



(11)

**EP 2 670 540 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**10.02.2016 Bulletin 2016/06**

(51) Int Cl.:  
**B21B 13/14** (2006.01) **B21B 29/00** (2006.01)  
**B21B 37/16** (2006.01) **B21B 37/30** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11709922.6**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/EP2011/054058**

(22) Date de dépôt: **17.03.2011**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2012/103961 (09.08.2012 Gazette 2012/32)**

**(54) INSTALLATION ET METHODE DE LAMINAGE A FROID D'UNE BANDE METALLIQUE**

**VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM KALTWALZEN EINES METALLSTREIFENS**

**EQUIPMENT AND METHOD FOR COLD-ROLLING A METAL STRIP**

(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**

(30) Priorité: **02.02.2011 EP 11290072**

(43) Date de publication de la demande:  
**11.12.2013 Bulletin 2013/50**

(73) Titulaire: **Primetals Technologies France SAS  
42600 Savigneux (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **ROSSIGNEUX, Bernard  
F-42600 Lezigneux (FR)**

- **CHARRE, Francis  
F-42510 Balbigny (FR)**
- **GUILLOT, Yves  
F-42130 Trelins (FR)**
- **PERRET, Jean  
F-42600 Montbrison (FR)**
- **CRONIER, Vincent  
F-42100 St. Etienne (FR)**

(74) Mandataire: **Metals@Linz  
Primetals Technologies Austria GmbH  
Turmstraße 44  
4031 Linz (AT)**

(56) Documents cités:  
**EP-A1- 0 580 292 EP-A2- 0 476 905  
DE-A1- 1 939 181 GB-A- 946 661**

**EP 2 670 540 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

**[0001]** La présente invention concerne une installation et une méthode de laminage à froid d'une bande métallique, selon les préambules des revendications 1 et 12.

**[0002]** En particulier, l'invention se rapporte au laminage à froid de bandes métalliques par une cage de laminage, ou laminoir, d'une installation de laminage, notamment au laminage de certains alliages métalliques nécessitant l'utilisation de cylindres de laminage de petit diamètre, comme par exemple les aciers inoxydables, les aciers au silicium, ou encore certains alliages non ferreux. Ces alliages métalliques sont laminés dans des installations comportant au moins une cage de laminage à cylindres multiples comme, par exemple, des laminoirs de type 12-High ou 20-High, c'est-à-dire équipés de 12 ou de 20 cylindres.

**[0003]** De manière connue, les cylindres de laminage de petit diamètre d'une cage de laminage n'ont pas une rigidité suffisante pour résister sans fléchir aux efforts de laminage. Ils sont donc soutenus dans la cage de laminage par des cylindres et des galets d'appui ou de soutien. Typiquement, un laminoir de type 20-High se compose d'un assemblage supérieur de dix cylindres de laminage et d'un assemblage inférieur de dix cylindres de laminage, chacun des assemblages comportant, selon une structure pyramidale ou en grappe, un cylindre de travail en contact avec la bande à laminer et soutenu par deux cylindres de soutien, eux-mêmes soutenus par trois cylindres d'appui, eux-mêmes soutenus par quatre rangées de galets d'appui, chaque rangée de galets d'appui étant constituée d'une pluralité de galets d'appui montés sur un unique axe porteur de galets.

**[0004]** Cette disposition des cylindres en grappe ne suffit cependant pas à éviter des déformations par flexion des cylindres de travail, avec, pour conséquence, un profil transversal de la bande laminée plus épais au centre que sur les bords. La mesure de l'épaisseur de la bande à laminer pendant le laminage de ladite bande en sortie de laminoir est notamment effectuée au moyen d'un organe de mesure d'épaisseur tel que divulgué dans le document DE 1 939 181 A1.

**[0005]** Dans les laminoirs classiques, par exemple de type quarto ou 4-High, l'altération du profil transversal de la bande laminée est généralement corrigée par des systèmes de correction du profil transversal de bande plus ou moins complexes communément appelés systèmes de «crown control», i.e. systèmes de correction du bombé et déformée des cylindres. De tels systèmes permettent par exemple de donner une forme bombée aux cylindres d'appui afin de contrecarrer la flexion des cylindres de travail.

**[0006]** Dans le cas des laminoirs multicylindres, des solutions basées sur des systèmes de crown control ont été apportées très tôt. Ainsi US 3,147,648 décrit un laminoir multicylindres équipé de manière classique de vérins destinés à appliquer un effort de serrage sur une structure supportant l'assemblage supérieur de cylindres

de laminage, ledit effort de serrage résultant en une force de laminage sensiblement égale à la somme dudit effort de serrage et du poids dudit assemblage supérieur. La caractéristique de ce laminoir est que les galets d'appui constitutifs de l'assemblage supérieur sont équipés d'organes excentriques actionnables par des crémaillères. Ces organes excentriques permettent de décaler l'axe de rotation desdits galets par rapport à l'axe longitudinal de l'arbre qui les porte, i.e. ledit axe porteur. Il s'ensuit que la ligne de contact entre une rangée de galets et les cylindres qu'ils soutiennent peut être ajustée afin de lui donner une direction rectiligne ou courbe adaptée à la correction de flexion des cylindres de travail.

**[0007]** Des installations plus modernes telles que celle décrite dans EP 0 580 292 reprennent ce type de disposition avec un serrage des assemblages supérieur et inférieur à l'aide de vérins de serrage et un système de crown control séparé réalisé au moyen de dispositifs excentriques actionnant deux rangées de galets d'appui supérieurs et deux rangées de galets d'appui inférieurs. Toujours basé sur le même principe, WO 03/061864 décrit une installation équipée de crémaillères permettant de corriger la courbure des cylindres de travail par action sur quatre rangées de galets d'appui supérieur. Dans une variante de réalisation décrite par WO 93/05898 ou WO 01/94042, la flexion des axes porteurs de galets est obtenue par action d'une pluralité de dispositifs à coins.

**[0008]** Malheureusement, les laminoirs à cylindres multiples connus de l'homme du métier et permettant un contrôle du profil transversal de la bande à laminer présentent notamment les inconvénients suivants:

- une complexité mécanique extrême des systèmes de crown control à crémaillères ou à coins, engendrant d'une part des coûts de production et de maintenance élevés, mais aussi d'autre part, une multiplication des risques de défaillances;
- un temps de réponse élevé rendant difficile un pilotage en temps réel des systèmes de crown control en fonction d'une géométrie mesurée de la bande laminée;
- un manque de contrôle maîtrisé de la force de laminage répartie sur les différents galets en fonction de leur position donnée par les systèmes de crown control;
- dans le cas de cages de laminage de type Monobloc, une impossibilité de corriger des variations d'épaisseur et/ou de profil de la bande dues à une déformation globale de ladite cage de laminage sous l'effort de laminage (ladite déformation globale étant couramment appelée «cédage de la cage») avant mesure et constatation desdites variations par un système de mesure approprié situé en aval de ladite cage de laminage.

**[0009]** Un but de la présente invention est de proposer un laminoir et une méthode de laminage à froid d'une bande métallique capables de résoudre les inconvé-

nients susmentionnés.

**[0010]** Dans ce but, un laminoir et une méthode de laminage à froid sont proposés par le contenu des revendications 1 et 12.

**[0011]** Un ensemble de sous-revendications présente également des avantages de l'invention.

**[0012]** A partir d'un laminoir à cylindres multiples destiné à équiper une installation de laminage à froid d'une bande à laminier, ledit laminoir comprenant:

- un assemblage supérieur comprenant des cylindres de laminage, par exemple n cylindres de laminage, ledit assemblage supérieur étant situé dans une cavité dudit laminoir ou en particulier dans une cavité de la cage de laminage dudit laminoir, au-dessus d'un plan de défilement de ladite bande et un assemblage inférieur comprenant également des cylindres de laminage, par exemple n cylindres de laminage, situé dans une autre cavité dudit laminoir, en vis-à-vis dudit assemblage supérieur, en-dessous dudit plan de défilement de la bande, lesdits assemblages supérieur et inférieur étant destinés à coopérer l'un avec l'autre afin de soumettre ladite bande à une force de laminage permettant son laminage, et n étant en particulier égal à 10,;
- chacun des assemblages comprenant un cylindre de travail destiné à être en contact avec la bande à laminier, soutenu par des cylindres de soutien, eux-mêmes soutenus par des cylindres d'appui, et eux-mêmes soutenus par des rangées de galets d'appui, en particulier chaque cylindre de travail est soutenu par deux cylindres de soutien, eux-mêmes soutenus par trois cylindres d'appui, et eux-mêmes soutenus par quatre rangées de galets d'appui;
- chaque rangée de galets d'appui comprenant une pluralité de galets d'appui montés sur un axe porteur de galets;
- au moins une rangée de galets d'appui de l'assemblage supérieur est actionnable, dans une direction substantiellement perpendiculaire au plan de défilement de la bande, par une pluralité d'actionneurs de galets d'appui;

le laminoir selon l'invention est caractérisé:

- en ce que chaque actionneur de galet d'appui est capable d'exercer une force locale, selon ladite direction substantiellement perpendiculaire au plan de défilement de la bande, directement sur l'axe porteur de galets de ladite rangée de galets, en particulier par appui direct d'au moins une partie mobile dudit actionneur sur ledit axe porteur, d'une manière libre d'utilisation d'une came ou d'un système à coin, ledit actionneur comprenant par exemple un vérin comprenant en particulier un corps creux dans lequel est apte à se déplacer un piston mobile équipé d'une tige, et ladite partie mobile étant alors un organe d'appui situé à une extrémité de ladite tige dudit pis-

ton, et destinée à prendre appui sur ledit axe porteur, ou en toute généralité sur au moins un axe porteur;

- par un nombre d'actionneurs de galets d'appui aptes à exercer ladite force locale sur l'axe porteur d'une même rangée de galets d'appui égale au moins au nombre de galets d'appui de ladite rangée;
- en ce qu'il comprend un dispositif de commande apte à commander, en particulier individuellement, chacun desdits actionneurs afin que la somme des forces locales exercées par chacun des actionneurs du laminoir soit égale à l'effort de serrage nécessaire au laminage, lequel est sensiblement égal à ladite force de laminage. Ledit dispositif de commande est de plus en particulier capable de commander lesdits actionneurs en fonction d'au moins une mesure d'épaisseur et/ou d'une mesure de planéité de la bande en sortie du laminoir afin d'appliquer, si nécessaire, une correction du bombé et de la déformée des cylindres de travail et/ou une variation de l'entrefer entre les deux cylindres de travail afin de corriger l'épaisseur et/ou la planéité de la bande via actionnement desdits actionneurs.

**[0013]** A partir d'une méthode de laminage d'une bande à laminier par une installation de laminage comprenant un laminoir à cylindres multiples, ladite méthode de laminage selon l'invention comprend les étapes selon la revendication 12.

**[0014]** En particulier et avantageusement, lesdites étapes se déroulant pendant le laminage de ladite bande sont répétables en boucle les unes après les autres, afin de créer une boucle rétroactive de contrôle d'un profil transversal et/ou de l'épaisseur de la bande. Ledit laminoir et ladite méthode selon l'invention permettent d'une part un contrôle de l'entrefer entre les deux cylindres de travail et d'autre part une répartition de la force de laminage le long de l'axe porteur des galets d'appuis de sorte que la somme des forces locales exercées par les actionneurs de galets d'appuis égale la force de laminage totale et permet une gestion dynamique et en temps réel pendant le laminage des efforts de laminage subis par lesdits actionneurs et résultant du passage de la bande dans l'entrefer des cylindres de travail, alors que pour les laminoirs connus de l'homme du métier, une telle gestion des efforts de laminage est inexistante. Ladite force locale selon l'invention est en effet une fraction de ladite force de laminage. En d'autres termes, la pluralité d'actionneurs agissant sur l'axe porteur d'une rangée de galets permet avantageusement d'exercer à la fois ladite force de laminage et le crown control par action différentielle de chaque actionneur sur ledit axe porteur. Par exemple, pour une force x de laminage exprimable en newton et un laminoir comprenant y rangées de galets d'appuis actionnables par lesdits actionneurs, chaque axe porteur comprenant n galets d'appuis, le laminoir selon l'invention pourra en particulier compter n ou n+1 actionneurs, et la force locale exercée par chaque actionneur i sur ledit axe porteur sera typiquement  $x/(n \cdot y)$

$\pm t_i$  ou respectivement  $x/(y \cdot (n+1)) \pm t_i$ ,  $t_i$  étant une force d'ajustement généralement définie de sorte que le rapport entre deux forces locales voisines, i.e. réparties consécutivement le long de l'axe porteur, est comprise dans l'intervalle [0.8;1.2].

**[0015]** De manière avantageuse, le dispositif de commande selon l'invention est capable de compenser des variations d'épaisseur et de profil de la bande qui résulteraient de la variation de déformation globale de la cage de laminage (i.e. ledit cé dage de la cage de laminage) en fonction de variations de l'effort de laminage, par exemple en coopérant avec au moins un actionneur de galets d'appui. En particulier, au moins un actionneur est équipé d'un dispositif de mesure d'une position de ladite partie mobile dudit actionneur destinée à prendre appui sur ledit axe porteur et est destiné à ladite coopération avec ledit dispositif de commande afin de corriger ledit cé dage de la cage de laminage. Par exemple, ledit dispositif de commande est capable d'envoyer au moins un signal de correction à au moins un actionneur équipé dudit dispositif de mesure de position de sa partie mobile qui peut être par exemple un capteur de position, ledit signal de correction étant capable de commander une correction de position de ladite partie mobile dudit actionneur, notamment en fonction d'une courbe de déformation de la cage de laminage par rapport à un effort de serrage et/ou une courbe de répartition de l'effort de serrage entre les différents actionneurs, ledit effort de serrage additionné du poids de l'assemblage supérieur étant sensiblement égal à la force de laminage. Lesdites courbes de déformation et de répartition peuvent en particulier être déterminées expérimentalement ou par calcul. De cette manière, les variations d'épaisseur et/ou de profil de bande liées aux variations d'effort de laminage sont compensables avant même d'être mesurées l'organe de mesure d'épaisseur et/ou de planéité de la dite bande. Ainsi, le laminoir selon l'invention est en particulier caractérisé en ce qu'au moins un actionneur est équipé d'un dispositif de mesure de position d'une partie mobile dudit actionneur destinée à prendre appui sur ledit axe porteur et en ce que le dispositif de commande est capable de corrélérer dynamiquement la position de la partie mobile dudit actionneur avec l'épaisseur de la bande. Avantageusement, ladite méthode selon l'invention est ainsi susceptible de comprendre, pendant le laminage, une mesure de ladite force locale exercée par au moins un actionneur, ou en particulier par chaque actionneur de galet d'appui, et une transmission de ladite mesure de la force locale audit dispositif de commande.

**[0016]** De manière préférentielle, le dispositif de commande selon l'invention est capable de corrélérer dynamiquement chacune desdites forces locales à un profil transversal de ladite bande, ledit profil transversal étant notamment prédéfinissable, par exemple au moyen d'une banque de données relatives à la bande à laminier connectable audit dispositif de commande, ou au moyen de données relatives à ladite bande mesurables en sortie dudit laminoir, par exemple au moyen d'au moins un or-

gane de mesure d'épaisseur et d'au moins un organe de mesure de planéité capable de transmettre respectivement une mesure d'épaisseur ou de planéité audit dispositif de commande. Avantageusement, la force locale exercée par chaque actionneur peut être différente de celle générée par les actionneurs de galets qui l'avoi-  
5  
sinent, la somme des forces générées par l'ensemble des actionneurs de galets d'appui étant dans tous les cas égale à l'effort de serrage, et sensiblement égale à la  
10  
force de laminage.

**[0017]** En particulier, le laminoir selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend un premier groupe d'actionneurs et un second groupe d'actionneurs capables d'exercer chacun ladite force locale sur au moins un axe porteur, chacun des actionneurs du premier groupe d'actionneurs étant apte à exercer ladite force locale sur une zone d'appui située entre deux galets consécutifs dudit  
15  
axe porteur, et le second groupe d'actionneurs comprenant un premier actionneur capable d'exercer ladite force locale sur une extrémité dudit axe porteur avant le premier galet porté par ledit axe porteur, et un second actionneur capable d'exercer ladite force locale à l'autre  
20  
extrémité de l'axe porteur après le dernier galet porté par ledit axe porteur. Autrement dit, le second groupe d'actionneurs comprend deux actionneurs, i.e. le premier et le second actionneur, chacun situé à une extrémité différente de l'axe porteur et ayant dans son voisinage direct un unique galet, alors que les actionneurs dudit premier  
25  
groupe exercent chacun ladite force locale entre deux galets consécutifs. Ainsi, dans un premier mode de réalisation, si l'axe porteur comprend n galets, le laminoir selon l'invention pourra par exemple comprendre n-1 actionneurs du premier groupe et lesdits deux actionneurs du deuxième groupe.

**[0018]** Dans un second mode de réalisation, le laminoir selon l'invention est en particulier-caractérisé en ce que chaque actionneur est capable d'exercer ladite force locale sur au moins un axe porteur, de chaque côté d'un galet porté par ledit axe porteur. Selon ce second mode  
30  
de réalisation, si l'axe porteur comprend n galets, alors le laminoir comprendra n actionneurs, chacun aptes à exercer ladite force locale de chaque côté d'un même galet.

**[0019]** Avantageusement, lesdits actionneurs de galets d'appui sont en particulier des vérins hydrauliques capables de réagir en temps réel à des consignes de réglages pouvant être envoyées par ledit dispositif de commande et comprenant une partie mobile dont une extrémité se termine par un organe d'appui destiné à  
35  
prendre appui directement sur ledit axe porteur. De plus, chaque actionneur est en particulier pilotable séparément et est capable de recevoir au moins une consigne individuelle de réglage, par exemple de la part dudit dispositif de commande, et à générer une fraction de ladite force de laminage nécessaire au laminage. De manière  
40  
préférentielle, ledit actionneur selon l'invention est capable d'exercer ladite force locale simultanément sur deux axes porteurs. Par exemple, deux rangées de galets  
45  
50  
55

d'appui de l'assemblage supérieur sont en particulier actionnables, selon ladite direction substantiellement perpendiculaire à la bande, par une pluralité d'actionneurs de galets d'appui capables d'agir chacun directement sur chaque axe porteur de chacune desdites deux rangées de galets d'appui et le nombre d'actionneurs de galets d'appui agissant simultanément sur les axes porteurs desdites deux rangées de galets d'appuis égale au moins le nombre de galets d'une seule rangée.

**[0020]** En particulier, selon ledit premier mode de réalisation, une seule rangée d'actionneurs formée dudit premier et dudit second groupe d'actionneurs est capable d'agir simultanément sur chacun des axes porteurs des deux rangées de galets d'appuis, les deux rangées de galets d'appuis comportant par exemple chacune n galets d'appuis et étant dès lors actionnables par n+1 actionneurs de galets d'appuis de ladite rangée d'actionneurs. De la même façon, selon ledit second mode de réalisation, une seule rangée d'actionneurs est capable d'agir simultanément sur chacun des axes porteurs des deux rangées de galets d'appuis, les deux rangées comportant par exemple chacune n galets d'appuis dès lors actionnables par n actionneurs de galets d'appuis de ladite rangée d'actionneurs.

**[0021]** De manière préférentielle, lesdits actionneurs sont ou comprennent des vérins hydrauliques comprenant un corps creux dans lequel se déplace un piston mobile comprenant une tige dont une extrémité est terminée par un organe d'appui destiné à exercer ladite force locale sur au moins un axe porteur, notamment par appui direct sur ledit axe porteur, ledit piston étant caractérisé en ce qu'au moins sa tête a une section allongée (i.e. oblongue) dans le sens de défilement de la bande lorsque ledit vérin hydraulique est monté dans le laminage, et ledit organe d'appui ayant une géométrie complémentaire et adaptée à une géométrie dudit axe porteur.

**[0022]** Ladite section allongée dans le sens de défilement de la bande desdits vérins selon l'invention permet avantageusement d'augmenter considérablement la section du piston dudit vérin sur laquelle s'exerce la pression hydraulique pour un même écartement entre deux actionneurs consécutifs selon la longueur de l'axe porteur par rapport à une utilisation de vérins classiques comportant une section circulaire qui devrait être forcément réduite afin de pouvoir passer dans l'espace disponible au-dessus de chaque galet dans ladite direction substantiellement perpendiculaire au plan de défilement de la bande. Ainsi, ladite section allongée dudit vérin permet d'exercer ladite force de locale avec une pression réduite, inférieure à celle qui serait exerçable avec un vérin caractérisé par une section circulaire. Cette pression réduite par rapport à des vérins classiques permet, en particulier, de limiter le coût des organes et circuits de génération et de distribution d'huile. Elle permet aussi de limiter les pressions dans les vérins eux-mêmes et dans leurs dispositifs d'étanchéité, et donc de réduire les sections résistantes desdits vérins et de réduire les risques de fuites de leurs joints. A titre d'exemple, un lami-

noir de type 20 High selon l'invention est capable d'exercer une force de laminage de 1400 tonnes au moyen de 7 vérins hydrauliques de section allongée alimentés sous une pression de 26.106 Pa (260 bars), alors qu'un laminage classique caractérisé par des vérins classiques à section circulaire aurait nécessité une pression de 130.106 Pa (1300 bars).

**[0023]** Préférentiellement, l'axe porteur desdits galets d'appuis selon l'invention est en particulier caractérisé en ce qu'il comprend une première pluralité de zones d'appui, dites zones d'appui de force locale, sur lesquelles sont appliquées lesdites forces locales par lesdits actionneurs, et une seconde pluralité de zones d'appui, dites zones d'appui de galet, destinées à supporter lesdits galets d'appuis. Ledit axe porteur comprend en particulier une alternance desdites zones d'appui de force locale avec lesdites zones d'appui de galet. En particulier, lesdits galets sont libres en rotation par l'intermédiaire de roulements à galets, à billes ou à aiguilles prenant appui sur lesdites zones d'appui de galet. De manière avantageuse, chaque zone d'appui de galet ou chaque zone d'appui de force locale est susceptible de comprendre une section transversale de moindre inertie que la section transversale des zones d'appui qui l'entourent.

**[0024]** En outre, ledit axe porteur selon l'invention est en particulier caractérisé en ce que chaque zone d'appui de galet est apte à comprendre une première surface et une seconde surface destinées à être en contact avec le galet, ladite seconde surface étant une surface bombée, en direction de l'extérieur de l'axe porteur, distincte ou séparée de ladite première surface. Préférentiellement, chaque zone d'appui de galet dudit second mode de réalisation comprend ladite seconde surface bombée permettant avantageusement une liberté d'inclinaison de l'axe de rotation de chaque galet par rapport à l'axe porteur de galets.

**[0025]** En particulier, ledit axe porteur selon l'invention est caractérisé en ce que qu'il comprend des grains rotulants amovibles, chaque grain rotulant étant logeable dans une découpe dudit axe porteur destinée à affaiblir la rigidité dudit axe porteur, chaque grain permettant de plus à un galet de rotuler librement. En particulier, le nombre de grains, et donc le nombre de découpe, est égale au nombre de galets supportés par ledit axe porteur, chaque grain comprenant ladite première surface appartenant à ladite zone d'appui de galet et destinée à être en contact avec ledit galet, et une autre surface destinée à être en contact avec ladite découpe, i.e. une partie de l'axe porteur complémentaire audit grain. En particulier, chacun desdits grains est identique et a une forme susceptible d'être engendrée par l'intersection d'un cylindre vertical avec ledit axe porteur lorsque ce dernier est représenté par un cylindre plein positionné horizontalement. Chacune des découpes dudit axe porteur permet une flexion dudit axe porteur, et de plus, la coopération de ladite découpe et dudit grain lorsqu'ils sont montés l'un avec l'autre permet la libre rotation dudit galet. De plus, afin d'atténuer un frottement entre ledit grain et ledit

axe porteur, ledit axe porteur est notamment caractérisé en ce qu'il comprend un réseau d'amenée d'huile de lubrification capable d'acheminer une huile de lubrification dans la zone d'appui de galet et sur ladite autre surface susceptible de contacter ladite découpe. Egalement, ledit grain comprend en particulier au moins une rainure de graissage apte à prolonger ledit réseau d'amenée d'huile afin de permettre une lubrification d'une surface de contact grain-axe porteur.

**[0026]** Préférentiellement, la méthode selon l'invention est en particulier caractérisée par au moins une autre réception, avant ledit laminage, d'au moins une autre consigne initiale de pré réglage par au moins un autre actionneur, et un positionnement dudit autre actionneur en fonction de ladite autre consigne initiale de pré réglage. Ladite consigne initiale de pré réglage et chaque autre consigne initiale de pré réglages sont chacune destinées à permettre l'obtention en sortie de laminoir d'une bande ayant un profil transversal cible. Notamment, ladite consigne initiale de pré réglage est une consigne de position et ladite autre consigne de pré réglage est une consigne d'effort. Avantageusement, ledit dispositif de commande est en particulier responsable de la transmission de ladite consigne initiale de pré réglage et de ladite autre consigne initiale de pré réglage. De plus, ledit dispositif de commande est en particulier capable d'effectuer une corrélation entre la consigne de réglage d'un actionneur et la consigne de réglage d'au moins un actionneur voisin, ledit actionneur voisin exerçant par exemple ladite force locale sur une zone d'appui de force locale directement consécutive à la zone d'appui de force locale sur laquelle ledit actionneur exerce ladite force locale.

**[0027]** Avantageusement, ledit dispositif de commande comprend en particulier au moins un capteur de position de la tige ou du piston du vérin hydraulique d'au moins un actionneur, ledit capteur de position étant destiné à équiper ledit actionneur et capable de transmettre audit dispositif de commande une mesure de variation de la position de ladite tige, respectivement dudit piston, avant ou pendant le laminage, et au moins un capteur de pression hydraulique dudit vérin destiné à équiper au moins un actionneur et capable de mesurer une variation de pression d'un fluide hydraulique alimentant ledit vérin et de transmettre cette mesure audit dispositif de commande. En particulier, chaque actionneur est apte à être équipé dudit capteur de position et dudit capteur de pression. En fonction de ladite mesure de variation de position et/ou de pression, ledit dispositif de commande est capable de commander lesdits actionneurs, notamment afin de maintenir ladite pression constante ou ladite position constante. Avantageusement, ledit laminoir selon l'invention et ladite méthode de laminage selon l'invention permettent chacun en particulier un contrôle et une compensation d'un cé dage de la cage de laminage, notamment par mesure de l'effort de laminage au moyen dudit capteur de pression hydraulique de chaque actionneur indépendamment d'une mesure d'épaisseur effectuée en sortie de laminoir par ledit organe de mesure

d'épaisseur. Ainsi, ledit dispositif de commande dudit laminoir selon l'invention est en particulier capable de compenser en temps réel, et dynamiquement, notamment au moyen desdits capteurs de pression ou de position, le cé dage de ladite cage de laminage en compensant la variation d'épaisseur et de profil de bande, l'effet dudit cé dage étant une déformation non désirée de l'entrefer des cylindres de travail sous les variations d'effort de laminage.

**[0028]** Durant toute l'opération de laminage de la bande, chaque actionneur est en particulier soumis en temps réel à une boucle de régulation des consignes de réglage afin de minimiser un écart entre le profil transversal cible et le profil transversal mesuré en sortie de laminoir. Préférentiellement, au moins deux actionneurs d'une même rangée de galets d'appui de l'assemblage supérieur sont contrôlables en position par ledit dispositif de commande et reçoivent lesdites consignes de réglage et initiale de pré réglage. Avantageusement, lesdits deux actionneurs contrôlables en position sont en particulier chacun situé à une extrémité libre de galets dudit axe porteur. De plus, afin d'éviter une différence de force locale trop importante, deux forces locales consécutives aptes à être commandées via les dites consignes de réglage par ledit dispositif de commande sont limitées à une différence de forces locale relative inférieure à 20%.

**[0029]** Des exemples de réalisations et d'applications fournis à l'aide des figures suivantes aideront à mieux comprendre la présente invention.

Figure 1 exemple de vue de face d'un laminoir de type 20 High selon l'art antérieur.

Figure 2 exemple de vue en coupe d'un laminoir de type 20 High selon l'art antérieur.

Figure 3 exemple de réalisation d'un laminoir de type 20 High selon l'invention (vue en coupe).

Figure 4 exemple de réalisation d'un laminoir de type 20 High selon un premier mode de réalisation de l'invention.

Figure 5 exemple de réalisation d'un laminoir de type 20 High selon un second mode de réalisation de l'invention.

Figure 6 exemple de réalisation d'un axe porteur selon l'invention.

Figure 7 exemple de réalisation d'un axe porteur selon l'invention comprenant un galet.

**[0030]** A titre d'exemple, la figure 1 présente une vue en coupe d'un laminoir de type 20 High selon l'art antérieur. Un cylindre de travail 1 en contact avec une bande à laminier est soutenu par deux cylindres de soutien 2 eux-mêmes soutenus par trois cylindres d'appui 3 eux-

mêmes soutenus par quatre rangées de galets 4 d'appui, chaque rangée de galets d'appuis étant constituée d'une pluralité de galets d'appui montés sur un unique axe porteur 41 de galets. Un système d'excentrique 61 actionnés par une crémaillère 62 assure le positionnement de l'axe de rotation de chaque galet 4 d'une même rangée par rapport à l'axe porteur 41.

**[0031]** La figure 2 présente une vue de face d'un laminoir de type 20 High selon l'art antérieur. Des vérins 7 sont aptes, par l'intermédiaire d'un système de cames excentriques, à générer et appliquer une force de laminage sur les extrémités d'un axe porteur 41 portant une rangée de six galets 4. Sept actionneurs 6 sont capables d'actionner des crémaillères 62 qui, elles mêmes, sont aptes à assurer un positionnement de l'axe de rotation de chaque galet 4 d'une même rangée par rapport à l'axe porteur 41. L'ensemble du dispositif selon l'art antérieur comporte donc une pluralité de vérins 7 dont la fonction est de générer et d'appliquer la force de laminage sur l'axe porteur 41 de la rangée de six galets 4, et ce de manière indépendante du nombre d'actionneurs 6 qui assurent quant à eux le positionnement de l'axe de rotation de chaque galet 4 d'une même rangée par rapport à l'axe porteur 41.

**[0032]** La figure 3 montre une vue en coupe d'un laminoir à cylindres multiples de type 20 High selon l'invention, destiné à équiper une installation de laminage à froid d'une bande 9 à laminier. Le laminoir selon l'invention comprend notamment:

- un assemblage supérieur de dix cylindres de laminage situé dans une cavité de la cage de laminage 5 dudit laminoir, au-dessus d'un plan de défilement P de ladite bande 9 et un assemblage inférieur (non représenté) de dix cylindres de laminage, situé dans une autre cavité de la cage de laminage dudit laminoir, en vis-à-vis dudit assemblage supérieur, en-dessous dudit plan de défilement P de la bande 9, lesdits assemblages supérieur et inférieur étant destinés à coopérer l'un avec l'autre afin de soumettre ladite bande 9 à une force de laminage permettant son laminage;
- chacun des assemblages comprenant un cylindre de travail 1 destiné à être en contact avec la bande 9 à laminier, soutenu par deux cylindres de soutien 2, eux-mêmes soutenus par trois cylindres d'appui 3, et eux-mêmes soutenus par quatre rangées de galets 4 d'appui;
- chaque rangée de galets 4 d'appui comprenant une pluralité de galets 4 d'appui montés sur un unique axe porteur 41 de galets;
- au moins une rangée de galets 4 d'appui de l'assemblage supérieur est actionnable, dans une direction substantiellement perpendiculaire au plan de défilement P de la bande 9, par une pluralité d'actionneurs 42 de galets d'appui;

et est caractérisé:

- en ce que chaque actionneur 42 de galet d'appui est capable d'exercer une force locale, selon ladite direction substantiellement perpendiculaire au plan de défilement P de la bande 9, directement sur l'axe porteur 41 de galets de ladite rangée de galets; en particulier, chaque actionneur comprend par exemple un vérin hydraulique comprenant un corps creux 421 dans lequel se déplace un piston 422 dont une extrémité en forme de tige est terminée par un organe d'appui 423 destiné à contacter directement ledit axe porteur 41 afin de transmettre la force dudit vérin audit axe porteur 41, ou bien, selon un autre mode de réalisation particulier, ledit corps creux 421 est apte à prendre directement appui sur ledit organe d'appui 423 destiné à contacter directement ledit axe porteur 41, et ledit piston dudit vérin est dirigé en direction opposée dudit organe d'appui 423 contre une structure fixe de la cage de laminage 5 de façon à permettre, par actionnement dudit vérin, une application de ladite force locale sur ledit axe porteur 41;
- par un nombre d'actionneurs 42 de galets d'appui aptes à exercer ladite force locale sur l'axe porteur 41 d'une même rangée de galets 4 d'appui égale au moins au nombre de galets 4 d'appui de ladite rangée;
- en ce qu'il comprend un dispositif de commande 8 apte à commander, en particulier individuellement, chacun desdits actionneurs 42 afin que la somme des forces locales exercées par chacun des actionneurs 42 du laminoir égale l'effort de serrage, lequel est sensiblement égal à ladite force de laminage. Ledit dispositif de commande 8 est ainsi apte à piloter chaque actionneur 42 individuellement, par exemple au moyen d'un signal de commande apte à générer pour chaque actionneur 42 un actionnement dudit actionneur 42 capable de générer ladite force locale destinée à être exercée sur ledit axe porteur 41. Le dispositif de commande 8 est en particulier capable de générer ledit signal de commande à partir d'au moins une mesure d'une géométrie de la bande en sortie dudit laminoir, par exemple une mesure d'épaisseur de ladite bande au moyen d'au moins un organe de mesure d'épaisseur 81 de ladite bande capable d'effectuer au moins une mesure d'épaisseur de ladite bande en sortie de laminoir et au moyen d'au moins un organe de mesure de planéité 82 de ladite bande capable d'effectuer au moins une mesure de planéité de ladite bande en sortie du laminoir, chacun desdits organes de mesure d'épaisseur et de planéité étant en particulier capable de transmettre ladite mesure respectivement d'épaisseur et de planéité audit dispositif de commande 8.

**[0033]** La figure 4 présente une vue de face d'un laminoir de type 20 High selon un premier mode de réalisation de l'invention. Le laminoir comprend, comme présenté en Fig. 3, trois cylindres d'appui 3 destinés à soutenir

des cylindres de soutien apte à soutenir le cylindre de travail, une rangée de galets 4 d'appui montés sur un axe porteur 41. A titre d'exemple, ledit axe porteur comprend en particulier six galets 4 d'appui par rangée de galets, et ledit laminoir, sept actionneurs 42 destinés à appliquer chacun sur ledit axe porteur, notamment au moyen d'un organe d'appui 423, une force locale sensiblement égale au 1/6 ème de la force de laminage (ou plus précisément de l'effort de serrage) pour chaque actionneur destiné à exercer ladite force locale entre deux galets d'appui, et une force locale sensiblement égale à 1/12 ème de la force de laminage (ou plus précisément de l'effort de serrage) pour chaque actionneur destiné à exercer ladite force locale au voisinage d'un seul galet d'appui, i.e. pour les deux actionneurs situés chacun à une extrémité de l'axe porteur et encadrant ainsi l'ensemble des galets d'appui. Selon ce premier mode de réalisation, chaque galet 4 est encadré par deux organes d'appuis 423 appartenant chacune à un actionneur 42. Ainsi, selon ce premier mode de réalisation, n+1 actionneurs 42 sont aptes à appliquer chacun ladite force locale sur un axe porteur comprenant n galets 4. Chaque actionneur peut en particulier comprendre un vérin hydraulique capable de pousser ledit organe d'appui 423 contre ledit axe porteur 41. Dans ce cas, l'actionneur comprend en particulier un vérin hydraulique dans lequel est susceptible de se déplacer son piston 422 mobile équipé d'une tige se terminant, en direction dudit axe porteur 41, par ledit organe d'appui 423. L'effort de poussée est en particulier repris par la structure de la cage de laminage 5. Chaque vérin hydraulique est ainsi capable de générer et d'appliquer une fraction de la force de laminage sur l'axe porteur 41 de la rangée de galets 4 via ledit organe d'appui 423 en contact avec ledit axe porteur 41. Le dispositif de commande 8 est en particulier capable de répartir ladite force de laminage sur les différents actionneurs 42 du laminoir afin d'assurer une fonction de contrôle de profil transversal. Ladite répartition ou fractionnement de la force de laminage sur chaque actionneur est en particulier réalisable par ledit dispositif de contrôle 8 en contrôlant et pilotant une pression hydraulique d'un fluide destiné à être distribué à chacun des vérins hydrauliques via un réseau de distribution dudit fluide afin d'actionner chaque vérin. Ce contrôle individuel de chacun desdits vérins permet ainsi d'une part une correction d'épaisseur de la bande et d'autre part une correction du bombé et de la déformée des cylindres de travail par action sur ledit axe porteur 41.

**[0034]** La figure 5 présente une vue de face d'un laminoir de type 20 High selon un second mode de réalisation de l'invention. Le laminoir selon ce second mode de réalisation de l'invention est identique au laminoir décrit en Fig. 4, à la seule différence qu'il comprend un nombre d'actionneurs 42 égal au nombre de galets 4. A titre d'exemple, l'axe porteur 41 comprend en particulier six galets 4 d'appui par rangée de galets, et le laminoir, six actionneurs 42 destinés à appliquer chacun sur ledit axe porteur, notamment au moyen d'une extrémité 423, une

force locale sensiblement égale au 1/6ème de la force de laminage. Selon ce second mode de réalisation, chaque galet 4 est encadré par un organe d'appui 423 appartenant à un seul actionneur 42. Ainsi, selon ce second mode de réalisation, n actionneurs 42 sont aptes à appliquer chacun ladite force locale sur un axe porteur comprenant n galets 4, en particulier sur ledit axe porteur 41, de part et d'autre du galet que son organe d'appui 423 encadre. Chaque actionneur 42 est en particulier capable d'exercer ladite force locale sur ledit axe porteur 41 en poussant son organe d'appui 423 directement contre ledit axe porteur 41, par exemple en utilisant une force hydraulique de poussée pouvant être fournie par ledit vérin hydraulique. L'effort de poussée est en particulier appliqué de chaque côté de chaque galet et il est repris par la structure de la cage de laminage 5. Le laminoir selon ledit second mode de réalisation peut ainsi comprendre n vérins par rangée de n galets, chaque vérin ayant pour fonction la génération et l'application au moyen dudit organe d'appui 423 d'une fraction de la force de laminage sur l'axe porteur 41 de chaque rangée de galets 4, afin que la somme desdites fractions de force de laminage, i.e. la somme desdites forces locales soit sensiblement égale à la dite force de laminage. Comme décrit en Fig. 4, le dispositif de commande 8 est capable de gérer la répartition ou le fractionnement de ladite force de laminage sur les différents actionneurs 42, notamment en pilotant une pressurisation et une distribution d'un fluide hydraulique à chaque vérin afin d'assurer ladite fonction de contrôle du profil transversal.

**[0035]** La figure 6 présente un exemple de réalisation d'un axe porteur 41 selon l'invention, destiné en particulier à coopérer avec lesdits actionneurs afin de permettre d'une part une correction d'épaisseur de la bande et d'autre part une correction efficace du bombé et de la déformée des cylindres de travail. Ledit axe porteur 41 comprend en particulier une première pluralité de zones d'appui, dites zones d'appui de force locale 413, chacune de ces zones d'appui de force locale étant destinée à être au moins partiellement en contact avec ledit organe d'appui 423 dudit actionneur selon l'invention, et une seconde pluralité de zones d'appui, dites zones d'appui de galet 414, destinées à supporter et à guider ledit galet.

**[0036]** En particulier, chaque zone d'appui de galet 414 comprend une première surface 414a et une seconde surface 414b destinées à être en contact avec le galet, ladite seconde surface 414b étant une surface bombée, distincte ou séparée de ladite première surface 414a et permettant, lors d'une flexion dudit axe porteur 41, une rotation libre de contrainte dudit galet autour de son axe de rotation. De plus, ledit axe porteur 41 comprend en particulier des grains 411 amovibles, aussi appelés grains rotulants, chaque grain étant apte à se loger dans une découpe 412 dudit axe porteur dont il épouse la forme. En particulier, chaque découpe est destinée à affaiblir la rigidité longitudinale dudit axe porteur 41 et chaque grain a une forme géométrique complémentaire à la forme géométrique de ladite découpe. En particulier, la



complémentarité de ladite découpe 412 et dudit grain 411 permet, lorsque ledit grain est logé dans ladite découpe 412, à chaque galet en contact avec ladite zone d'appui de galet 414 de rotuler librement.

**[0037]** Préférentiellement, le nombre de découpes 412 et de grains 411 égale le nombre de galets supportés par ledit axe porteur 41, chaque grain 411 comprenant ladite première surface 414a appartenant à ladite zone d'appui de galet 414 et destinée à être en contact avec ledit galet, et une autre surface destinée à être en contact avec ladite découpe 412 dudit axe porteur 41, i.e. une partie de l'axe porteur complémentaire à audit grain 411. De préférence, chaque grain 411 dudit axe porteur 41 est caractérisée par une forme apte à être engendrée par l'intersection de deux cylindre dont les axes sont dans deux plans perpendiculaires.

**[0038]** En particulier, ledit axe porteur 41 comprend en outre un réseau 415 d'amenée d'huile de lubrification capable d'acheminer un fluide lubrifiant dans la zone d'appui de galet 414 et sur la surface de la découpe 412 susceptible d'être en contact avec ladite autre surface dudit grain 411. Avantageusement, ledit réseau 415 permet notamment d'acheminer ledit fluide lubrifiant via des canaux internes audit axe porteur 41, tout au long dudit axe porteur, et par exemple, jusqu'à des surfaces dudit axe porteur 41 en contact avec d'autres surfaces n'appartenant pas audit axe porteur 41. Avantageusement, le grain 411 et l'axe porteur 41 comprennent en particulier des canaux permettant un prolongement dudit réseau 415 jusqu'à des rainures de lubrification aptes à distribuer ledit fluide lubrifiant sur ladite première surface 414a et dans le ou les roulements du galet d'appui 4 susceptible d'y prendre appui.

**[0039]** La Figure 7 présente un exemple de réalisation d'un axe porteur 41 selon l'invention comprenant à titre d'exemple un galet 4 monté sur une desdites zones d'appui de galet 414, qui comprend de préférence une surface extérieure bombée (i.e. ladite seconde surface 414b décrite en Fig. 6), de sorte que chaque intersection de la surface extérieure bombée et de la zone d'appui de force locale 413 comprend une gorge de dégagement 4141 garantissant, lorsque ledit axe porteur 41 est libre de flexion, un espace libre de contact entre ladite zone d'appui de galet 414 et ledit galet 4. Ladite surface extérieure bombée est par exemple caractérisée par une courbure de grand rayon par exemple égale à 2000 mm permet audit galet 4 de rotuler. Egalement, ledit grain 411 qui est en particulier apte à reprendre des efforts du galet provenant du laminage d'une bande est lui aussi capable de rotuler contre la découpe 412 de l'axe porteur qui lui est complémentaire.

**[0040]** En résumé, le laminoir et la méthode de laminage selon l'invention présentent plusieurs avantages par rapport aux laminoirs et méthodes de laminage existants en ce que:

- ils permettent une réduction de la complexité mécanique du laminoir en utilisant d'une part les mêmes

actionneurs pour la génération et/ou l'application de la force de laminage et de crown control, et en permettant d'autre part l'utilisation de vérins hydrauliques en lieu et place de dispositifs de crown control extrêmement complexes à crémaillères, à cames excentriques, ou encore à coins;

- ils assurent un temps de réponse très réduit permettant un vrai pilotage en temps réel par le dispositif de commande apte à contrôler les actionneurs en fonction d'une géométrie de la bande mesurable en sortie du laminoir par au moins un organe de mesure de planéité et au moins un organe de mesure d'épaisseur de bande;
- ils permettent, en particulier dans leur utilisation pour des cages de laminage de type Monobloc, de compenser des variations d'épaisseur et de profil de bande liées aux cépages de la cage de laminage avant même leur mesure par l'organe de mesure d'épaisseur et de planéité, et apporte donc une meilleure régularité d'épaisseur et de planéité de bande;
- ils permettent aussi, notamment dans leur utilisation pour des cages de laminage de type «split housing» comprenant une possibilité de faire varier en cours de laminage la position relative des deux demi-cages formant ladite cage de type split housing, de compenser des variations de profil de bande liées aux cépages de la cage de laminage avant même leur mesure par l'organe de mesure de planéité, et apporte donc une meilleure régularité de planéité de bande;
- en permettant la compensation de cépages, ils permettent de plus d'améliorer la géométrie des bandes laminées, même en l'absence de mesures d'épaisseur et/ou de planéité, en appliquant des corrections de position ou de force aux actionneurs en fonction des efforts mesurés dans lesdits actionneurs suivant une loi ou des tables préalablement définies;
- ils permettent une répartition fractionnée maîtrisée de la force de laminage sur les différents galets;
- ils permettent une meilleure accessibilité audit assemblage supérieur lors de la maintenance dudit assemblage et la possibilité d'utiliser une gamme de diamètres de cylindres plus large du fait qu'une capacité de mouvement vertical de l'assemblage de cylindres supérieur par rapport à l'assemblage de cylindres inférieur est uniquement limitée par exemple par la course des vérins des actionneurs de galets, laquelle est apte à permettre une ouverture des assemblages supérieur et inférieur beaucoup plus grande que l'ouverture permise par les dispositifs connus de l'homme du métier, à excentriques commandés par crémaillère ou à coins.

## Revendications

1. Laminoir à cylindres multiples destiné à équiper une installation de laminage à froid d'une bande (9) à laminier, ledit laminoir comprenant:
  - un assemblage supérieur comprenant des cylindres de laminage situé au-dessus d'un plan de défilement (P) de ladite bande et un assemblage inférieur comprenant des cylindres de laminage, situé en-dessous dudit plan de défilement (P) de la bande, lesdits assemblages supérieur et inférieur étant destinés à coopérer l'un avec l'autre afin de soumettre ladite bande (9) à une force de laminage;
  - chacun des assemblages comprenant un cylindre de travail (1) destiné à être en contact avec la bande (9) à laminier, soutenu par des cylindres de soutien (2), eux-mêmes soutenus par des cylindres d'appui (3), et eux-mêmes soutenus par des rangées de galets (4) d'appui ;
  - chaque rangée de galets d'appui comprenant une pluralité de galets (4) d'appui montés sur un axe porteur (41) de galets;
  - au moins une rangée de galets d'appui de l'assemblage supérieur est actionnable, dans une direction perpendiculaire au plan de défilement (P) de la bande, par une pluralité d'actionneurs (42) de galets d'appui; et étant **caractérisé**
  - **en ce que** chaque actionneur (42) de galet d'appui est capable d'exercer une force locale, selon ladite direction perpendiculaire au plan de défilement (P) de la bande, directement sur l'axe porteur (41) de galets de ladite rangée de galets;
  - par un nombre d'actionneurs (42) de galets d'appui aptes à exercer ladite force locale sur l'axe porteur (41) d'une même rangée de galets d'appui égale au moins au nombre de galets (4) d'appui de ladite rangée;
  - **en ce qu'il** comprend un dispositif de commande (8) apte à commander chacun desdits actionneurs (42) afin que la somme des forces locales exercées par chacun des actionneurs du laminoir égale à l'effort de serrage, lequel est égale à ladite force de laminage.
2. Laminoir selon revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (8) est capable de corrélérer dynamiquement chacune desdites forces locales à un profil transversal de ladite bande.
3. Laminoir selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'il** comprend un premier groupe et un second groupe d'actionneurs capables d'exercer chacun ladite force locale sur au moins un axe porteur (41), chacun des actionneurs du premier groupe d'actionneurs étant apte à exercer ladite force locale sur une zone d'appui située entre deux galets consécutifs dudit axe porteur, et le second groupe d'actionneurs comprenant un premier actionneur capable d'exercer ladite force locale sur une extrémité dudit axe porteur (41) avant le premier galet porté par ledit axe porteur, et un second actionneur capable d'exercer ladite force locale à l'autre extrémité de l'axe porteur (41) après le dernier galet porté par ledit axe porteur.
4. Laminoir selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** chaque actionneur (42) est capable d'exercer ladite force locale sur au moins un axe porteur (41), de chaque côté d'un galet (4) porté par ledit axe porteur (41).
5. Laminoir selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'un** même actionneur (42) est capable d'exercer ladite force locale simultanément sur deux axes porteurs (41).
6. Laminoir selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** ledit actionneur (42) est un vérin hydraulique comprenant un corps creux (421) dans lequel est apte à se déplacer un piston (422) équipé d'une tige dont une extrémité est terminée par un organe d'appui (423) destiné à prendre appui sur au moins un axe porteur (41), ledit piston (422) étant **caractérisé en ce qu'au** moins sa tête a une section allongée dans le sens de défilement de la bande.
7. Laminoir selon revendication 1 à 6, **caractérisé en ce qu'au** moins un actionneur est équipé d'un dispositif de mesure de position d'une partie mobile dudit actionneur destinée à prendre appui sur ledit axe porteur et **en ce que** le dispositif de commande (8) est capable de corrélérer dynamiquement la position de la partie mobile dudit actionneur avec l'épaisseur de la bande.
8. Laminoir selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** ledit dispositif de commande (8) est capable de compenser en temps réel un cépage de ladite cage de laminage.
9. Laminoir selon une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** ledit axe porteur (41) comprend une première pluralité de zones d'appui, dites zones d'appui de force locale, sur lesquelles sont appliquées lesdites forces locales, et une seconde pluralité de zones d'appui, dites zones d'appui de galet, destinées à supporter lesdits galets (4) chaque zone d'appui de galet comprenant une première surface et une seconde surface destinées à être en contact avec le galet (4), ladite seconde surface étant une surface bombée, distincte ou séparée de ladite première surface.

10. Laminoir selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'axe porteur (41) comprend des grains rotulants amovibles, chaque grain étant d'une part logeable dans une découpe dudit axe porteur destinée à affaiblir sa rigidité, et d'autre part permettant à un galet (4) de rotuler librement.

11. Laminoir selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le nombre de grains égale le nombre de galets supportés par ledit axe porteur (41), chaque grain comprenant ladite première surface appartenant à ladite zone d'appui de galet et destinée à être en contact avec ledit galet, et une autre surface destinée à être en contact avec ladite découpe.

12. Méthode de laminage d'une bande à laminier par une installation de laminage comprenant un laminoir à cylindres multiples, ladite méthode de laminage comprenant les étapes suivantes:

- pendant le laminage de ladite bande:

- au moins une mesure d'épaisseur de ladite bande en sortie de laminoir, par au moins un organe de mesure d'épaisseur (81) de ladite bande; la méthode est **caractérisée en ce qu'elle** comprend les étapes suivantes :

- avant le début du laminage de ladite bande: une réception, par au moins un actionneur (42) de galets (4) d'appui destiné à exercer une force locale sur au moins un axe porteur (41) d'une rangée de galets d'appui dudit laminoir, d'une consigne initiale de pré réglage, et un actionnement dudit actionneur (42) en fonction de ladite consigne initiale de pré réglage;

- pendant le laminage de ladite bande:

- au moins une mesure de planéité de ladite bande en sortie du laminoir, en particulier par au moins un organe de mesure de planéité (82) de ladite bande;

- une transmission par chaque organe de mesure d'épaisseur (81) et chaque organe de mesure de planéité (82) de respectivement chaque mesure d'épaisseur et chaque mesure de planéité à un dispositif de commande (8);

- une commande, par ledit dispositif de commande (8), de l'actionnement d'au moins un actionneur (42) par envoi audit actionneur (42) d'une consigne de réglage déter-

minée en fonction d'au moins ladite mesure d'épaisseur et/ou de planéité.

13. Méthode de laminage selon la revendication 12, caractérisée, avant laminage, par au moins une autre réception d'au moins une autre consigne initiale de pré réglage par au moins un autre actionneur, et un positionnement dudit autre actionneur en fonction de ladite autre consigne initiale de pré réglage.

14. Méthode de laminage selon une des revendications 12 ou 13, **caractérisée par** une corrélation entre la consigne de réglage d'un actionneur et la consigne de réglage d'au moins un actionneur voisin.

15. Méthode de laminage selon une des revendications 12 à 14, **caractérisée en ce qu'elle** comprend, pendant ledit laminage, une mesure de ladite force locale exercée par un actionneur de galet.

## Patentansprüche

1. Vielwalzen-Walzgerüst, welches dazu bestimmt ist, in einer Anlage zum Kaltwalzen eines Walzbandes (9) installiert zu werden, wobei das Walzgerüst umfasst:

- eine Walzen umfassende obere Anordnung, die sich oberhalb einer Durchlaufebene (P) des Bandes befindet, und eine Walzen umfassende untere Anordnung, die sich unterhalb dieser Durchlaufebene (P) des Bandes befindet, wobei die obere und die untere Anordnung dazu bestimmt sind zusammenzuwirken, um auf das Band (9) eine Walzkraft auszuüben;

- wobei jede der Anordnungen eine Arbeitswalze (1) umfasst, die dazu bestimmt ist, mit dem Walzband (9) in Kontakt zu kommen, und von Stützwalzen (2) gestützt wird, die ihrerseits von seitlichen Stützwalzen (3) gestützt werden, die ihrerseits von Reihen von Stützrollen (4) gestützt werden;

- wobei jede Reihe von Stützrollen mehrere Stützrollen (4) umfasst, die auf einer Rollentragschse (41) angebracht sind;

- wobei wenigstens eine Reihe von Stützrollen der oberen Anordnung durch mehrere Stützrollen-Verstellvorrichtungen (42) in einer zur Durchlaufebene (P) des Bandes senkrechten Richtung verstellbar ist;

und **gekennzeichnet ist**

- **dadurch**, dass jede Stützrollen-Verstellvorrichtung (42) in der Lage ist, eine lokale Kraft in der zur Durchlaufebene (P) des Bandes senkrechten Richtung direkt auf die Rollentragschse (41) der Reihe von Rollen auszuüben;

- **durch** eine Anzahl von Stützrollen-Verstellvorrichtungen (42), die geeignet sind, die lokale Kraft auf die Tragachse (41) ein und derselben Reihe von Stützrollen auszuüben, welche wenigstens gleich der Anzahl der Stützrollen (4) dieser Reihe ist;
- **dadurch**, dass es eine Steuerungsvorrichtung (8) umfasst, die geeignet ist, jede der Verstellvorrichtungen (42) so zu steuern, dass die Summe der lokalen Kräfte, die von den einzelnen Verstellvorrichtungen des Walzgerüsts ausgeübt werden, gleich der Klemmkraft ist, welche gleich der Walzkraft ist.
2. Walzgerüst nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungsvorrichtung (8) in der Lage ist, jede der lokalen Kräfte mit einem Querprofil des Bandes dynamisch zu korrelieren.
3. Walzgerüst nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine erste Gruppe und eine zweite Gruppe von Verstellvorrichtungen umfasst, die jeweils in der Lage sind, die lokale Kraft auf wenigstens eine Tragachse (41) auszuüben, wobei jede der Verstellvorrichtungen der ersten Gruppe von Verstellvorrichtungen geeignet ist, die lokale Kraft auf einen Stützbereich auszuüben, der sich zwischen zwei aufeinander folgenden Rollen der Tragachse befindet, und wobei die zweite Gruppe von Verstellvorrichtungen eine erste Verstellvorrichtung umfasst, die in der Lage ist, die lokale Kraft auf ein Ende der Tragachse (41) vor der ersten Rolle, die von dieser Tragachse getragen wird, auszuüben, und eine zweite Verstellvorrichtung, die in der Lage ist, die lokale Kraft auf das andere Ende der Tragachse (41) nach der letzten Rolle, die von dieser Tragachse getragen wird, auszuüben.
4. Walzgerüst nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Verstellvorrichtung (42) in der Lage ist, die lokale Kraft auf wenigstens eine Tragachse (41) beiderseits einer Rolle (4) auszuüben, die von dieser Tragachse (41) getragen wird.
5. Walzgerüst nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein und dieselbe Verstellvorrichtung (42) in der Lage ist, die lokale Kraft gleichzeitig auf zwei Tragachsen (41) auszuüben.
6. Walzgerüst nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verstellvorrichtung (42) ein Hydraulikzylinder ist, der einen Hohlkörper (421) umfasst, in welchem ein Kolben (422) bewegbar ist, der mit einer Stange versehen ist, deren eines Ende von einem Stützorgan (423) abgeschlossen wird, das dazu bestimmt ist, sich auf wenigstens einer Tragachse (41) abzustützen, wobei der Kolben (422) **dadurch gekennzeichnet ist, dass** wenigstens sein Kopf einen in der Durchlaufrichtung des Bandes lang gestreckten Querschnitt aufweist.
7. Walzgerüst nach Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Verstellvorrichtung mit einer Vorrichtung zur Messung der Position eines beweglichen Teils der Verstellvorrichtung ausgestattet ist, der dazu bestimmt ist, sich auf der Tragachse abzustützen, und dadurch, dass die Steuerungsvorrichtung (8) in der Lage ist, die Position des beweglichen Teils der Verstellvorrichtung mit der Dicke des Bandes dynamisch zu korrelieren.
8. Walzgerüst nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungsvorrichtung (8) in der Lage ist, eine Auffederung des Walzgerüsts in Echtzeit zu kompensieren.
9. Walzgerüst nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragachse (41) eine erste Vielzahl von Stützbereichen, die Stützbereiche lokaler Kraft genannt werden und an welche die lokalen Kräfte angelegt werden, und eine zweite Vielzahl von Stützbereichen, die Rollenstützbereiche genannt werden und dazu bestimmt sind, die Rollen (4) zu stützen, umfasst, wobei jeder Rollenstützbereich eine erste Fläche und eine zweite Fläche umfasst, die dazu bestimmt sind, sich mit der Rolle (4) in Kontakt zu befinden, wobei die zweite Fläche eine gewölbte Fläche ist, die von der ersten Fläche verschieden oder getrennt ist.
10. Walzgerüst nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragachse (41) lösbare kugelenkartige Passstücke umfasst, wobei jedes Passstück einerseits in einer Ausnehmung der Tragachse aufnehmbar ist, die dazu bestimmt ist, deren Steifigkeit abzuschwächen, und andererseits einer Rolle (4) ermöglicht, sich frei kugelenkartig zu bewegen.
11. Walzgerüst nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der Passstücke gleich der Anzahl der Rollen ist, die von der Tragachse (41) getragen werden, wobei jedes Passstück die erste Fläche, die zu dem Rollenstützbereich gehört und dazu bestimmt ist, sich mit der Rolle in Kontakt zu befinden, und eine weitere Fläche, die dazu bestimmt ist, sich mit der Ausnehmung in Kontakt zu befinden, umfasst.
12. Verfahren zum Walzen eines Walzbandes mittels einer Walzanlage, die ein Vielwalzen-Walzgerüst umfasst, wobei das Walzverfahren die folgenden Schritte umfasst:

- während des Walzens des Bandes:

- wenigstens eine Dickenmessung des Bandes am Ausgang des Walzgerüsts durch wenigstens eine Einrichtung zur Dickenmessung (81) des Bandes;

wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet ist, dass** es die folgenden Schritte umfasst:

- vor dem Beginn des Walzens des Bandes: einen Empfang, durch wenigstens eine Verstellvorrichtung (42) für Stützrollen (4), die dazu bestimmt ist, eine lokale Kraft auf wenigstens eine Tragachse (41) einer Reihe von Stützrollen des Walzgerüsts auszuüben, eines Anfangssollwertes der Voreinstellung, und eine Betätigung der Verstellvorrichtung (42) in Abhängigkeit von dem Anfangssollwert der Voreinstellung;
- während des Walzens des Bandes:

- wenigstens eine Planheitsmessung des Bandes am Ausgang des Walzgerüsts durch wenigstens eine Einrichtung zur Planheitsmessung (82) des Bandes;
- eine Übertragung, durch jede Einrichtung zur Dickenmessung (81) und jede Einrichtung zur Planheitsmessung (82), jedes Dickenmesswertes bzw. jedes Planheitsmesswertes zu einer Steuerungsvorrichtung (8);
- eine Steuerung, durch die Steuerungsvorrichtung (8), der Betätigung wenigstens einer Verstellvorrichtung (42) durch Senden eines Einstellsollwertes, der in Abhängigkeit wenigstens von der Dickenmessung und/oder der Planheitsmessung bestimmt wurde, an die Verstellvorrichtung (42).

13. Walzverfahren nach Anspruch 12, gekennzeichnet, vor dem Walzen, durch wenigstens einen weiteren Empfang wenigstens eines weiteren Anfangssollwertes der Voreinstellung durch wenigstens eine weitere Verstellvorrichtung, und eine Positionierung der weiteren Verstellvorrichtung in Abhängigkeit von dem weiteren Anfangssollwert der Voreinstellung.

14. Walzverfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **gekennzeichnet durch** eine Korrelation zwischen dem Einstellsollwert einer Verstellvorrichtung und dem Einstellsollwert wenigstens einer benachbarten Verstellvorrichtung.

15. Walzverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** es während des Walzens eine Messung der lokalen Kraft umfasst, die von einer Rollenverstellvorrichtung ausgeübt wird.

## Claims

1. Multiple-roll mill designed to be used in an installation for cold-rolling a strip (9) to be rolled, said rolling mill comprising:

- an upper assembly comprising rolls located above a plane (P) through which said strip moves and a lower assembly comprising rolls, located below said plane (P) through which the strip moves, said upper and lower assemblies being intended to cooperate with one another to apply a rolling force to said strip (9);
- each of the assemblies including a working roll (1) intended to come into contact with the strip (9) to be rolled and being supported by supporting rolls (2), which are in turn supported by bearing rolls (3), which are in turn supported by rows of bearing rollers (4);
- each row of bearing rollers including a plurality of bearing rollers (4) mounted on a roller-supporting axle (41);
- at least one row of bearing rollers of the upper assembly can be actuated by a plurality of bearing-roller actuators (42) in a direction perpendicular to the plane (P) through which the strip moves;

and **characterised in that:**

- each bearing-roller actuator (42) is capable of applying a local force, along said direction perpendicular to the plane (P) along which the strip moves, directly onto the roller-supporting axle (41) of said row of rollers;
- the number of bearing-roller actuators (42) capable of applying said local force to the supporting axle (41) of a given row of bearing rollers is at least equal to the number of bearing rollers (4) of said row;
- it includes a control device (8) capable of controlling each of said actuators (42) such that the sum of the local forces applied by each of the actuators of the rolling mill is equal to the clamping stress, which is equal to said rolling force.

2. Rolling mill according to claim 1, **characterised in that** the control device (8) is able to dynamically correlate each of said local forces with a transversal profile of said strip.

3. Rolling mill according to one of claims 1 or 2, **characterised in that** it includes a first group of actuators and a second group of actuators that are each able to exert said local force on at least one supporting axle (41), each of the actuators of the first group of actuators being able to exert said local force on a bearing zone located between two consecutive roll-

ers of said supporting axle, and the second group of actuators comprising a first actuator able to exert said local force on one end of said supporting axle (41) before the first roller carried by said supporting axle, and a second actuator able to exert said local force on the other end of the supporting axle (41) after the last roller carried by said supporting axle.

4. Rolling mill according to one of claims 1 or 2, **characterised in that** each actuator (42) can exert said local force on at least one supporting axle (41), on either side of a roller (4) carried by said supporting axle (41). 10
5. Rolling mill according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** a given actuator (42) is able to exert said local force simultaneously on two supporting axles (41). 15
6. Rolling mill according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** said actuator (42) is a hydraulic cylinder comprising a hollow body (421) in which a piston (422) can move, said piston including a rod of which one end terminates in a bearing member (423) intended to bear on at least one supporting axle (41), said piston (422) being **characterised in that** at least the head thereof has a section elongated in the direction of movement of the strip. 20 25
7. Rolling mill according to claims 1 to 6, **characterised in that** at least one actuator is fitted with a device for measuring the position of a movable part of said actuator intended to bear against said supporting axle and wherein the control device (8) is able to dynamically correlate the position of the movable part of said actuator with the thickness of the strip. 30 35
8. Rolling mill according to claim 7, **characterised in that** said control device (8) is able to offset a spring in said rolling stand in real time. 40
9. Rolling mill according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** said supporting axle (41) includes a first plurality of bearing zones, referred to as local-force bearing zones, on which are applied said local forces, and a second plurality of bearing zones, referred to as roller-bearing zones, designed to support said bearing rollers (4), each roller bearing zone including a first surface and a second surface intended to come into contact with the roller (4), said second surface being a convex surface, distinct or separate from said first surface. 45 50
10. Rolling mill according to claim 9, **characterised in that** said supporting axle (41) includes removable swivelling teeth, each tooth firstly being able to be seated in a cutout of said supporting axle intended to reduce the rigidity thereof, and secondly enabling 55

a roller (4) to swivel freely.

11. Rolling mill according to claim 10, **characterised in that** the number of teeth is the same as the number of rollers supported by said supporting axle (41), each tooth including said first surface belonging to said roller bearing zone and intended to come into contact with said roller, and another surface intended to come into contact with said cutout.
12. Method for rolling a strip to be rolled by a rolling installation comprising a multiple-roll mill, wherein said method for rolling includes the following steps:
  - during rolling of said strip:
    - at least one thickness measurement of said strip output from the rolling mill, by at least one member (81) for measuring the thickness of said strip; the method is **characterised in that** it includes the following steps:
      - before the rolling of said strip is started: receipt, by at least one actuator (42) of bearing rollers (4) intended to exert a local force on at least one supporting axle (41) of a row of bearing rollers of said rolling mill, of an initial preset instruction, and actuation of said actuator (42) as a function of said initial preset instruction;
      - during rolling of said strip:
        - at least one flatness measurement of said strip output from the rolling mill, in particular by at least one member (82) for measuring the flatness of said strip;
        - transmission by each thickness measurement member (81) and each flatness measurement member (82) of each thickness measurement and each flatness measurement respectively to a control device (8);
        - command, by said control device (8), of the actuation of at least one actuator (42) by sending said actuator (42) a given setting instruction as a function of at least said thickness and/or flatness measurement.
13. Rolling method according to claim 12, **characterised in that**, before rolling, at least one other initial preset instruction is also received by at least one other actuator, and said other actuator is positioned as a function of said other initial preset instruction.
14. Rolling method according to one of claims 12 or 13, **characterised in that** the setting instruction of an actuator is correlated with the setting instruction of at least one neighbouring actuator.

15. Rolling method according to one of claims 12 to 14, **characterised in that** it includes a measurement, during said rolling, of said local force exerted by a roller actuator.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

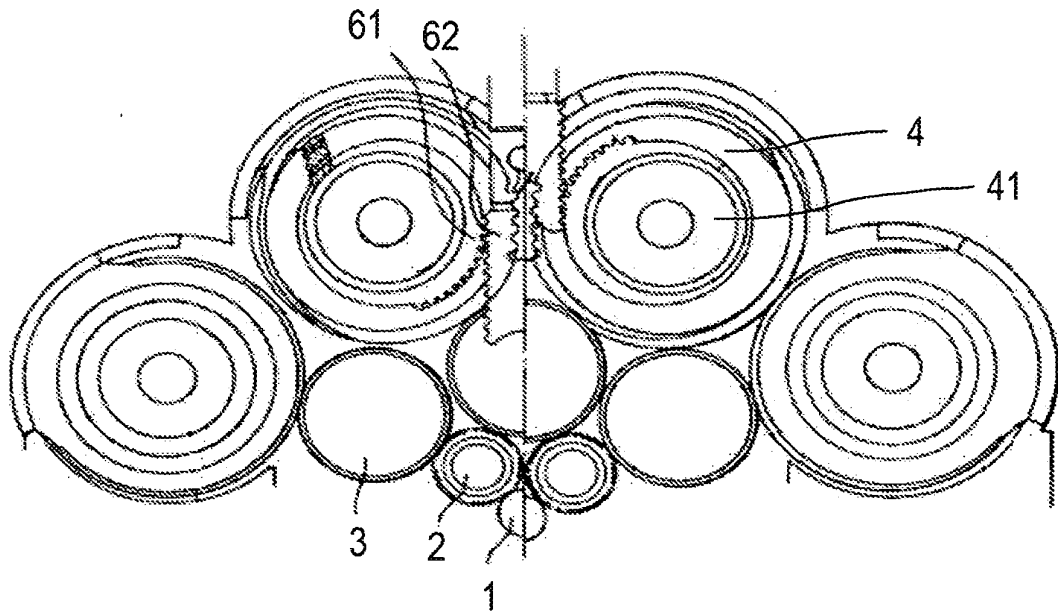


FIG 1

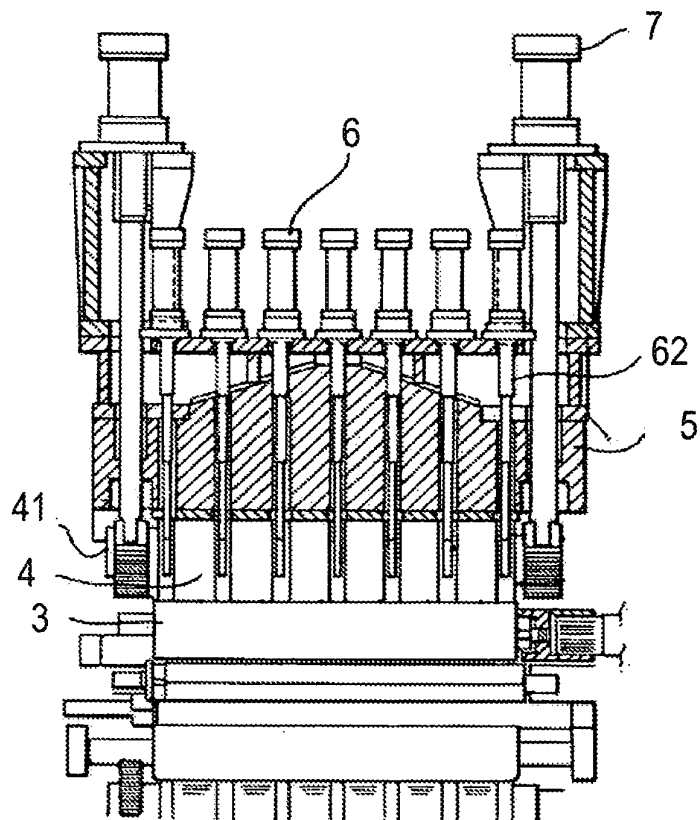


FIG 2



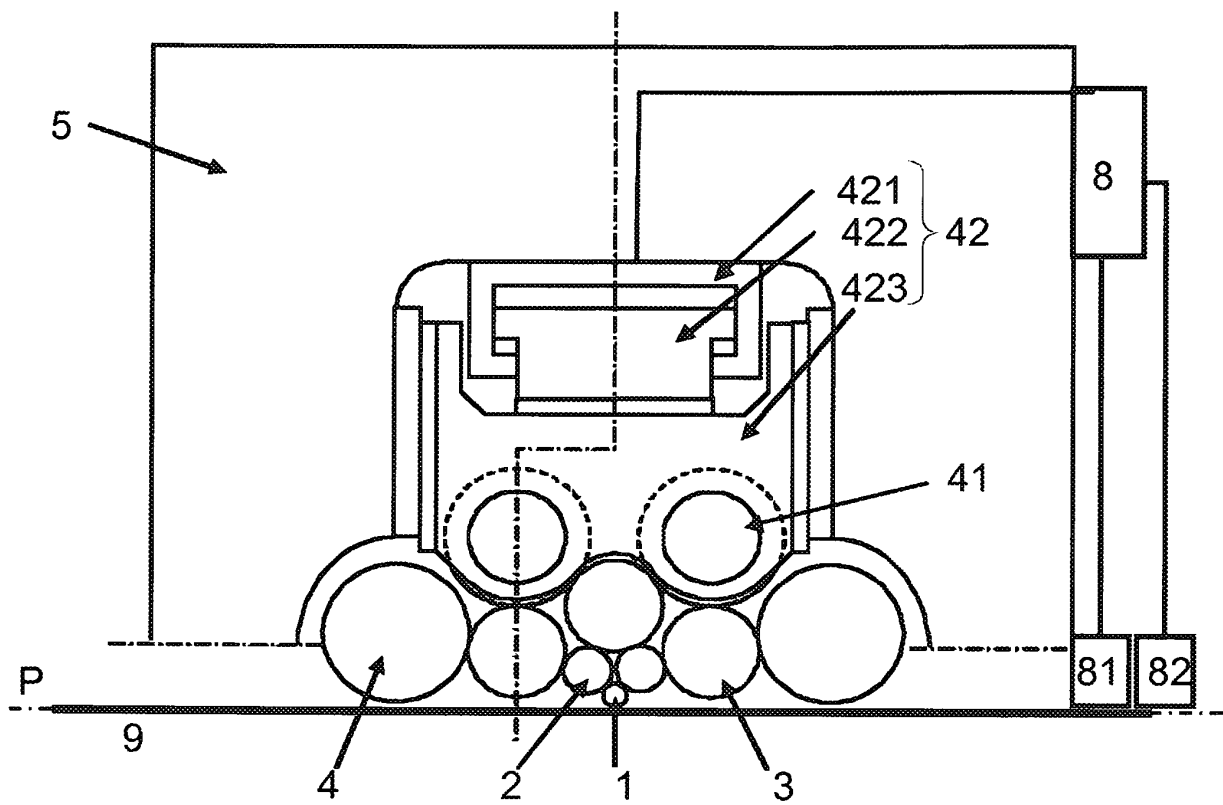


FIG 3

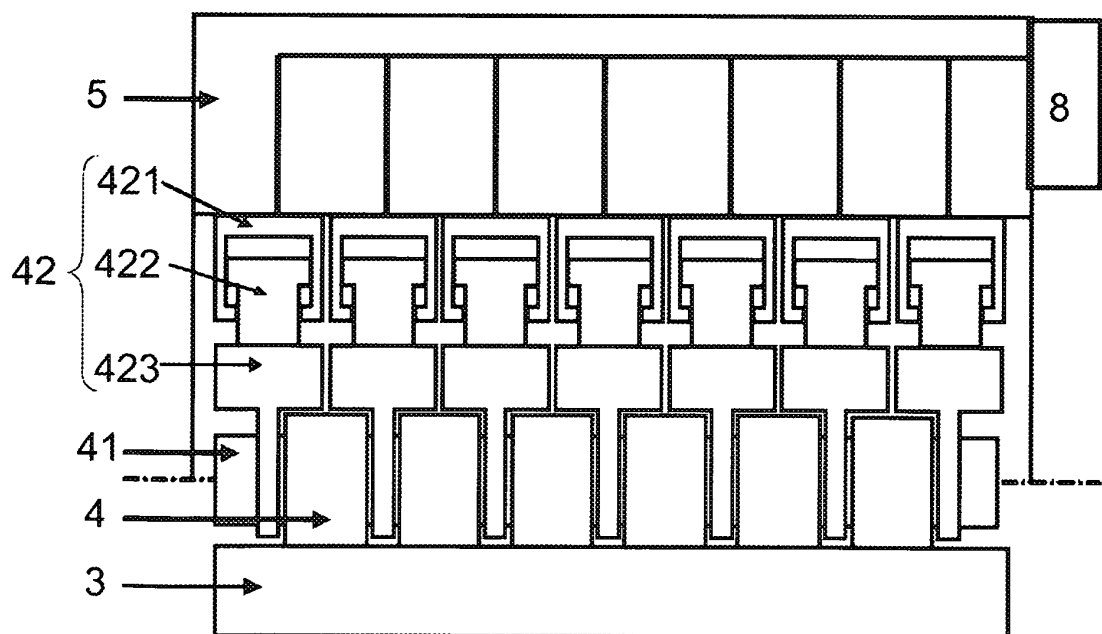


FIG 4

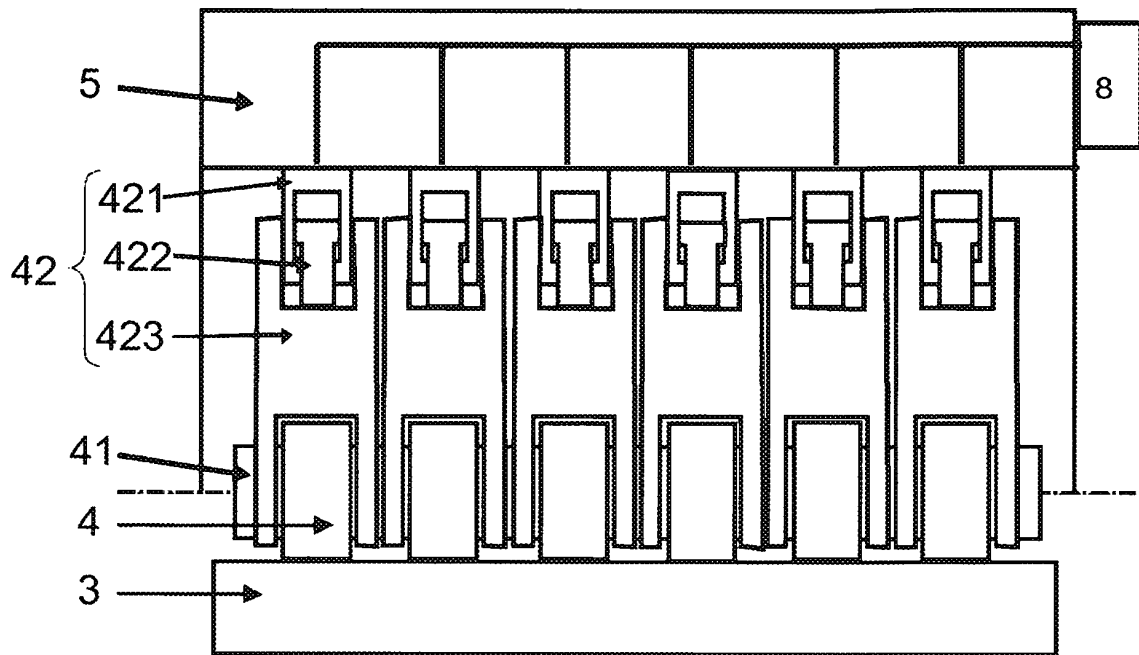


FIG 5

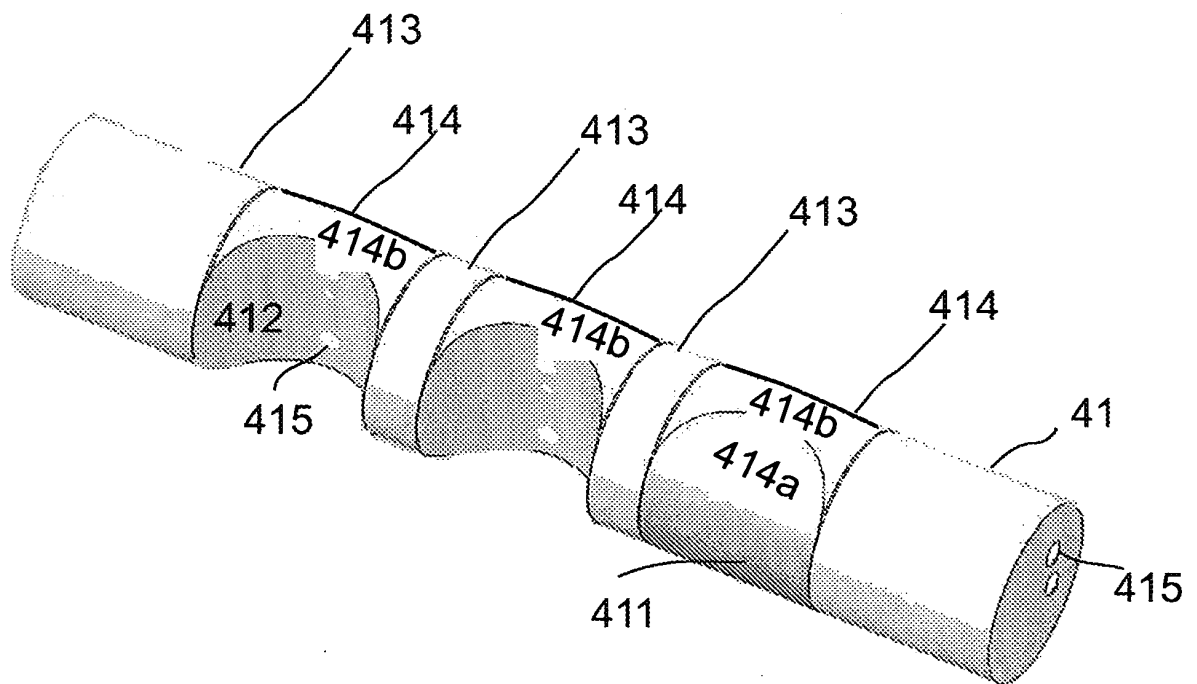


FIG 6

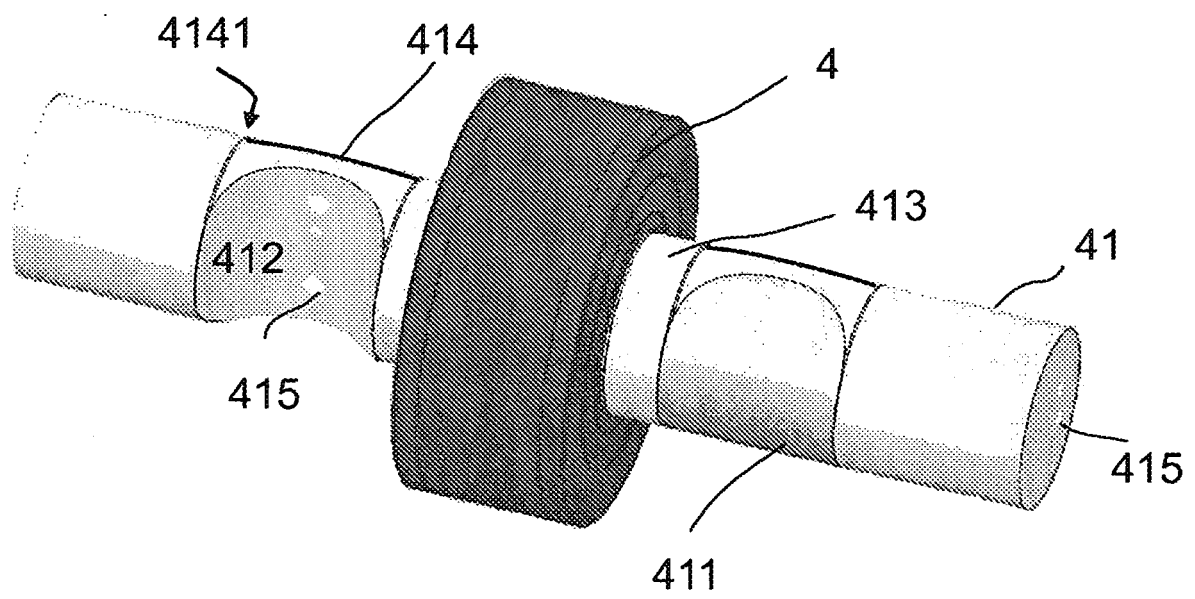


FIG 7

**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**

- DE 1939181 A1 **[0004]**
- US 3147648 A **[0006]**
- EP 0580292 A **[0007]**
- WO 03061864 A **[0007]**
- WO 9305898 A **[0007]**
- WO 0194042 A **[0007]**