

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
28 décembre 2006 (28.12.2006)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/136670 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B21B 37/16 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2006/001199

(22) Date de dépôt international : 24 mai 2006 (24.05.2006)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :

0506425 23 juin 2005 (23.06.2005) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **VAI CLECIM** [FR/FR]; 51, rue Sibert, F-42400 Saint-Chamond (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **ABI KARAM, Michel** [FR/FR]; 6, rue Blondel, F-92400 Courbevois (FR). **GOUTTEBROZE, Stéphane** [FR/FR]; Lieu-dit "Les Raffards", F-42600 Precieux (FR).

(74) Mandataire : **BENTZ Jean-Paul**; Novagraaf Technologies, 122, rue Edouard Vaillant, F-92593 Levallois-Perret (FR).

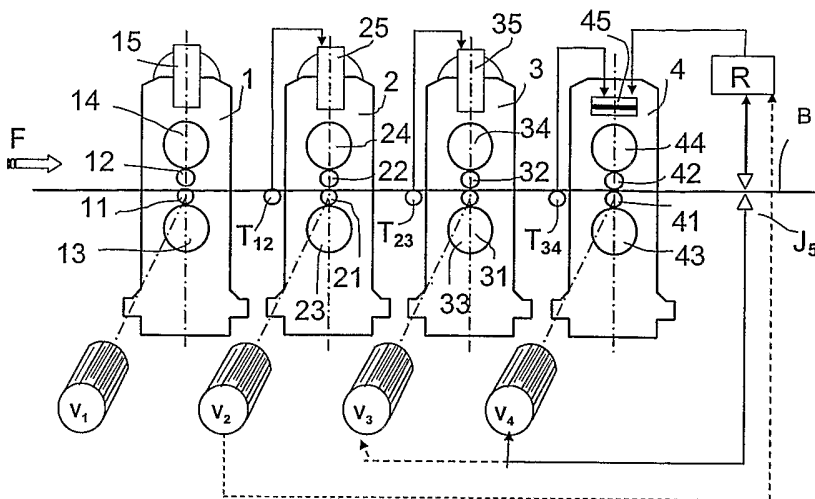
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC,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

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING A ROLLED PRODUCT THICKNESS AT A TANDEM ROLLING MILL OUTPUT

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF DE REGULATION DE L'ÉPAISSEUR D'UN PRODUIT LAMINE EN SORTIE D'UNE INSTALLATION DE LAMINAGE EN TANDEM



(57) Abstract: The invention relates to a method and device for controlling the final thickness of a rolled product (b) at a tandem rolling mill exit which make it possible to remove the cyclic defects of the product thickness variation. The inventive method consists in using at least one rolling stand (4) provided with hydraulic adjustment means (45) located on the tandem rolling mill exit and in compensating the cyclic defects of the product thickness variation generated upstream through the entire rolling mill on said stand with the aid of an adjuster (R) co-ordinated with the frequency of defects. Said invention is

particularly suitable for tandem cold rolling mills producing metal strips. According to said method, the thickness defects are detectable by means of a thickness sensor (J_5). A device and arrangement for carrying out said method are also disclosed.

(57) Abrégé : L'invention se rapporte à un procédé et à un dispositif de régulation de l'épaisseur finale d'un produit laminé (B), à la sortie d'une installation de laminage en tandem, permettant d'éliminer des défauts cycliques de variation de l'épaisseur du produit. L'invention s'applique en particulier aux laminoirs tandem à froid pour bandes métalliques. Selon le procédé de l'invention on utilise au moins une cage (4), en sortie du laminoir tandem, équipée de moyens de serrage hydraulique (45), et on réalise une compensation, sur cette cage, des défauts cycliques de variation de l'épaisseur générés en amont sur l'ensemble de l'installation de laminage, à l'aide d'un régulateur (R) accordé sur la fréquence des défauts. Selon le procédé de l'invention les défauts d'épaisseur sont détectés au moyen d'une jauge d'épaisseur (J_5). Dispositif et installation pour la mise en œuvre du procédé.

WO 2006/136670 A1



FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

**Procédé et dispositif de régulation de l'épaisseur
d'un produit laminé en sortie d'une installation de
laminage en tandem**

5

L'invention se rapporte à un procédé et à un dispositif de régulation de l'épaisseur finale d'un produit laminé, à la sortie d'une installation de laminage en tandem, permettant d'éliminer des défauts cycliques de variation de l'épaisseur présents dans le produit. En particulier, le procédé permet d'éliminer les défauts cycliques générés par les cages de laminage, les défauts des cylindres et de leur montage dans les paliers, les défauts de faux rond et de non circularité des cylindres de laminage.

L'invention s'applique en particulier aux laminoirs tandem à froid de bandes métalliques, par exemple en acier, mais peut s'appliquer, d'une façon générale, à toute installation comportant plusieurs cages de laminage fonctionnant en tandem pour la réduction progressive de l'épaisseur d'un produit défilant successivement entre les cylindres de travail desdites cages.

On sait qu'un laminoir comporte, de façon générale, au moins deux cylindres de travail montés à l'intérieur d'une cage de support et définissant un entrefer de passage de produit à laminer, la cage portant des moyens d'application d'un effort de serrage réglable entre les cylindres. Le nombre de cylindres peut varier selon le type de laminoir, par exemple duo, quarto, sexto, selon qu'il comporte un empilage de deux, quatre ou six cylindres pour appliquer l'effort de serrage sur le produit laminé, ou encore d'autres types de laminoir.

Ces cylindres sont montés rotatifs dans des paliers appelés empoises qui ont une possibilité de coulisement

vertical à l'intérieur de la cage support pour permettre le resserrement des dits cylindres et l'application de l'effort de serrage sur le produit. Une telle disposition est bien connue et a été exposée dans de nombreux brevets, 5 il n'est pas nécessaire de la décrire d'avantage.

Lorsque le montage des cylindres dans ces paliers présente des défauts dus aux cylindres ou à leur montage dans les paliers, ou des usures importantes ou irrégulières, des défauts de concentricité, ou bien encore 10 si les cylindres eux-mêmes ont un défaut de circularité, il s'en suit une rotation des cylindres qui n'est pas parfaitement circulaire, ce qui engendre une variation artificielle et parasite de l'effort de serrage.

Pour permettre l'avance du produit entre les cylindres 15 et la réduction de l'épaisseur, ceux-ci sont entraînés en rotation autour de leur axe par des moyens moteurs qui appliquent un couple d'entraînement, soit directement sur les cylindres de travail, soit indirectement, sur les cylindres d'appui ou sur les cylindres intermédiaires dans 20 le cas de montage quarto ou sexto.

On connaît depuis longtemps des installations de laminage dites « en tandem » comportant au moins deux cages successives réalisant chacune une partie de la réduction d'épaisseur. A partir d'une épaisseur brute à l'entrée de 25 la première cage, le produit subit une première réduction d'épaisseur dans la première cage, et il en sort à une vitesse déterminée par la vitesse de rotation des cylindres de travail de cette cage. Il subit dans la seconde cage une seconde réduction d'épaisseur et en sort à une vitesse 30 supérieure pour respecter la loi de conservation du débit masse. Les cylindres de travail de la seconde cage doivent être entraînés en rotation à une vitesse supérieure à celle des cylindres de la première cage, le rapport des vitesses entre la première et la seconde cage étant dans le rapport

inverse de la réduction d'épaisseur effectuée par la première cage. Il en est ainsi de cage en cage selon le nombre total de cages de laminage que comporte le laminoir tandem.

5 D'autre part, les couples de rotation appliqués sur les cylindres de travail sont réglés de telle sorte que chaque cage exerce une traction sur la bande sortant de la cage précédente. Pour obtenir l'épaisseur finale souhaitée, il est nécessaire d'assurer une régulation,
10 d'une part de la réduction de l'épaisseur effectuée dans chacune des cages de laminoir afin d'obtenir, à la sortie de l'installation, un produit ayant une épaisseur constante avec un certain degré de précision et, d'autre part, de maintenir la bande parfaitement tendue dans chaque espace
15 dit « inter cages » entre deux cages successives, afin d'éviter d'atteindre des niveaux de traction qui risqueraient d'entraîner une rupture de la bande.

Habituellement, le contrôle de l'épaisseur de la bande au cours de son passage dans les cages successives d'un
20 laminoir tandem est assuré par le contrôle du débit masse, encore appelé « mass flow ».

La régulation de l'épaisseur du train tandem est assurée de manière à obtenir une épaisseur de la bande à la sortie de l'installation parfaitement constante et pour
25 cela on a imaginé depuis longtemps de maintenir à une valeur constante, d'une part l'épaisseur de la bande en sortie de la première cage, et d'autre part, le rapport des vitesses de la première et de la dernière cage.

Les vitesses des cages intermédiaires peuvent être
30 déduites de ces conditions car elles sont imposées par la loi de conservation des masses de métal traversant les cages du laminoir, et elles sont dans le rapport inverse des réductions que l'on attribue à chaque cage de laminage. La régulation de l'épaisseur à la sortie de la première

cage est généralement assurée, sur un laminoir moderne, par un dispositif de serrage hydraulique qui est piloté par une jauge d'épaisseur située en aval de cette cage. Certains systèmes plus perfectionnés comportent aussi une jauge
5 d'épaisseur en amont de cette cage.

Mais des systèmes de régulation de l'épaisseur ont été installés à une époque où les moyens de serrage des cylindres étaient constitués par des systèmes électromécaniques de vis écrous et les réglages étaient effectués
10 en agissant sur les moteurs commandant la rotation des vis. De tels laminoirs tandem ont été souvent modernisés en remplaçant les systèmes vis écrous par des commandes hydrauliques dont les performances de précision de contrôle de position et de temps de réponse sont supérieures. On
15 trouve cependant encore des installations mixtes comportant, selon les cages, les deux dispositifs. Tous ces dispositifs de serrage et leurs variantes ont été largement décrits et il n'est pas besoin de le faire d'avantage ici.

Le système classique de régulation de l'épaisseur du
20 laminoir tandem décrit plus haut est couramment appelé « automatic gage control » ou AGC.

Avec ce système il n'est donc pas possible d'agir sur les vitesses de rotation des cylindres des cages pour régler la traction de la bande dans les intervalles inter
25 cages, sans affecter l'épaisseur de sortie. On utilise donc généralement les dispositifs de serrage des cages pour régler la traction de la bande. On installe pour cela des dispositifs de mesure des tractions, généralement constitués d'un rouleau tensiomètre, inter cage qui
30 agissent en régulation sur les moyens de serrage de la cage située en aval. Une jauge d'épaisseur placée à la sortie de l'installation de laminage contrôle l'épaisseur finale en agissant sur la vitesse de la dernière ou des deux dernières cages du laminoir tandem. Le système de contrôle

des tractions inter cage est aussi appelé « automatic tension control » ou ATC.

De tels schémas de régulation fonctionneraient parfaitement avec des cages de laminage qui ne
5 présenteraient aucun défaut mécanique, et en particulier aucun défaut dans l'application de l'effort de serrage sur le produit laminé pendant la rotation des cylindres. Or tous ces ensembles mécaniques peuvent présenter des défauts de montage, d'ajustement, ou encore des usures irrégulières
10 qui vont engendrer des défauts d'épaisseur sur le produit. En effet ces défauts des cylindres font varier la force de serrage sur le produit car, compte tenu de la variation de la valeur de leur diamètre au cours d'une rotation, la distance entre les moyens d'application de la force de
15 serrage et le produit n'est pas constante. Tout se passe donc comme si on changeait le réglage de la position de ces moyens de serrage, ce qui provoque une variation de la force appliquée, et de ce fait une variation de l'épaisseur du produit. Ce défaut d'épaisseur est cyclique et sa
20 fréquence correspond à celle de la rotation du cylindre. On aura donc des variations relativement lentes de l'épaisseur le long du produit laminé, correspondant aux défauts d'excentricité des cylindres d'appui de grand diamètre, et des variations plus rapides correspondants aux défauts de
25 circularité des cylindres de travail de diamètre plus petit.

On a alors imaginé des procédés et des dispositifs pour compenser l'effet sur l'épaisseur des défauts de faux rond des cylindres. Ces méthodes consistent à déterminer un
30 signal représentatif du défaut d'épaisseur engendré par un cylindre d'appui ou un cylindre de travail. En général on effectue un traitement par analyse fréquentielle du signal de la jauge d'épaisseur pour en extraire les variations correspondantes à tel ou tel cylindre de telle cage, en

accordant la fréquence du dispositif de traitement sur celle de ladite cage. On s'est aperçu, dans des procédés plus élaborés, que l'on pouvait aussi extraire le signal de faux rond des cylindres de celui de la mesure de traction
5 inter cage. Ainsi dans le brevet français FR 2 735 046 de la société déposante on propose une méthode de compensation des défauts d'excentricité des cylindres d'une cage déterminée en élaborant un signal à partir de la mesure de la traction dans la bande en amont de cette cage. Ensuite
10 le signal de compensation est utilisé pour corriger le réglage des moyens de serrage de ladite cage.

Bien que cette méthode soit utilisable pour compenser les défauts de tous les cylindres, elle a surtout été utilisée pour compenser les défauts des cylindres d'appui.
15 Ceci est dû au fait que, compte tenu de leur diamètre important la fréquence de rotation est relativement basse, de l'ordre de quelques hertz, jusqu'à environ 10 hertz. Or ces défauts sont détectés par une jauge d'épaisseur dont la mesure est filtrée. En effet ces jauges, généralement à
20 rayonnement, ont une dispersion qui se traduit par un bruit de fond, qu'il est utile de filtrer pour faciliter la mise en oeuvre et le réglage des régulations. Typiquement le filtre d'une jauge d'épaisseur est un filtre passe-bas dont la fréquence de coupure est réglée aux environs de 8 hertz.
25 De ce fait les défauts dus aux cylindres de travail dont le diamètre est environ trois fois plus petit que celui des cylindres d'appui passent la plupart du temps inaperçus à vitesse de laminage élevée.

La déposante s'est alors aperçu que malgré la mise en
30 place d'une compensation d'excentricité du type évoqué précédemment, il apparaissait des défauts d'épaisseur aux basses vitesses, principalement liés à la fréquence de rotation des cylindres de travail. En fait ces défauts sont toujours présents, ils sont simplement masqués par le

filtre de la jauge d'épaisseur aux vitesses de laminage plus élevées. Or les tolérances d'épaisseur exigées sont de plus en plus serrées et sont couramment de l'ordre de 0,7% de l'épaisseur nominale. A titre d'exemple une tôle d'acier pour emboutissage profond a une épaisseur de l'ordre de 0,25 millimètres, une telle tolérance demande le contrôle en valeur absolue de 1,75 micromètres, ce qui peut correspondre à des défauts de circularité des cylindres. Le producteur de tôles doit garantir l'épaisseur du produit qu'il fabrique et il fait les contrôles à l'aide des jauges installées. Par contre l'utilisateur de ces tôles qui va réaliser, par exemple, des pièces embouties pourra observer des défauts de fabrication, liés à des défauts d'épaisseur, par d'autres moyens de contrôle. Il est donc d'une très grande importance de trouver un moyen de compensation de ces défauts masqués.

La déposante a établi qu'une compensation d'excentricité réalisée de façon classique selon l'art antérieur, ainsi que schématisé figure 3 reste sans effets sur certains types de défauts. Ainsi une telle compensation ne peut traiter que des défauts que l'on peut qualifier de 'mode vertical', c'est-à-dire provoqués par des mouvements parasites des cylindres dans un plan vertical. Ils peuvent être corrigés par application du signal de compensation sur la cage même qui génère ces défauts. Par contre le défaut résiduel observé résulte de défauts de 'mode horizontal'. En effet les défauts de rotation, particulièrement des cylindres de travail, engendrent des variations de la traction amont et de la traction aval d'une cage déterminée.

L'expérience de la déposante a montré qu'une compensation de ce type de défaut basée sur le signal traction amont et agissant sur le serrage de la cage elle-

même ne permet pas de compenser le défaut résultant sur l'épaisseur finale.

On pourrait alors imaginer une compensation de ce défaut de 'mode horizontal' par une action sur les
5 tractions à l'aide des moteurs d'entraînement. Mais d'une manière générale les temps de réponse de ces moteurs sont beaucoup trop élevés pour pouvoir avoir une action, aux vitesses élevées de laminage, sur les défauts liés à la fréquence de rotation des cylindres de travail. On a donc
10 imaginé un autre moyen de compensation des défauts d'une cage déterminée, par une action sur les moyens de serrage d'une autre cage, située en aval, au moyen d'un régulateur accordé sur la fréquence du défaut à corriger.

Selon le procédé de l'invention on utilise au moins
15 une cage équipée de moyens de serrage hydraulique, et on réalise une compensation, sur cette cage de tous les défauts de 'mode horizontal' générés sur l'ensemble de l'installation de laminage. Ainsi, dans le procédé de l'invention on utilise des moyens de serrage à commande
20 hydraulique installés sur au moins la dernière cage de l'installation pour réaliser, selon le procédé de régulation, une compensation des perturbations cycliques de l'épaisseur présentes dans la bande et susceptibles d'être mesurées sur le laminoir tandem, par une action sur les
25 dits moyens de serrage à commande hydraulique, au moyen d'un régulateur accordé sur la fréquence du dit défaut cyclique.

Selon le procédé de l'invention les défauts cycliques présents dans la bande sont détectés par une jauge
30 d'épaisseur, il proviennent en général des défauts mécaniques des cages de laminoir et en particulier des défauts de faux rond et d'excentricité des cylindres de laminage.

Toujours selon le procédé de l'invention les perturbations cycliques de l'épaisseur du produit provoquées par les défauts d'excentricité des cylindres de la cage de rang i, sont compensées par une action du
5 dispositif de régulation sur le serrage hydraulique d'au moins une cage située en aval de la dite cage de rang i. De façon préférentielle les défauts générés par la cage de rang i sont compensés par une action du dispositif de régulation sur le serrage hydraulique de la cage située en
10 aval et la plus proche de la dite cage de rang i, pour laquelle on dispose d'un dispositif de serrage à commande hydraulique et d'une jauge d'épaisseur située à sa sortie. Mais il est aussi possible, selon le procédé de l'invention, et selon l'équipement des cages de laminage,
15 de compenser les défauts cycliques de l'épaisseur du produit provoquées par les défauts d'excentricité des cylindres des premières cages du laminoir tandem par une action du dispositif de régulation sur le serrage hydraulique de la dernière cage dudit laminoir tandem.
20 Enfin les perturbations cycliques de l'épaisseur du produit provoquées par les défauts d'excentricité des cylindres de la dernière cage du laminoir tandem sont aussi compensées par une action du dispositif de régulation sur le serrage hydraulique de la dite dernière cage du laminoir tandem,
25 selon le procédé de l'invention.

Un dispositif de régulation de l'épaisseur de la bande à la sortie d'une installation de laminage constituée d'au moins deux cages fonctionnant en tandem selon l'invention, comporte des moyens de serrage réglables des cylindres de
30 laminage, dont des moyens à commande hydraulique sur au moins la dernière cage, l'installation étant associée à un dispositif automatique de régulation de l'épaisseur de sortie et de la tension du produit dans chaque espace entre deux cages successives, et à un dispositif général de

contrôle des vitesses de l'ensemble des cages de laminoir, le dit dispositif de régulation de l'épaisseur comporte en outre au moins un circuit de compensation des perturbations cycliques de l'épaisseur présentes dans la bande laminée, agissant en boucle fermée et en temps réel sur les moyens de serrage à commande hydraulique en élaborant un signal de compensation à partir du signal d'une jauge d'épaisseur.

Le dispositif de régulation de l'épaisseur de la bande selon l'invention est conçu pour corriger, en particulier les défauts cycliques de l'épaisseur de la bande qui ont pour origine des défauts mécaniques des cages du laminoir tandem. Les dispositifs de compensation de l'invention comportent un circuit résonateur accordé sur la fréquence du défaut cyclique à corriger. Les dispositifs de compensation de différents défauts cycliques comportent des circuits résonateurs accordés chacun sur la fréquence de l'un des défauts cycliques à corriger. Dans un dispositif de régulation de l'épaisseur de la bande selon l'invention, les dispositifs de compensation des défauts cycliques de la cage de rang i agissent sur le serrage hydraulique de la première cage située en aval de ladite cage de rang i équipée de tels moyens de réglage du serrage des cylindres de laminage ainsi que d'une jauge d'épaisseur en sortie de la dite cage de laminoir située en aval de la dite cage de rang i .

Selon un autre mode de réalisation de l'invention des dispositifs de compensation des défauts cycliques des premières cages du laminoir tandem agissent tous sur le dispositif de serrage hydraulique de la dernière cage du laminoir tandem en utilisant le signal de la jauge d'épaisseur de sortie du laminoir tandem et comportent des circuits résonateurs accordés sur la fréquence du défaut cyclique de chacune des premières cages du laminoir tandem à compenser. Le circuit résonateur du dispositif de

compensation de l'invention comporte un analyseur de Fourier fonctionnant en temps réel sur la fréquence fondamentale du signal de la jauge d'épaisseur.

5 Dans une installation de laminage selon l'invention, comportant au moins deux cages de laminoir fonctionnant en tandem, équipées de moyens de serrage réglables des cylindres de laminage, l'installation étant associée à un dispositif automatique de régulation de l'épaisseur de sortie et de la tension du produit dans chaque espace entre
10 deux cages successives, et à un dispositif général de contrôle des vitesses de l'ensemble des cages de laminoir, on dispose de moyens à commande hydraulique sur au moins la dernière cage de laminage pour le serrage des cylindres et au moins un circuit de compensation des perturbations
15 cycliques de l'épaisseur présentes dans la bande laminée, agissant en boucle fermée sur les moyens de serrage à commande hydraulique.

Une installation de laminage selon l'invention comporte au moins une jauge d'épaisseur de sortie
20 fournissant le signal de mesure utilisé par les circuits de compensations.

Mais l'invention sera mieux comprise par la description d'un mode de réalisation.

La figure 1 représente un laminoir tandem à 4 cages dans la
25 configuration minimale pour la réalisation de l'invention.

La figure 2 représente un laminoir moderne tandem à 5 cages pour la mise en œuvre de l'invention.

La figure 3 montre l'effet d'une compensation selon l'art antérieur.

30 La figure 4 montre schématiquement l'effet d'une compensation selon l'invention.

La figure 5 montre un enregistrement d'un essai de la compensation selon l'invention.

La figure 6 montre un schéma de principe du circuit résonateur selon l'invention.

La figure 1 représente schématiquement un tandem à
5 quatre cages 1, 2, 3, 4 de configuration quarto, dont
chaque cage est équipée de deux cylindres de travail 11, 12, 21, 22, ... et de deux cylindres d'appui 13, 14, 23, 24..
Le produit laminé, constitué par une bande métallique B
circule de la cage 1 vers la cage 4 selon le sens de
10 défilement F et son épaisseur est progressivement réduite
par chacune des cages 1, 2, 3, 4.

Les moyens de serrage des cages 1, 2 et 3 sont des
systèmes à vis écrou 15, 25, 35 dont la vis est motorisée
par un moteur non représenté de manière à pouvoir agir sur
15 l'effort de serrage des cylindres. La cage 4 est équipée
d'un moyen de serrage hydraulique 45, l'installation de
laminage comporte une jauge d'épaisseur de sortie J_5 de
façon à contrôler l'épaisseur de sortie, par une action sur
le moteur de la cage 4, ou sur les deux moteurs des cages 3
20 et 4, selon un mode de fonctionnement bien connu des
régulations d'épaisseur de laminoir tandem de type AGC. Des
dispositifs de mesure de traction à rouleaux tensiomètres
 T_{12} , T_{23} , T_{34} , sont installés entre chaque cage et chacun
d'eux agit sur le dispositif de serrage de la cage située
25 immédiatement en aval de façon à maintenir la traction dans
la bande constante en application de la loi de la
conservation des débits.

La figure 2 montre de façon schématique une
configuration d'une installation moderne de laminage tandem
30 à cinq cages 1, 2, 3, 4 et 5, toutes sont équipées de
moyens de serrage hydrauliques 15, 25, 35, 45 et 55 à temps
de réponse faible, elles sont de configuration quarto. On a
représenté un laminoir tandem continu équipé d'un
dispositif tensionneur S à l'entrée de la première cage. Le

schéma général de la régulation d'épaisseur de type AGC est classique, de même type que celle représentée sur la figure 1. Cependant la régulation de la première cage est plus élaborée et comporte une régulation amont avec une jauge d'épaisseur d'entrée J_0 et une régulation aval avec une jauge d'épaisseur J_1 disposée en aval de la cage 1. Bien sûr une jauge de sortie J_5 permet de contrôler l'épaisseur finale à la sortie de l'installation par action sur les moteurs des dernières cages. Des dispositifs de mesure de la traction dans la bande B, constitués de rouleaux tensiomètres T_{12} , T_{23} , T_{34} et T_{45} permettent d'assurer une traction constante dans les intervalles inter cages en agissant respectivement sur les moyens de serrage 25, 35, 45 et 55, chacun sur la cage située en aval du dispositif de mesure, toujours par application de la loi des débits.

Les cages peuvent être équipées de compensation d'excentricité selon un mode classique, et, par exemple en suivant l'enseignement du brevet FR 2 735 046, les défauts d'excentricités de la cage 2 sont mesurés par le tensiomètre amont T_{12} et un signal de compensation est élaboré par analyse de Fourier ou tout autre procédé permettant d'extraire un signal correspondant à la fréquence de rotation des cylindres de la cage 2. La figure 3 représente ce qui est alors observé. La figure 3a représente le mode sans compensation. On a représenté successivement le signal de traction en amont de la cage générant un défaut T_{am} , le signal de la traction en aval T_{av} de la cage générant un défaut. Ces deux signaux de tractions sont affectés d'une perturbation cyclique d'allure sinusoïdale et en opposition de phase. La force F est maintenue constante par la régulation, elle ne change donc pas, l'épaisseur de sortie de la cage considérée et l'épaisseur de sortie finale E_5 sont affectées par la perturbation.

Bien entendu, pour faire ces observations, liées dans le cas présent à des défauts d'excentricité des cylindres de travail, il a fallut réduire la vitesse du laminoir, ou mieux, prendre un signal de la jauge d'épaisseur non
5 filtré, car, comme il a été dit, ces défauts sont en général invisibles aux vitesses normales de laminage car ils sont masqués par les dispositifs de filtration des jauges de mesure d'épaisseur. Ce sont des défauts résiduels, principalement dus aux défauts de circularité
10 des cylindres de travail (11, 12, 21, 22, ...). Ils sont présents malgré la mise en place d'une compensation d'excentricité de type classique, ils correspondent donc à un nouveau mode de transfert des défauts mécaniques d'une cage en défaut de l'épaisseur de la bande (B). En effet, si
15 on essaie de les éliminer avec une compensation de type classique on obtient un résultat surprenant.

La figure 3b représente le résultat obtenu avec le mode de compensation classique du défaut d'excentricité. La traction amont T_{am} est stabilisée puisqu'on utilise la
20 mesure de ce signal comme signal d'erreur, par contre la force de laminage F est perturbée par le signal de correction, puisqu'il est appliqué sur les moyens de serrage de la cage du laminoir. Par contre, et par un effet surprenant, l'épaisseur de sortie E_s ne subit aucune
25 modification et présente toujours le même défaut, ainsi que la traction aval à la cage de laminoir T_{av} . Nous sommes donc en présence d'un défaut qui n'est pas accessible par la modification de la force de la cage à corriger, mais par un défaut qui est propagé par les tractions, défaut de 'mode
30 horizontal'.

Ainsi, et selon le procédé de l'invention, un défaut de 'mode horizontal' généré par une cage i est corrigé par action sur au moins une cage en aval de rang au moins $i+1$. Un tel défaut peut être aussi corrigé sur la dernière cage.

En effet la loi des débits a permis d'établir une loi de régulation d'épaisseur de type « mass flow » que l'on peut écrire pour l'ensemble de l'installation: $V_1 e_1 = V_5 e_5$ (1).

5 Si on considère que l'épaisseur e est la somme de l'épaisseur nominale E et d'une perturbation Δe on peut écrire selon (1) :

$$V_1 (E_1 + \Delta e_1) = V_5 (E_5 + \Delta e_5) \quad (2)$$

D'où on tire : $V_1 E_1 = V_5 E_5$ (3) Cette équation
10 montre que la régulation d'AGC permet de garantir l'obtention de la valeur nominale de l'épaisseur E_5 .

Mais aussi : $V_1 \Delta e_1 = V_5 \Delta e_5$ (4) qui montre que les perturbations d'épaisseurs sont aussi transmises par les vitesses/tractions ('mode horizontal').

15 Bien entendu, un défaut de 'mode vertical' générant en aval de la cage où il prend naissance, un défaut de 'mode horizontal' par son influence sur les tractions, pourra aussi être corrigé sur une cage en aval de celle qui lui a donné naissance, voire sur la dernière cage du laminoir
20 tandem.

Puisque l'on sait qu'une action sur le serrage d'une cage intermédiaire modifie les tractions amont et aval présentent de chaque côté de cette cage, il est possible de trouver un moyen de compensation des défauts de 'mode
25 horizontal' par action sur le serrage d'une cage placée en aval de celle où les défauts ont pris naissance. Dans le procédé de l'invention, pour compenser un défaut cyclique de l'épaisseur, on va donc générer un signal de compensation et l'appliquer ('mode vertical') sur le
30 serrage d'une cage aval et en opposition de phase avec le défaut incident.

Les effets de ce nouveau mode d'action de compensation sont représentés sur la figure 4. Un signal extrait du signal d'épaisseur de sortie E_5 est accordé sur la

fréquence de rotation des cylindres de la cage présentant un défaut (ici la cage 2) est appliqué au contrôle du serrage de la dernière cage 5. Les tractions amont et aval de la cage 2, T_{am2} et T_{av2} , restent perturbées comme
5 lorsqu'il n'y a pas de compensation. L'effet de la compensation appliquée sur la cage 5 se traduit par une perturbation sur la traction amont de la cage 5 T_{am5} , et une épaisseur de sortie E_5 stabilisée.

Il est intéressant de noter ici une propriété de
10 l'invention concernant l'accord du régulateur de compensation sur la fréquence de la cage dont il faut compenser les défauts. La fréquence des défauts de la cage à compenser est liée à la vitesse de rotation des cylindres et la période du défaut d'épaisseur produit sur la bande
15 est P . Si on fait la compensation sur la dernière cage, ou sur une cage en aval, la bande laminée B aura subi un allongement A et la période sera devenue $P \cdot A$. Mais dans le même temps la vitesse de la bande aura été multipliée par A , ce qui fait que la fréquence du défaut $V \cdot A / P \cdot A = V / P$
20 est inchangée et correspond toujours à celle de la vitesse de rotation des moteurs de la cage dont il faut compenser les défauts.

Ainsi, au cours de ses nombreux essais, la déposante a fait des simulations, pour confirmer la réalité des
25 phénomènes, dont les résultats sont représentés sur la figure 5. Un défaut de 'mode horizontal' a été simulé sur la cage 3 en superposant à la commande de vitesse du moteur de cette cage une oscillation parasite d'allure sinusoïdale. On retrouve immédiatement les influences sur
30 la traction amont T_{23} . La figure 5b montre les défauts générés par la simulation, hors compensation, et la figure 5a montre les effets du procédé de l'invention. Sans compensation, on constate que l'épaisseur de sortie E_5 est très perturbée par le signal utilisé pour la simulation.

Sur la figure 5a un signal de compensation élaboré à partir de la jauge de sortie J_5 , accordé sur la fréquence de rotation des cylindres de la cage 3 générant le défaut, est appliqué par le régulateur sur les moyens de serrage de la cage 4, en réglant son amplitude et sa phase. On constate immédiatement ce qui a été estimé précédemment d'une manière théorique, à savoir :

- le serrage S_4 est perturbé (la compensation agit sur la cage 4)
- 10 - de ce fait la perturbation apparaît sur la traction inter cage T_{34} .
- La loi des débits, et les actions en opposition de phase au niveau de la cage 4 font que l'épaisseur de sortie E_5 est stabilisée.

15 Selon le procédé de l'invention on peut ainsi compenser des défauts cycliques résiduels du type 'mode horizontal' en agissant sur les moyens de serrage d'une cage située en aval de la cage qui génère ces défauts. D'une manière pratique on réalisera la compensation sur une cage équipée de moyens de serrage à commande hydraulique. 20 Le choix de la cage sur laquelle on installera le procédé de compensation dépend aussi du nombre et de l'emplacement des jauges disponibles. Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention, on installera la compensation des défauts cycliques la plus immédiatement en aval de celle générant des défauts, sur une cage équipée d'un dispositif de serrage hydraulique, et équipée d'une jauge de mesure d'épaisseur immédiatement en aval.

Ainsi le dispositif de l'invention incorpore dans un schéma de régulation de l'épaisseur d'une installation de laminage de type AGC, un régulateur de défauts cycliques R, 30 comme cela est représenté sur la figure 2.

Selon cette représentation le régulateur agit sur la dernière cage du laminoir tandem en élaborant un signal de

compensation à partir du signal de la jauge d'épaisseur de sortie J_5 . Ce régulateur reçoit un signal de la fréquence de chacune des cages générant des défauts pour s'accorder sur cette fréquence et extraire du signal de la jauge la
5 composante correspondant au défaut à corriger.

La figure 6 représente schématiquement le principe de fonctionnement du circuit de compensation comportant un résonateur. Dans de nombreux brevets, comme le brevet Stewart et al. US 4 656 854 on utilise un transformateur de
10 Fourier pour extraire le signal de faux rond du signal de l'épaisseur ou du signal de traction. Cette méthode présente l'inconvénient de ne pouvoir réaliser une application en temps réel du défaut à corriger. En effet il est nécessaire de faire l'acquisition du signal sur au
15 moins une période de la composante représentative du défaut, puis de calculer la transformée de Fourier de cet échantillon pour obtenir les amplitudes du défaut sur toutes les fréquences. Ensuite on calcule la compensation à appliquer pour annuler ces amplitudes, on réalise enfin la
20 transformée de Fourier inverse pour avoir le signal de compensation à appliquer au dispositif de contrôle de serrage des cylindres, en synchronisme avec le mouvement de rotation de ces derniers.

Le procédé de l'invention utilise l'analyse de Fourier
25 sans avoir la nécessité de calculer la transformée complète et la transformée inverse, ce qui permet d'avoir un dispositif de régulation travaillant en temps réel. Le théorème de Fourier enseigne que toute fonction périodique peut être représentée sous la forme d'une somme d'un terme
30 constant et d'une suite de fonctions sinusoïdales de fréquence f , $2f$, $3f$, etc.. que nous représenterons par leurs pulsations $\omega_0 t$, $\omega_1 t$, ..., $\omega_n t$. Les amplitudes a_n et b_n de l'harmonique n sont données par les formules $a_n = 1/2\pi f F \cos \omega_n t$ et $b_n = 1/2\pi f F \sin \omega_n t$.

De manière générale il est suffisant, pour résoudre le problème des défauts d'excentricité des cylindres de laminoir de corriger le défaut correspondant à la fréquence fondamentale, c'est-à-dire la vitesse de rotation des cylindres. Mais il est aussi possible, grâce au dispositif
5 de l'invention de corriger les harmoniques 2, 3, etc....

Le régulateur R selon l'invention est un analyseur de Fourier en temps réel, il fonctionne comme un circuit de régulation. Ainsi qu'il est représenté sur la figure 6, les
10 signaux d'entrée sont le signal de l'erreur d'épaisseur Δe et la pulsation $\omega_n t$. Les fonctions sinus et cosinus sont réalisées dans les modules 100 et 101 et les modules 102 et 103 réalisent le produit par la fonction à analyser : Δe .

On trouve ensuite les modules d'intégration 104 et 105
15 qui délivrent à leur sortie les amplitudes a_n et b_n de l'harmonique n à corriger, il reste à les multiplier par le signal d'erreur Δe et à en faire la somme dans les modules 106, 107 et 108 pour élaborer le signal de correction c qui sera appliqué au contrôle du dispositif hydraulique de
20 serrage des cylindres de la cage de laminoir. Un tel dispositif fonctionne sans retard et applique progressivement un signal de correction à chaque changement dans le signal d'erreur Δe . C'est un dispositif suiveur, résonateur, qui fonctionne en temps réel. Bien entendu,
25 s'il en est besoin on peut multiplier ces circuits et en utiliser d'autres accordés sur les fréquences harmoniques $2f$, $3f$, etc. Par ailleurs il est utile de régler ces circuits en amplitude et en phase et les circuits nécessaires peuvent être ajoutés dans le régulateur R entre
30 l'étage d'entrée celui de la sortie du signal de correction c . Ces techniques sont habituelles pour l'homme du métier et n'ont pas besoin d'être décrites d'avantage ici.

Mais l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit, on peut, comme cela est représenté sur la figure 2, compenser les défauts de toutes les cages du laminoir, par une action sur la dernière cage à partir du signal de la jauge d'épaisseur de sortie. Mais on peut aussi imaginer d'autres combinaisons possibles sans sortir du domaine de l'invention, selon le nombre de cages générant des défauts, le nombre de cages équipées de serrage hydrauliques et le nombre de jauges d'épaisseurs disponibles, dans lesquelles les défauts générés par une cage de rang i sont corrigés par une action sur une cage de rang $i+j$ située en aval, à condition que cette cage soit équipée d'un serrage hydraulique et qu'une jauge d'épaisseur soit située immédiatement en aval de ladite cage de rang $i+j$.

Il est aussi possible, sans sortir du domaine de l'invention, de corriger d'autres défauts cycliques présents dans la bande laminée, provenant, par exemple du laminage à chaud, pourvu que ces défauts soient mesurables par une jauge d'épaisseur et que l'on puisse détecter leur fréquence pendant le défilement de la bande B.

Les signes de référence insérés après les caractéristiques techniques mentionnées dans les revendications, ont pour seul but de faciliter la compréhension de ces dernières et n'en limitent aucunement leur portée.

REVENDICATIONS

1) Procédé de régulation de l'épaisseur finale d'un produit laminé (B) à la sortie d'une installation de laminage comportant au moins deux cages (1, 2, ...) de laminoir fonctionnant en tandem, équipées de moyens de serrage réglables (15, 25, ...) des cylindres de laminage, l'installation étant associée à un dispositif automatique de régulation de l'épaisseur de sortie et de la tension du produit dans chaque espace entre deux cages successives, et à un dispositif général de contrôle des vitesses de l'ensemble des cages de laminoir, caractérisé par le fait que des moyens de serrage à commande hydraulique (45) sont installés sur au moins la dernière cage et que le procédé de régulation réalise une compensation des perturbations cycliques de l'épaisseur présentes dans la bande (B) et susceptibles d'être mesurées sur le laminoir tandem, par une action sur les dits moyens de serrage à commande hydraulique, au moyen d'un régulateur (R) accordé sur la fréquence du dit défaut cyclique.

2) Procédé de régulation de l'épaisseur finale d'un produit laminé (B) selon la revendication 1) caractérisé en ce que les perturbations cycliques de l'épaisseur que l'on souhaite compenser sont détectées par une jauge d'épaisseur (J₅).

3) Procédé de régulation de l'épaisseur finale d'un produit laminé (B) selon la revendication 2) caractérisé en ce que les perturbations cycliques de l'épaisseur ont pour origine des défauts mécaniques des cages (1, 2, 3, ...) du laminoir tandem.

4) Procédé selon la revendication 3) caractérisé en ce que les perturbations cycliques de l'épaisseur du produit (B) que l'on souhaite compenser sont celles provoquées par

les défauts d'excentricité des cylindres (11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 24, ...) des cages de laminoir.

5 5) Procédé selon la revendication 4) caractérisé en ce que les perturbations cycliques de l'épaisseur du produit (B) provoquées par les défauts d'excentricité des cylindres (31, 32, 33, 34) de la cage de rang i, sont compensées par une action du dispositif de régulation (R) sur le serrage hydraulique (45) d'au moins une cage située en aval de la dite cage de rang i.

10 6) Procédé selon la revendication 5) caractérisé en ce que les perturbations cycliques de l'épaisseur du produit (B) provoquées par les défauts d'excentricité des cylindres de la cage de rang i, sont compensées par une action du dispositif de régulation (R) sur le serrage hydraulique de
15 la cage située en aval et la plus proche de la dite cage de rang i, et pour laquelle on dispose d'un moyen de serrage à commande hydraulique et d'une jauge d'épaisseur en aval.

7) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1) à 6) caractérisé en ce que les perturbations cycliques de
20 l'épaisseur du produit (B) provoquées par les défauts d'excentricité des cylindres des premières cages du laminoir tandem

(1, 2, 3, ...) sont toutes compensées par une action du dispositif de régulation (R) sur le serrage hydraulique
25 (45) de la dernière cage (5) dudit laminoir tandem.

8) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1) à 6) caractérisé en ce que les perturbations cycliques de l'épaisseur du produit (B) provoquées par les défauts d'excentricité des cylindres (41, 42, 43, 44) de la dernière
30 cage (4) du laminoir tandem sont compensées par une action du dispositif de régulation sur le serrage hydraulique (45) de la dite dernière cage (4) du laminoir tandem.

9) Dispositif de régulation de l'épaisseur de la bande (B) à la sortie d'une installation de laminage comportant

au moins deux cages (1, 2, 3, 4, ...) fonctionnant en tandem, équipées de moyens de serrage réglables (15, 25, 35, 45, ...) des cylindres de laminage, comportant des moyens à commande hydraulique (45) sur au moins la dernière cage, l'installation étant associée à un dispositif automatique de régulation de l'épaisseur de sortie et de la tension du produit (B) dans chaque espace entre deux cages successives , et à un dispositif général de contrôle des vitesses de l'ensemble des cages de laminoir, caractérisé par le fait que qu'il comporte au moins un circuit de compensation (R) des perturbations cycliques de l'épaisseur présentes dans la bande laminée (B), agissant en boucle fermée et en temps réel sur les moyens de serrage à commande hydraulique (45) en élaborant un signal de compensation (c) à partir du signal d'une jauge d'épaisseur (J₅).

10) Dispositif de régulation de l'épaisseur de la bande selon la revendication 9) caractérisé en ce que les défauts cycliques de l'épaisseur de la bande (B) ont pour origine des défauts mécaniques des cages (1, 2, 3, ...) du laminoir tandem.

11) Dispositif de régulation de l'épaisseur de la bande (B) selon l'une des revendications 9) ou 10) caractérisé en ce que les dispositifs de compensation comportent un circuit résonateur (R) accordé sur la fréquence du défaut cyclique à corriger.

12) Dispositif de régulation de l'épaisseur de la bande (B) selon l'une des revendications 9) ou 10) caractérisé en ce que les dispositifs de compensation de différents défauts cycliques comportent des circuits résonateurs accordés chacun sur la fréquence de l'un des défauts cycliques à corriger.

13) Dispositif de régulation de l'épaisseur de la bande (B) selon l'une quelconque des revendications 9) à

12) caractérisé en ce que les dispositifs de compensation des défauts cycliques de la cage de rang i agissent sur le serrage hydraulique (45) de la première cage située en aval de ladite cage de rang i équipée de tels moyens de réglage du serrage des cylindres de laminage ainsi que d'une jauge d'épaisseur en sortie de la dite cage de laminoir située en aval de la dite cage de rang i .

14) Dispositif de régulation de l'épaisseur de la bande (B) selon l'une quelconque des revendications 9) à 12) caractérisé en ce que des dispositifs (R) de compensation des défauts cycliques des premières cages (1, 2, 3, ...) du laminoir tandem agissent tous sur le dispositif de serrage hydraulique (45) de la dernière cage du laminoir tandem en utilisant le signal de la jauge d'épaisseur (J_5) de sortie du laminoir tandem et comportent des circuits résonateurs (R) accordés sur la fréquence du défaut cyclique de chacune des premières cages du laminoir tandem à compenser.

15) Dispositif de régulation de l'épaisseur de la bande (B) selon la revendication 14) caractérisé en ce que le circuit résonateur (R) comporte un analyseur de Fourier (100, 101, 102, ...105) fonctionnant en temps réel sur la fréquence fondamentale du signal de la jauge d'épaisseur (J_5).

16) Dispositif de régulation de l'épaisseur de la bande (B) selon l'une des revendications 14) ou 15) caractérisé en ce que l'on dispose d'un circuit résonateur (R) comportant un analyseur de Fourier (100, 101, 102, ...105) fonctionnant en temps réel sur la fréquence fondamentale du signal de la jauge d'épaisseur (J_5) et d'autres circuits résonateurs similaires comportant chacun un analyseur de Fourier fonctionnant en temps réel sur chaque harmonique du signal de la jauge d'épaisseur (J_5) dans la décomposition de Fourier.

17) Installation de laminage comportant au moins deux cages de laminoir (1, 2, ...) fonctionnant en tandem, équipées de moyens de serrage réglables (15, 25, 35, ...) des cylindres de laminage, l'installation étant associée à un dispositif automatique de régulation de l'épaisseur de sortie et de la tension du produit (B) dans chaque espace entre deux cages successives , et à un dispositif général de contrôle des vitesses de l'ensemble des cages de laminoir, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens à commande hydraulique (45) sur au moins la dernière cage de laminage pour le serrage des cylindres et au moins un circuit de compensation (R) des perturbations cycliques de l'épaisseur présentes dans la bande laminée (B), agissant en boucle fermée sur les moyens de serrage à commande hydraulique.

18) Installation de laminage selon la revendication 17) caractérisée en ce qu'elle comporte au moins une jauge d'épaisseur de sortie (J_5) fournissant le signal de mesure utilisé par les circuits de compensations

1/3

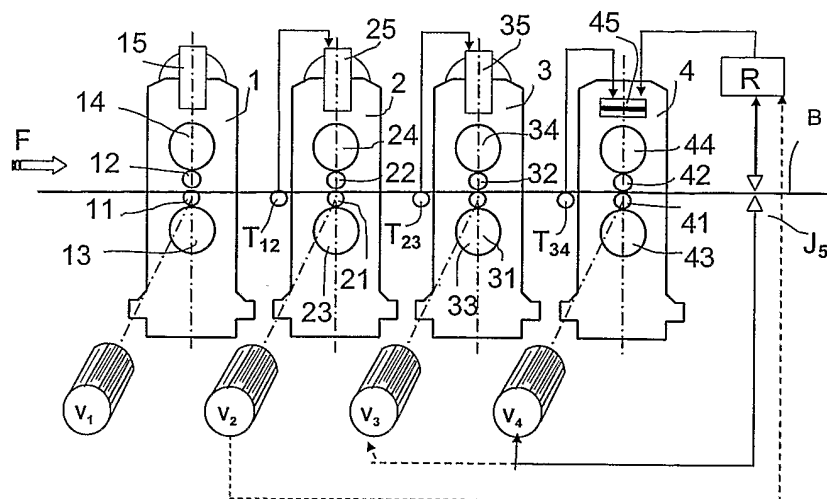


Fig. 1

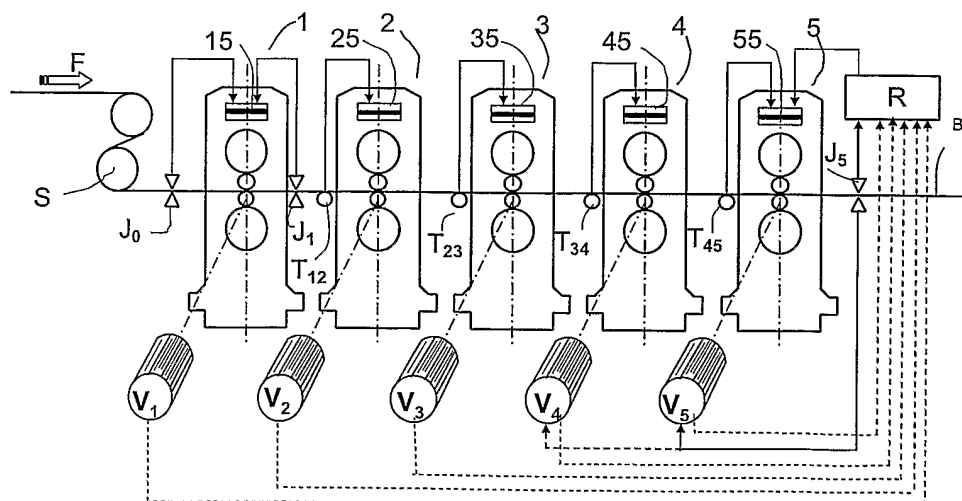


Fig. 2

2/3

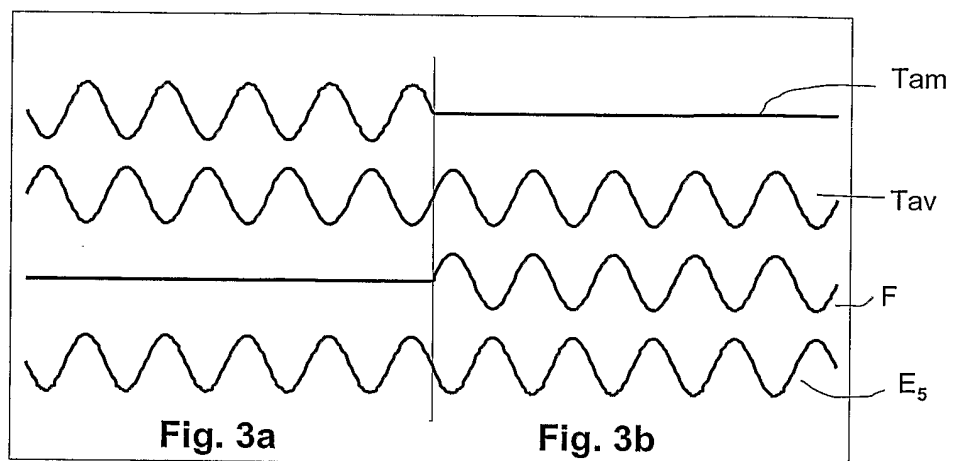


Fig.3

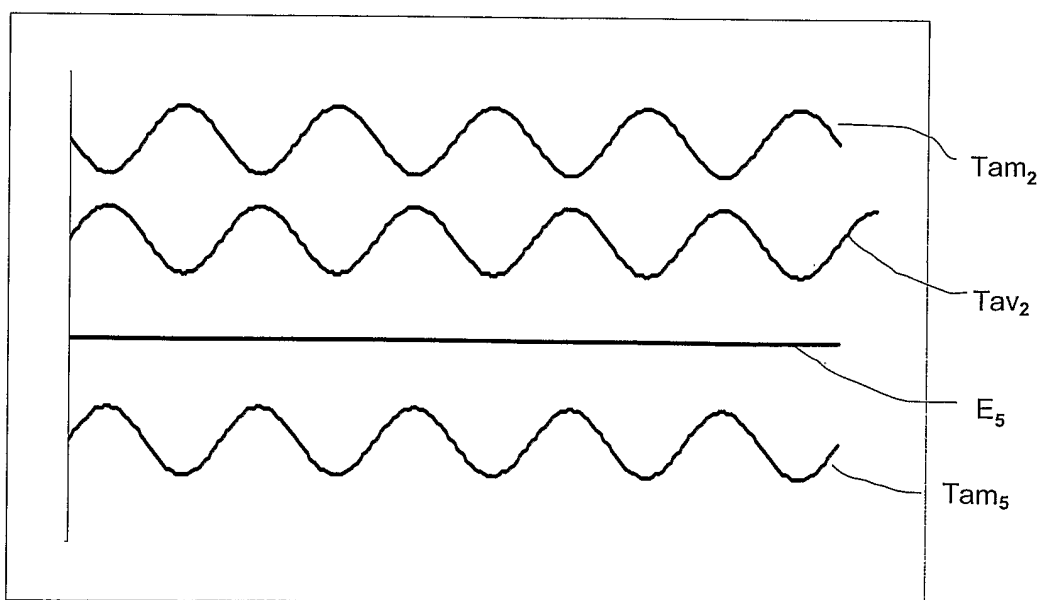


Fig.4

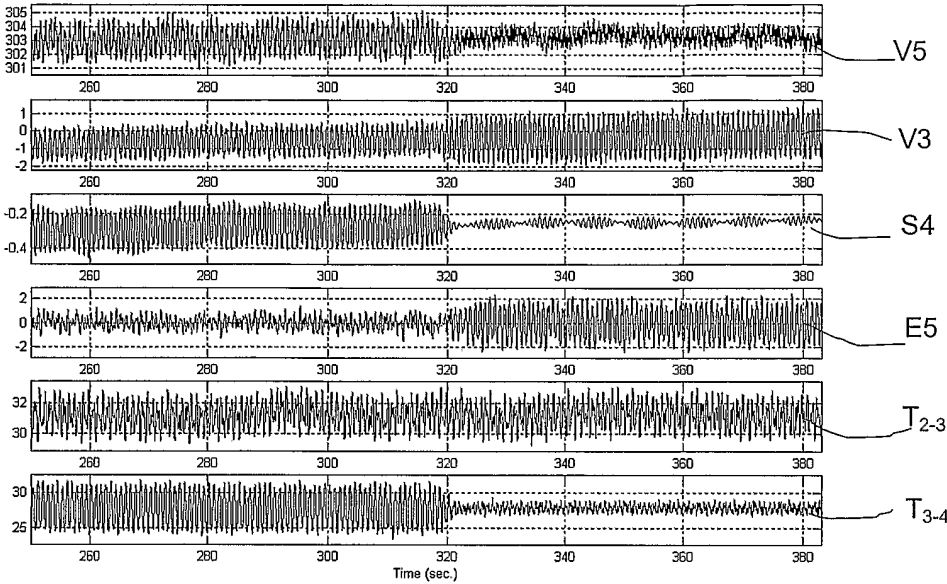


Fig. 5a

Fig. 5b

Fig. 5

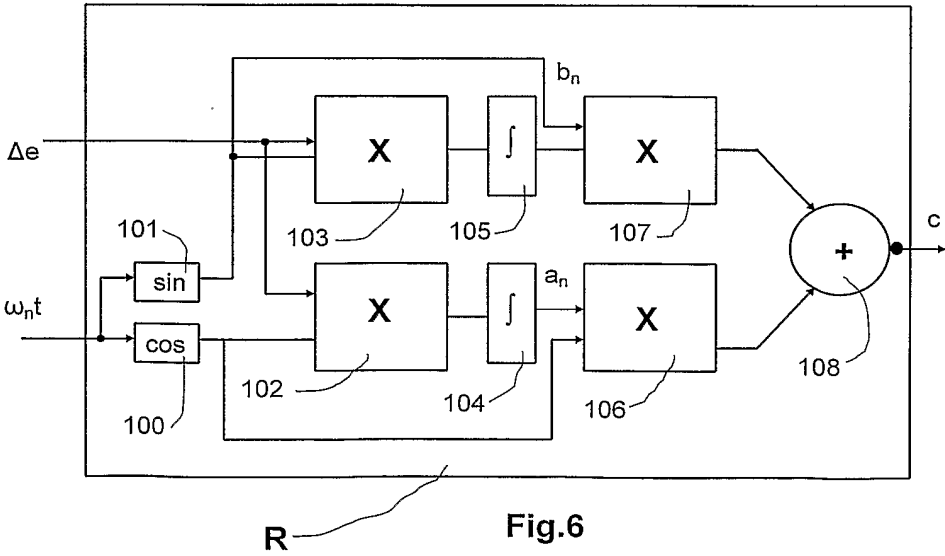


Fig.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2006/001199

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B21B37/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 079 (M-1557), 9 February 1994 (1994-02-09) -& JP 05 293523 A (KAWASAKI STEEL CORP), 9 November 1993 (1993-11-09) abstract -----	1-18
Y	US 2004/221633 A1 (ABI-KARAM MICHEL) 11 November 2004 (2004-11-11) figure 1 -----	1-18
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 04, 30 April 1997 (1997-04-30) & JP 08 323408 A (KAWASAKI STEEL CORP; HITACHI LTD), 10 December 1996 (1996-12-10) abstract ----- -/--	15,16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 October 2006

Date of mailing of the international search report

20/10/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Forciniti, Marco

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2006/001199

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 495 735 A (NISHIMURA ET AL) 5 March 1996 (1996-03-05) abstract; figure 1 -----	1-18
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 178 (M-1110), 8 May 1991 (1991-05-08) & JP 03 042109 A (HITACHI LTD), 22 February 1991 (1991-02-22) abstract -----	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2006/001199

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 05293523	A	09-11-1993	JP 3171212 B2	28-05-2001
US 2004221633	A1	11-11-2004	EP 1466675 A1	13-10-2004
			FR 2853570 A1	15-10-2004
			JP 2005095975 A	14-04-2005
JP 08323408	A	10-12-1996	NONE	
US 5495735	A	05-03-1996	NONE	
JP 03042109	A	22-02-1991	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2006/001199

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B21B37/16

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
B21B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 079 (M-1557), 9 février 1994 (1994-02-09) -& JP 05 293523 A (KAWASAKI STEEL CORP), 9 novembre 1993 (1993-11-09) abrégé	1-18
Y	US 2004/221633 A1 (ABI-KARAM MICHEL) 11 novembre 2004 (2004-11-11) figure 1	1-18
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 04, 30 avril 1997 (1997-04-30) & JP 08 323408 A (KAWASAKI STEEL CORP; HITACHI LTD), 10 décembre 1996 (1996-12-10) abrégé	15,16
	----- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

11 octobre 2006

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

20/10/2006

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Forciniti, Marco

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2006/001199

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 495 735 A (NISHIMURA ET AL) 5 mars 1996 (1996-03-05) abrégé; figure 1 -----	1-18
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 178 (M-1110), 8 mai 1991 (1991-05-08) & JP 03 042109 A (HITACHI LTD), 22 février 1991 (1991-02-22) abrégé -----	1-18

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2006/001199

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 05293523	A	09-11-1993	JP 3171212 B2	28-05-2001
US 2004221633	A1	11-11-2004	EP 1466675 A1	13-10-2004
			FR 2853570 A1	15-10-2004
			JP 2005095975 A	14-04-2005
JP 08323408	A	10-12-1996	AUCUN	
US 5495735	A	05-03-1996	AUCUN	
JP 03042109	A	22-02-1991	AUCUN	