, avant que le mandrin identifié parvienne dans une zone de laminage du laminoir.

[0014] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaitront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre d'un mode de réalisation d'un laminoir multimandrin conforme à son principe, d'une méthode de réglage de ce laminoir et d'un procédé de laminage au moyen de ce laminoir, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique de principe, en perspective, de parties essentielles d'un laminoir conforme à l'invention ;
- la figure 2 est une vue de dessus du laminoir représenté en cours de fonctionnement ;
- la figure 3 est une coupe horizontale selon le plan III à la figure 1, lorsque le laminoir est dans une première configuration ;
- la figure 4 est une coupe analogue à la figure 3, lorsque le laminoir est dans une deuxième configuration ;
- la figure 5 est une coupe analogue à la figure 3, lorsque le laminoir est dans une troisième configuration ;
- la figure 6 est une coupe analogue à la figure 3, lorsque le laminoir est dans une quatrième configuration ;
- la figure 7 est une coupe de principe selon la ligne VII-VII à la figure 1, on y a indiqué en III-III le plan de coupe des figures 3 et suivantes.

[0015] Le laminoir 2 représenté sur les figures 1 à 7 comprend une table 4 montée rotative autour d'un premier axe X4 qui est vertical en configuration d'utilisation du laminoir 2 et que l'on considère fixe par rapport à un bâti 5 du laminoir 2, ce bâti étant représenté, de façon partielle, uniquement aux figures 1 et 7.

[0016] Des moyens non représentés montés sur ou dans le bâti 6 permettent d'entraîner la table 4 en rotation autour de l'axe X4.

[0017] La table 4 porte quatre mandrins 42, 44, 46 et 48 qui sont régulièrement répartis autour de l'axe X4, à 90°, et s'étendent à la même distance radiale de cet axe. Chaque mandrin 42 à 48 est fixe en position sur la table porte-mandrins 4 et mobile en rotation autour d'un axe X42, X44, X46, X48 parallèle à l'axe X4 et décalé radialement par rapport à celui-ci.

[0018] Chaque mandrin est supporté, par rapport à la table porte-mandrins 4, au moyen de deux sous-ensembles. Ceci est représenté uniquement pour le mandrin 44 aux figures 1 et 7, avec deux sous-ensembles 82 et 84 disposés le long de l'axe X44, respectivement au-dessous et au-dessus de la table 4. Pour la clarté du dessin, les sous-ensembles 84 situés au-dessus de table 4 et associé respectivement aux mandrins 42, 46 et 48 ne sont pas représentés. Les sous-ensembles 82 situés au-dessus de la table 4 et associés aux mandrins 42 à 46 sont en revanche visibles. Les sous-ensembles 82 et 84 sont supportés par rapport à la table 4 grâce à des moyens mécaniques non représentés, de type équerre ou poteau.

[0019] Chaque sous-ensemble 82 comprend un boîtier externe 821 supporté par rapport à la table 4, une douille centrale 822, un palier à rouleaux double 823 et un palier à rouleaux simple 824. Les paliers 823 et 824 permettent le supportage et le centrage la douille 822 dans le boîtier 821. Le sous-ensemble 82 comprend également des butées axiales formées par deux paliers à billes 825. Un outil 826 de tenue de l'extrémité inférieure 44a du mandrin 44 est monté sur la douille 822. Chaque sous-en-

semble 84 est identique au sous-ensemble 82 monté sur le même mandrin et comprend, quant à lui, un boîtier 841, une douille 842, un palier double 843, un palier simple 844, des butées axiales à billes 845 et un outil 846 de tenue de l'extrémité supérieure 44b du mandrin 44. Ainsi, les sous-ensembles 82 et 84 permettent de garantir l'alignement du mandrin 44 sur l'axe X44 au cours de fonctionnement du laminoir 2, y compris lorsque ce mandrin subit un effort E_1 de réaction exercé par une pièce en cours de laminage, comme représenté à la figure 7.

[0020] Pour permettre le chargement et le déchargement des ébauches E100 et des pièces laminées 100, respectivement dans les zones Z2 et Z6, l'un au moins des sous-ensembles 82 et 84 est escamotable selon la direction de l'axe X44.

[0021] En variante, les paliers des sous-ensembles 82 et 84 peuvent être des paliers coniques.

[0022] Selon une variante non représentée de l'invention, la distance axiale entre les outils 826 et 846 peut être ajustée à la hauteur souhaitée pour la pièce 100. Dans ce cas, les outils 826 et 846 peuvent être utiliser pour conformer la pièce 100 au niveau de ses surfaces supérieure et inférieure dans la configuration de la figure 7.

[0023] Le laminoir 2 comprend également une roue principale 6 qui est montée rotative autour d'un axe X6 qui est parallèle, et décalé par rapport, à l'axe X4. La roue 6 est entraînée en rotation autour de l'axe X6 par un moteur électrique non représenté et supporté par le bâti 5.

[0024] Les sous-ensembles 82 et 24 sont disposés respectivement au-dessous et au-dessus de la roue 6, c'est-à-dire de part et d'autre de cette roue le long de l'axe X6. Les sous-ensembles 82 et 84 ne sont pas disposés au même niveau que la roue 6 en projection verticale.

[0025] On note V4 la vitesse de rotation de la table porte-mandrins 4 autour de l'axe X4. On note V6 la vitesse de rotation de la roue principale 6 autour de l'axe X6. En pratique, la vitesse V6 est supérieure à la vitesse V4.

[0026] On note d46 la distance entre les axes X4 et X6, cette distance étant mesurée perpendiculairement à ces axes.

[0027] Compte tenu de la valeur non nulle de cette distance d46, les mandrins 42 à 48 ont, dans le référentiel de la roue 6, un mouvement excentrique qui leur permet de passer successivement d'une première zone Z2, de chargement d'un mandrin avec une ébauche E100 de pièce à laminer, à une deuxième zone Z4 de laminage, représentée par un secteur angulaire grisé à la figure 2 et centré sur l'axe X4 et dont on note γ l'angle au sommet. On note 100 la pièce laminée pendant l'opération de laminage qui a lieu sur la zone Z4. Le mandrin passe alors dans une troisième zone Z6, de déchargement, où la pièce 100 peut être dégagée du mandrin. Le mandrin passe enfin par une quatrième zone vide Z8, intermédiaire entre les zones Z6 et Z2, dans le sens de rotation des pièces 4 et 6.

[0028] Sur les figures, les mandrins 42 à 48 sont respectivement représentés dans les zones Z2 à Z8. On comprend que, en fonction de la rotation de la table 4 autour de l'axe X4, chaque mandrin passe successivement par chacune des zones Z2 à Z8.

[0029] Dans la zone Z4, la surface périphérique externe S100 de la pièce 100 en cours de laminage est au contact de la surface périphérique externe S6 de la roue 6, cette surface S6 étant cylindrique, à base circulaire et centrée sur l'axe X6.

[0030] Le mouvement excentrique des mandrins 42 à 48 par rapport à la roue principale 6 est obtenu par le fait qu'un excentrique fixe 12 est monté sous les pièces 4 et 6 et définit une surface périphérique externe S12 circulaire, centrée sur l'axe X4 et destinée à coopérer avec une surface périphérique interne s4 de la table porte-mandrins 4, également circulaire et centrée sur l'axe X4, pour guider en rotation cette table 4 autour de l'axe X4.

[0031] Par ailleurs, un arbre 62, solidaire de la roue 6, définit l'axe X6. L'arbre 62 est engagé dans l'ouverture centrale de l'excentrique fixe 12 qui est définie par une surface périphérique interne s12 de cet excentrique.

[0032] Un ensemble de deux excentriques mobiles, à savoir un premier excentrique mobile 22 et un deuxième excentrique mobile 24, est intercalé entre l'excentrique fixe 12 et l'arbre 62. Plus précisément, le premier excentrique mobile 22 est disposé dans l'ouverture centrale de l'excentrique 12, alors que le deuxième excentrique mobile 24 est disposé dans l'ouverture centrale du premier excentrique mobile 22. Un palier 26 est disposé dans l'ouverture centrale du deuxième excentrique mobile 24 et réalise l'interface entre les pièces 24 et 62.

[0033] Le palier 26 est un palier à rouleaux. En variante, il peut s'agir d'un palier à billes ou d'un palier lisse.

[0034] La surface interne du deuxième excentrique mobile 24, le palier 26 et l'arbre 62 sont cylindriques, à section circulaire centrée sur l'axe X6.

[0035] On note P1 un point remarquable du premier excentrique mobile 22 qui est situé sur son bord externe, au niveau de sa partie la plus épaisse, radialement à l'axe X6. On note P2 un point remarquable du deuxième excentrique mobile 24 qui est situé sur son bord externe, au niveau de sa partie la plus épaisse, radialement à l'axe X6.

[0036] On note L une ligne de référence perpendiculaire aux axes X4 et X6 et qui contient les axes X44 et X48 dans la configuration des figures 2 à 6. Dans cet exemple, la distance d46 est mesurée le long de la ligne L.

[0037] Dans la configuration de la figure 3, la distance d46 a une valeur maximum. Les points P1 et P2 sont alignés sur la ligne L et sont situés, par rapport à l'axe X4, à l'opposé de l'axe X6.

[0038] Dans cette configuration, l'épaisseur radiale disponible pour conformer la pièce 100 dans la zone Z4 est minimale. On remarque sur la figure 3 que la trace de la surface S6 intersecte la trace du mandrin 44, ce

qui correspond au fait que la surface S6 peut avoir une forme extérieure étagée, ainsi que le mandrin.

[0039] En variante, la surface S6 n'est pas étagée et, dans la configuration où la distance entre la surface S6 et le mandrin 44 est minimale, la trace de cette surface n'intersecte pas le mandrin 44.

[0040] La trace de la surface S6 dans cette configuration est représentée en trait d'axe à la figure 2, avec la référence $S6_1$ et la position de l'axe X6 est repérée par la référence $X6_1$. La distance d46 a alors la valeur $d46_{max}$ repérée à la figure 2.

[0041] Il est possible de faire tourner les excentriques 22 et 24 respectivement dans le sens de la flèche de rotation R22 et dans le sens de la flèche de rotation R24 à la figure 3, qui sont opposés, pour atteindre la configuration de la figure 4 où les points P1 et P2 ont été déplacés, sur la ligne de référence L, à l'opposé de l'axe X4 par rapport à l'axe X6. Dans cette configuration, compte tenu du déplacement en rotation des premier et deuxième excentriques mobiles autour de l'axe X6, la distance d46 est minimale et l'épaisseur e100 disponible pour la pièce 100 laminée dans la zone Z4 est maximale. Cette épaisseur e100 est représentée par la distance entre la surface S6 et le mandrin 44 sur la droite de la figure 4.

[0042] La configuration de la figure 4 est représentée sur la figure 2 par un cercle en trait plein référencé $S6_2$, qui figure la surface externe S6 de la roue 6, et la position de l'axe X6 est repérée par la référence $X6_2$. Dans ce cas, la distance d46 a la valeur minimale $d46_{min}$ repérée en partie basse de la figure 2.

[0043] On comprend en comparant les figures 2 à 4 que la rotation des excentriques mobiles 22 et 24 à l'intérieur de l'excentrique fixe 12 permet de déplacer en translation l'axe X6 de rotation de la roue principale 6 par rapport à l'axe X4 de rotation de la table porte-mandrins. La direction de déplacement de l'axe X6 par rapport à l'axe X4, entre les configurations des figures 3 et 4, est parallèle à la ligne de référence L. En pratique, l'axe X6 se déplace par rapport à l'axe X4, le long de la ligne L, entre les positions repérées par les références $X6_1$ et $X6_2$ à la figure 2, ce que présente la double flèche de déplacement D sur cette figure.

[0044] La figure 5 représente une configuration intermédiaire entre celle des figures 3 et 4 ou, par rapport à la configuration de la figure 3, les excentriques ont été pivotés chacun de 90° autour de l'axe X6, respectivement dans le sens des flèches de rotation R22 et R24 qui sont opposées, de telle sorte que les points P1 et P2 sont alignés sur une droite Δ perpendiculaire à la ligne de référence L, cette droite Z2 étant elle-même parallèle à une autre ligne de référence L' qui relie les axes X42 et X46 dans la configuration des figures 2 et suivantes.

[0045] La configuration de la figure 5 est représentée sur la figure 2 par un cercle en pointillés référencé $S6_3$, qui figure la surface externe S6 de la roue 6, et la position de l'axe X6 est repérée par la référence $X6_3$. Dans ce cas, la distance d46 a une valeur médiane $d46_{med}$ repérée en partie basse de la figure 2.

[0046] Dans cette troisième configuration de la figure 5, l'épaisseur e100 a une valeur supérieure à la valeur minimale de la configuration de la figure 3 et inférieure à la valeur maximale de la configuration de la de la figure 4.

[0047] La figure 6 représente une autre configuration intermédiaire où les premier et deuxième excentriques mobiles ont été entraînés en rotation respectivement dans le sens des flèches R22 et R24 sur des plages angulaires strictement inférieures à 90° et repérées par des angles $\alpha 1$ et $\alpha 2$. Pour la clarté du dessin, cette configuration de la figure 6 n'est pas reprise à la figure 2. Si elle l'était, la trace de l'axe X6 serait entre les positions repérées $X6_2$ et $X6_3$ sur cette figure.

[0048] Dans la quatrième configuration de la figure 6, l'épaisseur e100 a une valeur intermédiaire entre celles des deuxième et troisième configurations.

[0049] Dans l'exemple, les premier et deuxième excentriques mobiles 22 et 24 ont la même excentricité et, lors de l'ajustement de la position de la roue principale 6 par rapport à la table porte-mandrins 4, ces excentriques sont entraînés en rotation en sens opposé, avec la même amplitude angulaire. Ceci assure que les axes X4 et X6 demeurent alignés sur la ligne de référence L, donc que la direction de déplacement D est rectiligne.

[0050] En variante, les premier et deuxième excentriques mobiles ont des excentricités différentes et/ou sont entraînés sur des amplitudes angulaires différentes.

[0051] On comprend en comparant les figures 3 à 6 que le réglage de la position des premier et deuxième excentriques mobiles 22 et 24 à l'intérieur de l'excentrique fixe 12 permet d'obtenir différentes distances entre le mandrin 44 présent dans la zone Z4 et la surface S6, en sortie de la zone de laminage Z4, c'est-à-dire différentes épaisseurs pour la pièce 100 en fin de laminage.

[0052] Comme les mandrins 42 à 48 sont montés de façon fixe sur la table porte-mandrins 4, le réglage de la position de la roue principale 6 par rapport au mandrin 44 situé en sortie de la zone Z4 induit également un réglage de la position de cette roue principale 6 par rapport aux autres mandrins 42, 46 et 48.

[0053] Au vu de ce qui précède, les excentriques 12, 22 et 24 du laminoir 2 remplissent deux fonctions différentes, à savoir :

i) L'excentrique 12 permet de générer un mouvement excentrique des mandrins 42, 44, 46 et 48 autour de la roue principale 6, du fait de la rotation de la table porte-mandrins 4 dans le sens de la flèche V4. Ceci permet d'avoir suffisamment de place entre le mandrin 42 et la roue principale 6 dans la zone Z2 pour charger une ébauche E100, puis de rapprocher le mandrin de la surface S6, afin de conformer l'ébauche en une pièce 100 et d'atteindre ainsi la position du mandrin 44 sur les figures où l'épaisseur radiale de la pièce 100 est égale à l'épaisseur e100. Cet excentrique permet également d'écarter le mandrin de la roue 6 lorsque le mandrin passe de la zone

Z4 à la zone Z6, ce qui permet de retirer facilement la pièce 100 dans la zone de déchargement. L'excentrique 12 permet également que le mandrin ne touche pas la roue 6 lors de son passage de la zone Z6 à la zone Z8 puis de retour à la zone Z2.

ii) Les premier et deux excentriques mobiles 24 permettent de régler l'épaisseur e100 de la pièce 100 à la fin de l'étape de laminage.

[0054] Au début d'une campagne de fabrication de pièces 100, la position relative des mandrins 42, 44, 46 et 48 et de la roue principale 6 est réglée en déplaçant la roue principale 6 par rapport à la table porte-mandrins 4, c'est-à-dire en déplaçant en translation l'axe X6 par rapport à l'axe X4, perpendiculairement à ces deux axes, le long de la ligne de référence L. Ce réglage est obtenu en faisant tourner les premier et deuxième excentriques mobiles 22 et 24 respectivement dans le sens des flèches R22 et R24, comme expliqué ci-dessus. Ce mouvement de rotation des excentriques mobiles peut être effectué grâce à un ou des moteurs électriques, notamment des servomoteurs.

[0055] Au terme de cet ajustement de la position des premier et deuxième excentriques mobiles, ceux-ci sont immobilisés en rotation autour de l'axe X4, par tout moyen approprié, notamment grâce au maintien en position du ou des moteurs électriques ayant servi au déplacement des excentriques mobiles. En variante, on peut utiliser un frein mécanique associé au(x) moteur(s) en question. Ceci revient à fixer la position relative des axes X2 et X4 l'un par rapport à l'autre, donc la distance entre la surface S6 et le mandrin 44 en sortie de la zone de laminage Z4 et, par voie de conséquence, l'épaisseur e100.

[0056] Une fois ce réglage effectué, on peut mettre en oeuvre un procédé de laminage en continu au moyen du laminoir 2, procédé au cours duquel la table porte-mandrins et la roue principale sont respectivement entraînées en rotation autour des axes X4 et X6, avec les vitesses V4 et V6.

[0057] Au cours de cette étape, le diamètre extérieur de la pièce 100 en cours de laminage peut être surveillé par tout moyen approprié, par exemple un capteur optique, ce qui permet de détecter lorsque la dimension recherchée a été obtenue pour la pièce 100, par atteinte d'une valeur de seuil prédéterminée. Dans ce cas, le laminage peut être arrêté, en changeant la position de la roue principale 6 par rapport à la table porte-mandrins 4 grâce à une manoeuvre appropriée des premier et deuxième excentriques mobiles 22 et 24.

[0058] En d'autres termes, dans ce cas, on peut arrêter l'opération de laminage avant que le mandrin 44 parvienne dans la configuration représentée à la figure 2, à la fin de la zone de laminage Z4, en déplaçant la roue principale 6 vers la gauche de cette figure, de telle sorte qu'elle n'exerce alors plus d'effort de compression de la pièce 100 sur le mandrin.

[0059] En variante, au lieu de contrôler le diamètre extérieur de la pièce 100 en cours de laminage, il est possible de contrôler son épaisseur radiale. Cette opération de contrôle de l'épaisseur radiale a lieu a postériori, en sortie du laminoir 2, par une prise de côte sur la pièce 100, avec identification du mandrin utilisé pour son laminage..

[0060] Dans ce cas, il est possible de tenir compte de l'épaisseur radiale réelle de la pièce 100 en fin de laminage pour ajuster la position de chaque mandrin, lors des opérations de laminage ultérieures, avant que celui-ci ne parvienne dans la zone de laminage Z4, grâce à un déplacement en translation de la roue principale 6 par rapport à la table porte-mandrins 4, tel qu'expliqué ci-dessus. En effet, compte tenu de l'usure des mandrins au cours d'une campagne de fabrication de pièces circulaires, il est possible que l'épaisseur e100 ait tendance à augmenter, alors qu'elle varie en cas de changement de mandrin, par exemple lors d'une opération de maintenance. Dans ces conditions, en contrôlant l'épaisseur de la pièce 100 en fin de laminage, il est possible de réagir à une dérive ou à une variation brusque de cette épaisseur pour les pièces laminées sur un mandrin donné, en recalant la position de ce mandrin par rapport à la surface S6 de la roue principale 6, grâce à un mouvement de la table porte-mandrins 4 lorsque ce mandrin est en cours de déplacement entre les positions Z2 et Z4. Ceci permet un ajustement en position, mandrin par mandrin, par création d'un offset selon une direction radiale à l'axe X4.

[0061] En d'autres termes, dans ce cas, on mesure l'épaisseur radiale d'une pièce laminée 100 en sortie de laminoir, avec identification du mandrin utilisé pour son laminage. Sur cette base, on détermine un offset radial à appliquer sur la position relative de la surface extérieure S6 de la roue principale 6 et du mandrin identifié au préalable, afin d'obtenir une épaisseur radiale conforme à une consigne de production. On applique alors cet offset pour le mandrin identifié, lors des opérations de laminage ultérieures, par changement de la position de la roue principale 6 par rapport à la table porte-mandrins 4, grâce à une translation relative entre les axes X4 et X6 obtenue au moyen des excentriques 22 et 24 qui sont motorisés, avant que le mandrin identifié parvienne dans la zone de laminage Z4.

[0062] L'invention est représentée sur les figures dans le cas où, en plus de l'excentrique fixe 12, deux excentriques mobiles 22 et 24 sont utilisés. Il est toutefois possible de mettre en oeuvre l'invention avec un seul excentrique mobile associé à l'excentrique fixe, ce qui présente l'avantage d'une plus grande simplicité, au prix d'une diminution de la précision. En effet, dans ce cas, la position de la zone de laminage Z4 ne peut pas être fixée sur un secteur angulaire d'amplitude fixe puisque cette zone de laminage varie en fonction de la position de l'unique excentrique mobile. De plus, dans ce cas, le déplacement en translation relative entre les axes X6 et X4 n'a pas forcément lieu le long de la ligne de référence L.

[0063] Selon une autre variante, à la place d'un ou

deux excentriques mobiles, on peut utiliser d'autres moyens de déplacement en translation de la roue principale 6 par rapport à la table mobile, notamment un vérin hydraulique, électro-hydraulique ou électromécanique associé à des moyens de guidage linéaire.

[0064] Selon encore une autre variante, le mandrin n'est supporté que par un seul sous-ensemble situé sous la table porte-mandrins.

[0065] L'invention est représentée sur les figures dans le cas où la table porte-mandrins 4 porte quatre mandrins 42 à 48. Le nombre de mandrins n'est pas limitatif. Il peut être différent de 4, notamment égal à 6, 8 ou 9.

[0066] Les modes de réalisation et variantes envisagés ci-dessus peuvent être combinés entre eux dans le cadre de l'invention définie par les revendications ci-annexées.

Revendications

1. Laminoir multimandrin (2) pour laminage en continu de pièces de révolution (100), ce laminoir comprenant

- une table porte-mandrins (4), montée rotative autour d'un premier axe (X4) ; et
- une roue principale (6), montée rotative autour d'un deuxième axe (X6) parallèle et décalé du premier axe

caractérisé en ce que la position de la roue principale (6) par rapport à chaque mandrin (42-48) est réglable au moyen d'une translation relative entre les premier et deuxième axes (X4, X6), selon une direction (D) perpendiculaire à ces axes.

2. Laminoir selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la translation relative entre les premier et deuxième axes (X4, X6) est une translation rectiligne, de préférence parallèle à une direction (L) de décalage de ces deux axes entre eux.

3. Laminoir selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il comprend un excentrique fixe (12), intercalé entre les premier et deuxième axes (X4, X6) pour générer une excentration entre la table porte-mandrins (4) et la roue principale (6) en cours de fonctionnement du laminoir (2), et **en ce que** des moyens de réglage de la position de la roue principale par rapport à chaque mandrin (42-48) comprennent au moins un excentrique (22, 24) mobile autour du deuxième axe (X6) et intercalé entre l'excentrique fixe (12) et le deuxième axe (X6).

4. Laminoir selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les moyens de réglage de la position de la roue principale (6) par rapport à chaque mandrin (42-48) comprennent deux excentriques mobiles (22, 24) intercalés entre l'excentrique fixe (12) et le deuxième axe (X6).

5. Laminoir selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les deux excentriques mobiles (22, 24) ont la même excentration.

6. Laminoir selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les deux excentriques mobiles ont des excentrations différentes.

7. Laminoir selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisé en ce que** les deux excentriques mobiles (22, 24) sont configurés pour tourner en sens inverse (R22, R24) lors du réglage de la position de la roue principale (6) par rapport aux mandrins (42-48).

8. Laminoir selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les deux excentriques mobiles (22, 24) sont configurés pour être entraînés en rotation, autour du deuxième axe (X6), avec la même amplitude angulaire (a1, a2), lors du réglage de la position de la roue principale (6) par rapport aux mandrins (42-48).

9. Laminoir selon l'une des revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**il comprend un excentrique fixe, intercalé (12) entre les premier et deuxième axes (X4, X6) pour générer une excentration entre la table porte-mandrins (4) et la roue principale (6) en cours de fonctionnement du laminoir, et **en ce que** des moyens de réglage de la position de la roue principale par rapport aux mandrins comprennent un vérin hydraulique, électro-hydraulique ou électro-mécanique de déplacement de la roue principale (6).

10. Laminoir selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque mandrin (42-48) est supporté par rapport à la table porte-mandrins (4) au moyen de deux sous-ensembles (822, 842) disposés respectivement au-dessous et au-dessus de la table porte-mandrins (4) et de la roue principale (6).

11. Méthode de réglage de la position des mandrins (42-48) d'un laminoir multimandrin (2) selon l'une des revendications précédentes par rapport à la roue principale (6) de ce mandrin, **caractérisée en ce qu'**elle comprend au moins des étapes consistant à :

a) déplacer la roue principale (6) en translation, selon une direction (D) perpendiculaire aux premier et deuxième axes (X4, X6), par rapport à la table porte-mandrins (4) ; et
b) fixer la position relative des premier et deuxième axes (X4, X6) obtenue à la fin de l'étape a).

12. Méthode selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** le laminoir est selon la revendication 6 et **en**

ce que, lors de l'étape a), les deux excentriques (22, 24) sont entrainés en rotation, selon des directions opposées (R22, R24) et avec les mêmes amplitudes angulaires (α1, α2), autour du deuxième axe (X6).

13. Procédé de laminage en continu au moyen d'un laminoir multimandrin (2) selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'**il comprend au moins des étapes consistant à :

i) régler la position des mandrins (42-48) selon la méthode de l'une des revendications 11 ou 12 ;
ii) entrainer en rotation la table porte-mandrins (4) et la roue principale (6) respectivement autour des premier et deuxième axes (X4, X6).

14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que**, lors de l'étape ii), on surveille le diamètre extérieur d'une pièce (100) en cours de laminage et **en ce que** le procédé comprend une étape complémentaire consistant à :

iii) arrêter le laminage d'une pièce (100), en changeant la position de la roue principale (6) par rapport à la table porte-mandrins (4), lorsque le diamètre extérieur atteint une valeur de seuil prédéterminée.

15. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce qu'**il comprend des étapes complémentaires consistant à :

iv) mesurer l'épaisseur radiale d'une pièce laminée (100) en sortie de laminoir, avec identification du mandrin utilisé pour son laminage ;
v) déterminer un offset radial à appliquer sur la position relative de la surface extérieure (S6) de la roue principale (6) et du mandrin identifié ; et
vi) appliquer l'offset pour le mandrin identifié, par changement de la position de la roue principale (6) par rapport à la table porte-mandrins (4), avant que le mandrin identifié parvienne dans une zone de laminage (Z4) du laminoir (2).

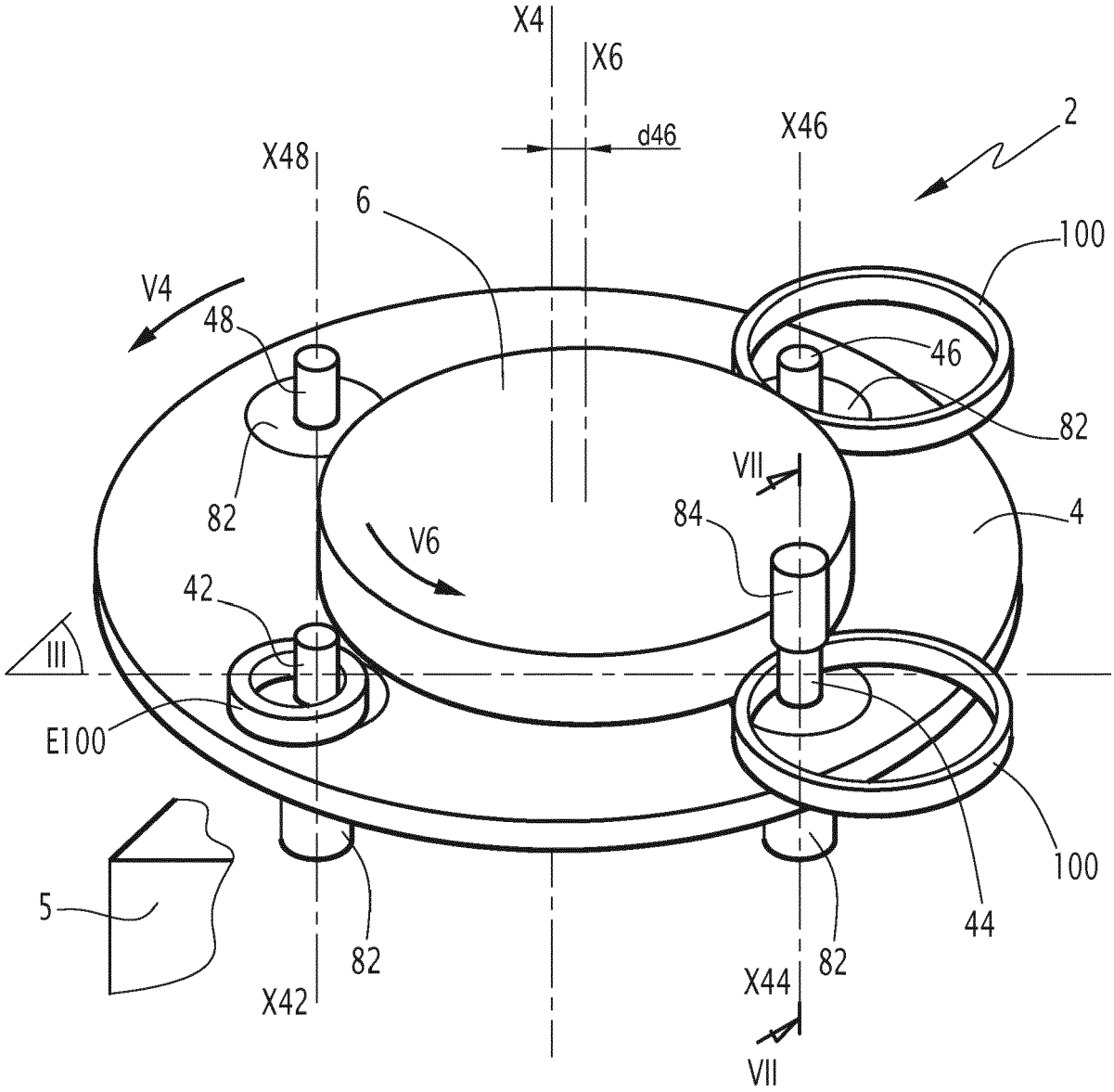
X4
X6
d46
X46
X48
2
6
100
V4
48
46
82
82
VII
84
4
V6
42
III
E100
5
82
X42
X44
82
44
100
VII

FIG.1

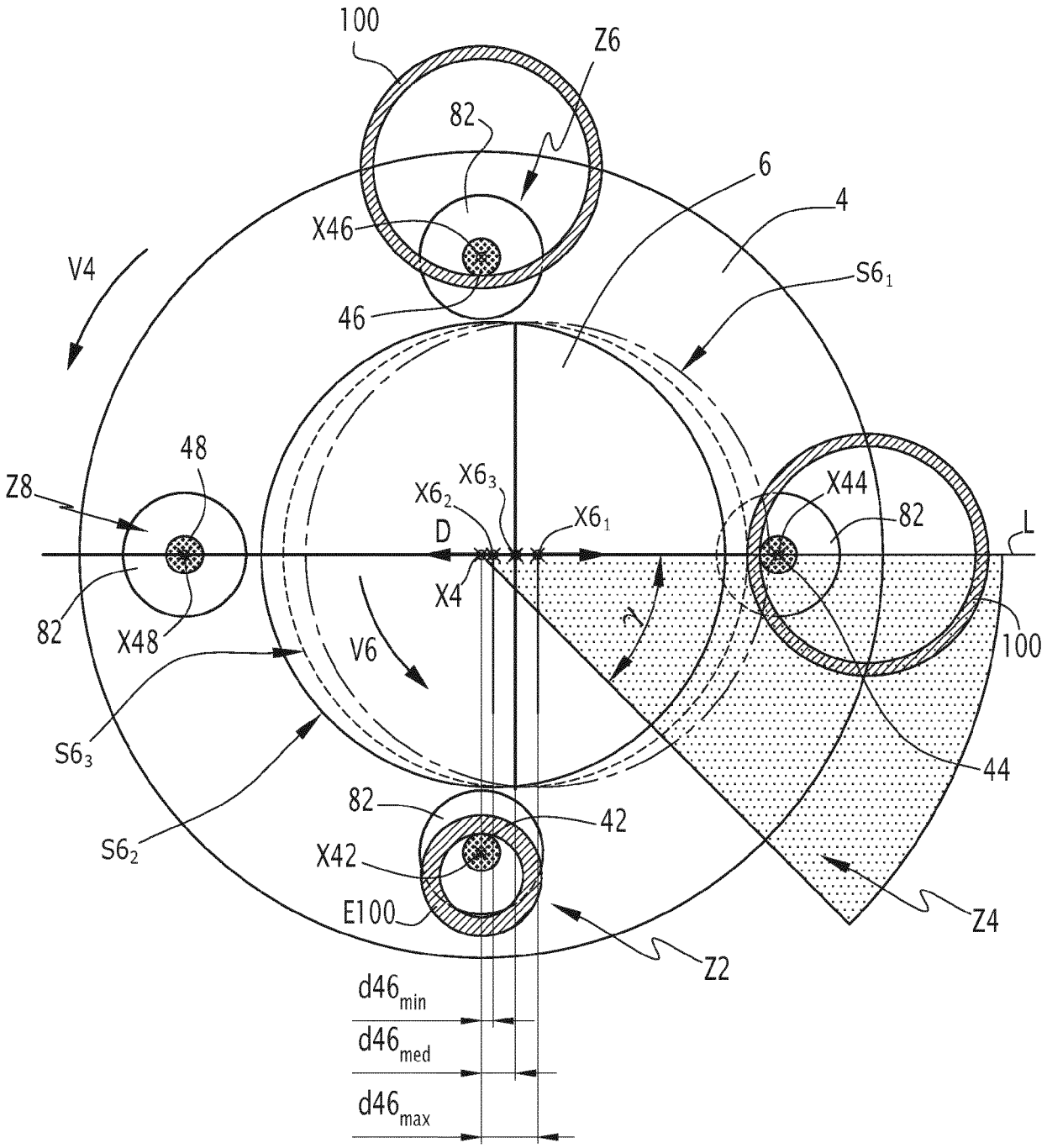
100
Z6
82
6
4
X46
V4
S6$_1$
46
48
Z8
X6$_3$
X6$_2$
X44
82
L
D
X6$_1$
X4
82
X48
V6
100
S6$_3$
44
82
42
S6$_2$
X42
E100
Z4
Z2
d46$_{min}$
d46$_{med}$
d46$_{max}$

FIG.2

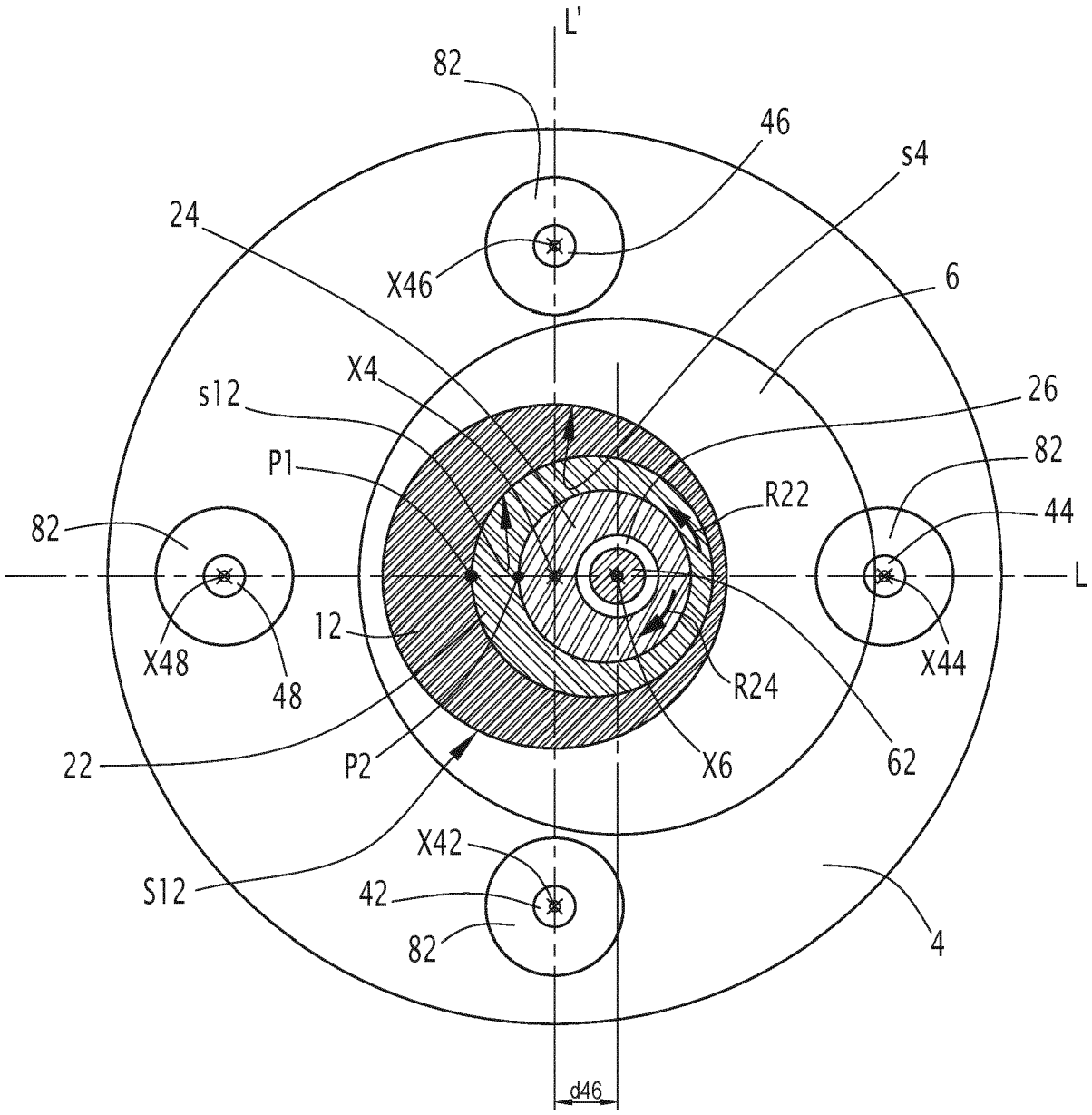
L'
82
46
s4
24
X46
6
X4
s12
26
P1
82
R22
44
82
L
12
X48
48
X44
R24
22
P2
X6
62
X42
S12
42
82
4
d46

FIG.3

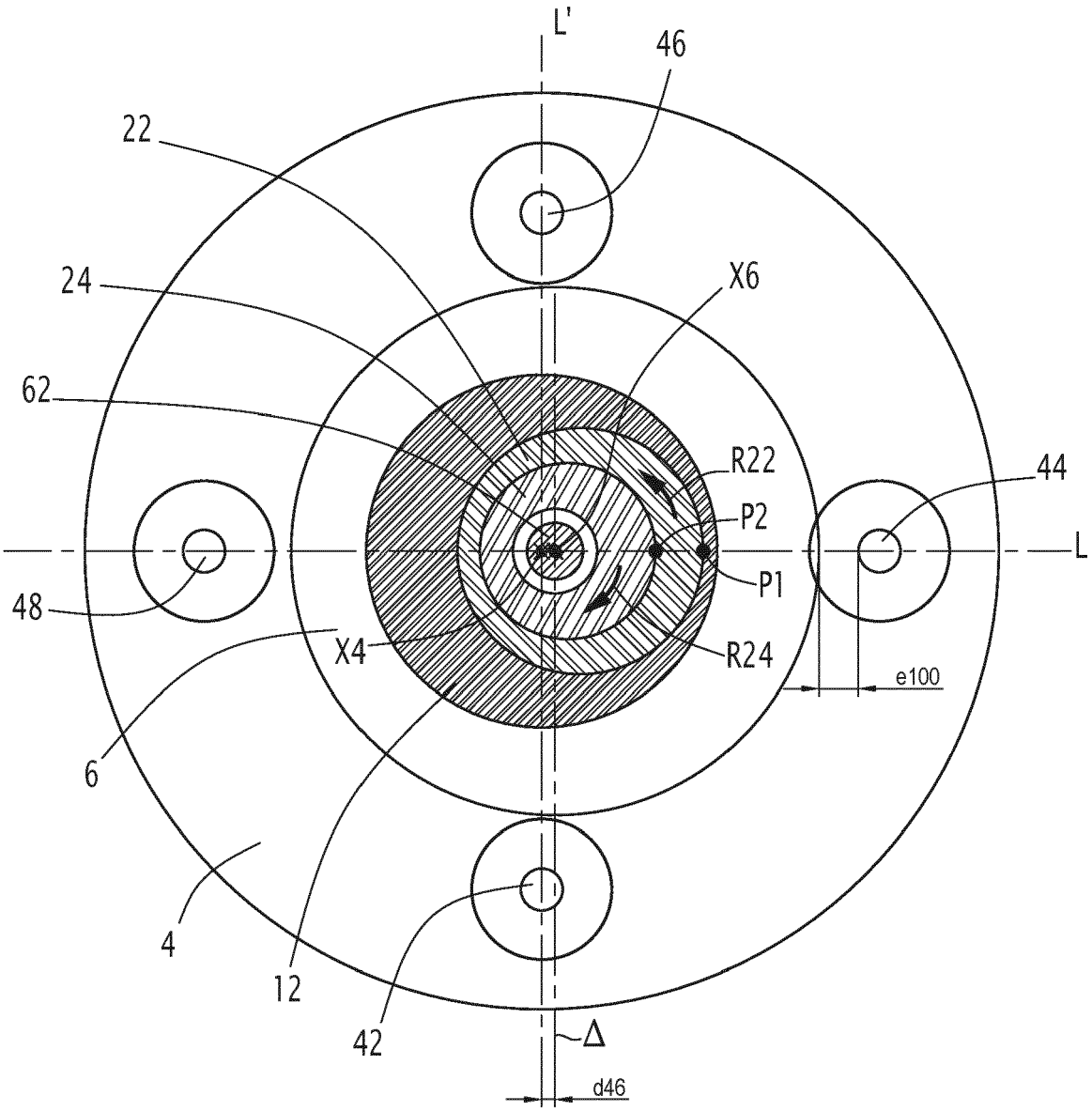

FIG.4

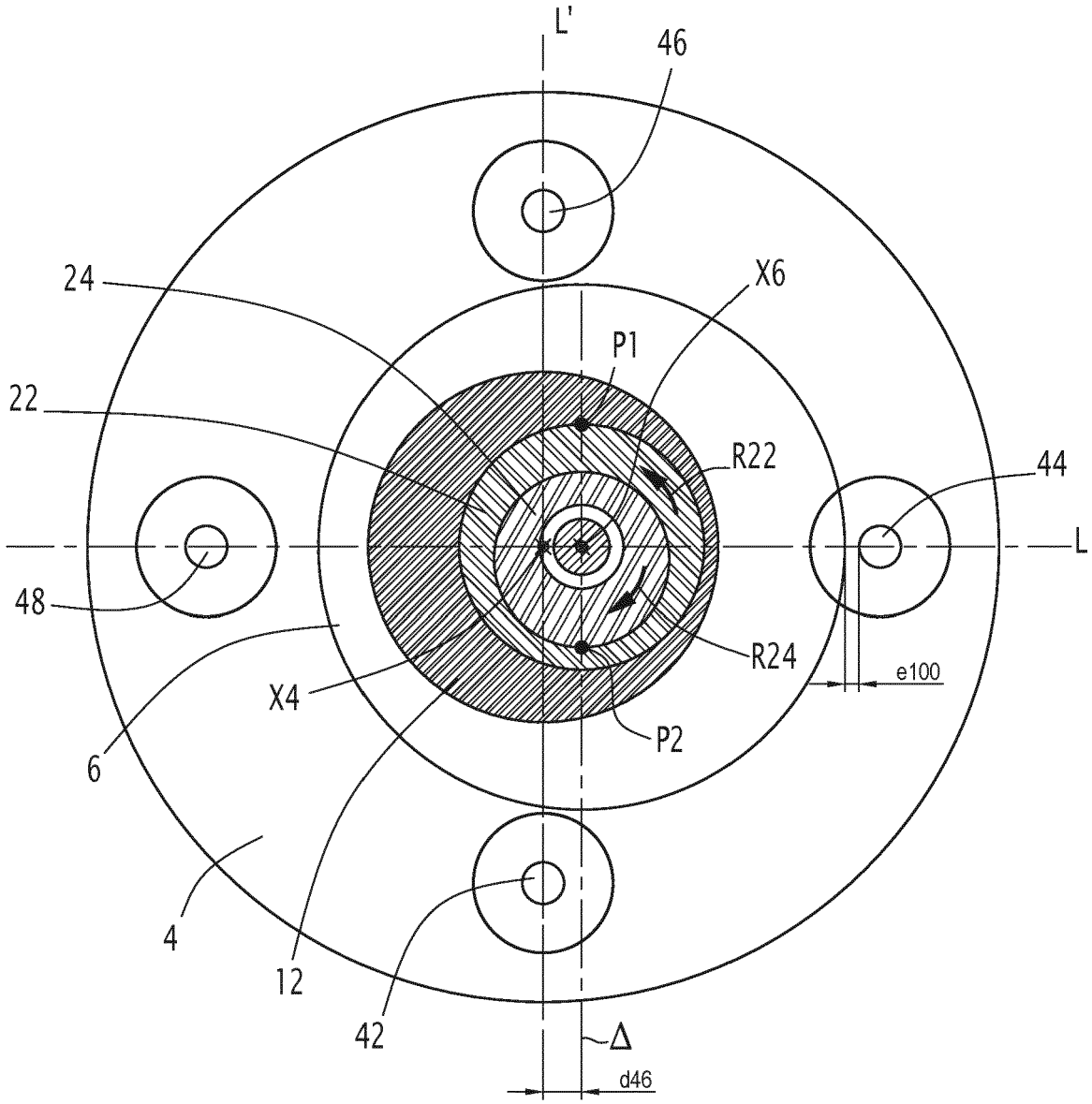

FIG.5

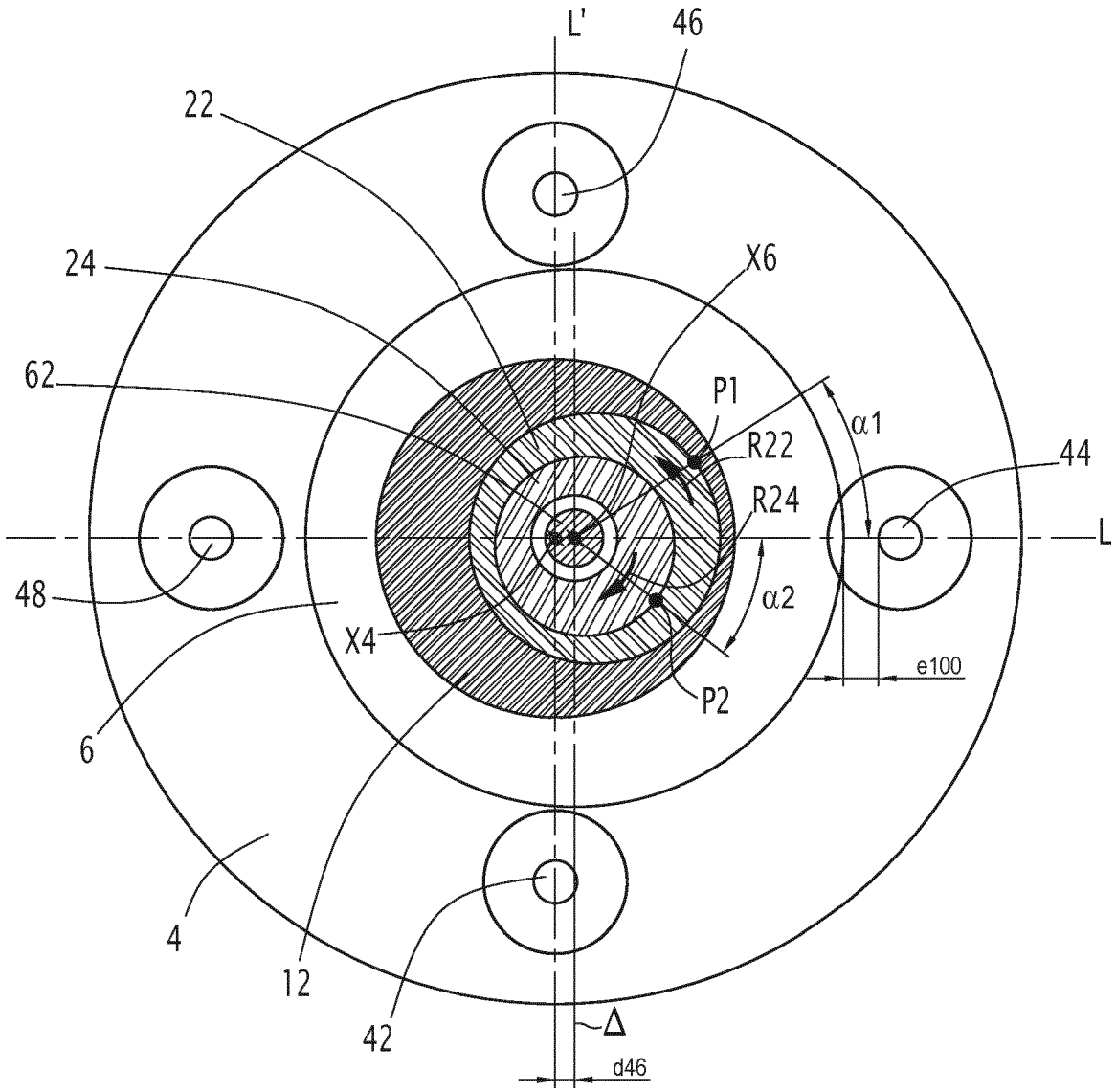

FIG.6

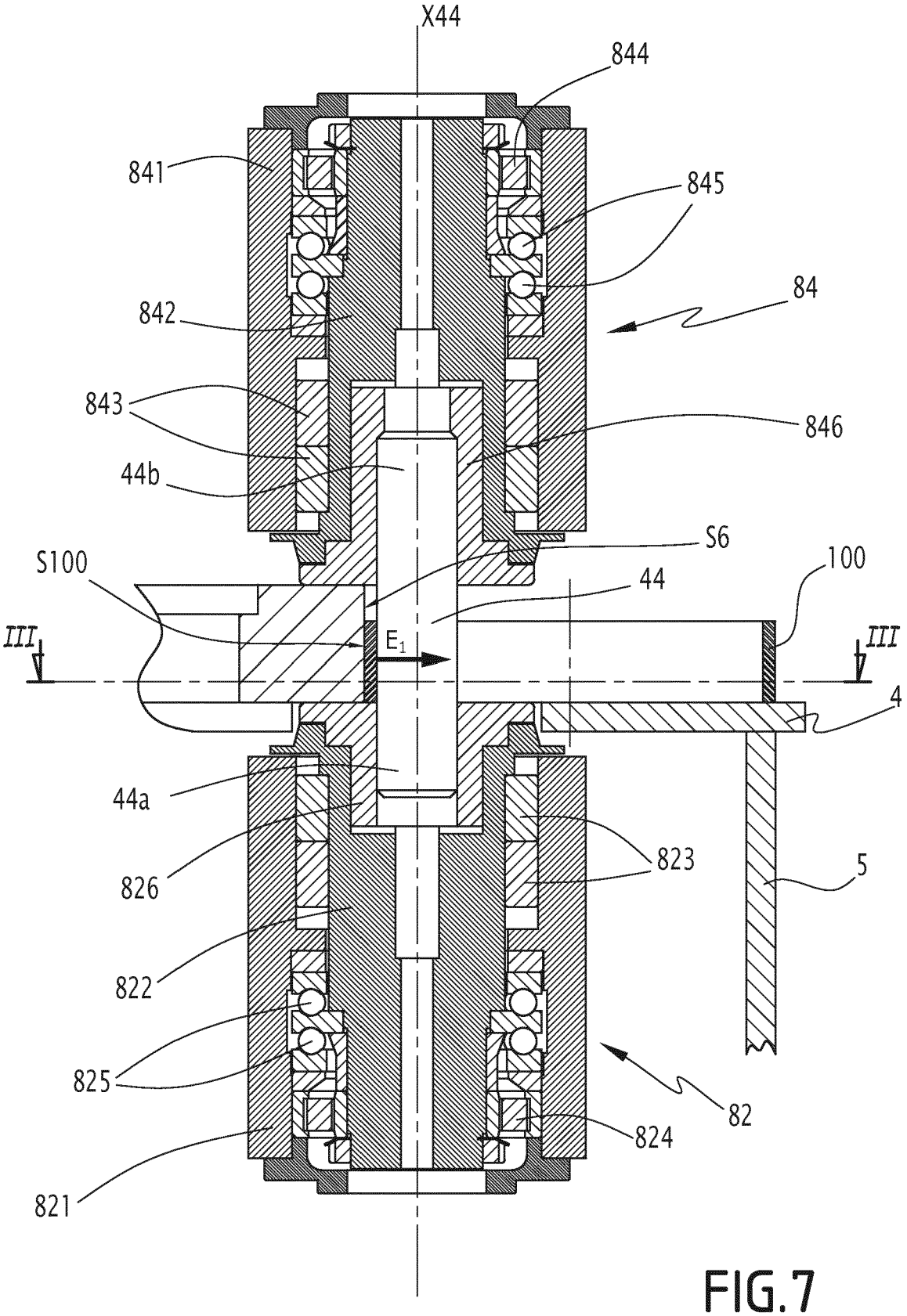
X44
844
841
845
84
842
843
846
44b
S6
S100
100
44
III
E1
III
4
44a
823
826
5
822
825
82
824
821

FIG.7

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 17 30 5273

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	GB 2 047 590 A (THYSSEN INDUSTRIE) 3 décembre 1980 (1980-12-03)	1,2, 9-11,13, 14	INV. B21H1/06
A	* page 1, ligne 103 - ligne 121 * * page 2, ligne 27 - ligne 50 * * page 2, ligne 76 - ligne 87 * * page 3, ligne 92 - ligne 129; figures 1,2 *	3-8,12, 15	
X	WO 2015/127964 A1 (HATEBUR UMFORMMASCHINEN AG [CH]) 3 septembre 2015 (2015-09-03) * page 10, ligne 26 - page 11, ligne 29; figures 1-3 *	1,2,11, 13	
A,D	EP 2 933 037 A1 (SMS MEER GMBH [DE]) 21 octobre 2015 (2015-10-21) * alinéa [0030] - alinéa [0041]; figures 1-2 *	1-15	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)

B21H

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
Munich	22 septembre 2017	Ritter, Florian

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 17 30 5273

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

22-09-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2047590 A	03-12-1980	DE 2917369 A1	27-11-1980
		FR 2454858 A1	21-11-1980
		GB 2047590 A	03-12-1980
		SE 445980 B	04-08-1986
		SU 1050551 A3	23-10-1983
		US 4326397 A	27-04-1982
WO 2015127964 A1	03-09-2015	CN 105980083 A	28-09-2016
		EA 201600611 A1	30-12-2016
		EP 3110577 A1	04-01-2017
		JP 2017506162 A	02-03-2017
		KR 20160125408 A	31-10-2016
		UA 114688 C2	10-07-2017
		US 2017008066 A1	12-01-2017
		WO 2015127964 A1	03-09-2015
EP 2933037 A1	21-10-2015	CN 104972025 A	14-10-2015
		DE 102014005085 A1	08-10-2015
		EP 2933037 A1	21-10-2015
		JP 2015199129 A	12-11-2015
		KR 20150116782 A	16-10-2015
		US 2015283592 A1	08-10-2015

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 2015283592 A **[0002] [0003]**