

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 867 245 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
30.09.1998 Bulletin 1998/40

(51) Int. Cl.⁶: B22D 11/06

(21) Numéro de dépôt: 98470003.9

(22) Date de dépôt: 20.01.1998

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeurs:
• Damasse, Jean-Michel
57000 Metz (FR)
• Salvado, Olivier,
Cabinet Ballot Schmit
57000 Metz (FR)

(30) Priorité: 22.01.1997 FR 9700808

(71) Demandeurs:
• USINOR
92800 Puteaux (FR)
• Thyssen Stahl Aktiengesellschaft
47166 Duisburg (DE)

(74) Mandataire:
Ballot, Paul Denis Jacques
Cabinet Ballot-Schmit,
18, Place du Forum
57000 Metz (FR)

(54) Procédé de régulation de la vitesse de rotation des cylindres lors d'une opération de coulée continue entre cylindres

(57) Procédé de régulation de la vitesse de rotation des cylindres pour une installation de coulée continue entre cylindres, la dite installation comportant deux cylindres (1) et (2), définissant entre eux un col situé dans le plan des axes des cylindres. On régule la vitesse de rotation de chaque cylindre sur un paramètre représentatif de la différence des vitesses tangentielles au col de chaque cylindre, de manière que les vitesses tangentielles au col des deux cylindres soient égales.

Préférentiellement, le paramètre représentatif est une différence des vitesses périphériques mesurées V_{t1} et V_{t2} en un point de mesure distant du col.

Selon un autre mode de réalisation, le paramètre représentatif est élaboré à partir de la mesure d'un écart de couple entre la valeur des couples d'entraînements respectifs de chaque cylindre.

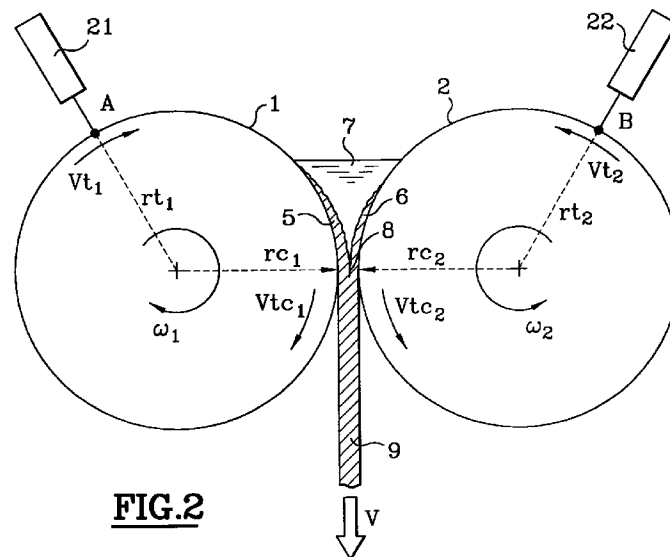


FIG. 2

EP 0 867 245 A1

Description

La présente invention concerne la coulée continue entre cylindres de produits métalliques minces, tels que des bandes en acier. Elle concerne plus particulièrement un procédé de régulation de la vitesse de rotation des cylindres.

Le procédé de coulée continue entre cylindres, connu en soi, consiste à déverser un métal en fusion dans un espace de coulée, défini entre deux cylindres d'axes parallèles et entraînés en rotation de sens contraire. Le métal se solidifie au contact des parois refroidies des cylindres, formant ainsi des peaux de métal solidifiées qui sont entraînées par les cylindres et se rejoignent au niveau du col entre les cylindres, situé dans le plan des axes des cylindres, pour former une bande de métal qui est extraite en continu vers le bas.

Classiquement, les cylindres sont entraînés en rotation avec des vitesses de rotation respectivement égales et la bande sort en dessous du col perpendiculairement au plan des axes des cylindres. On connaît déjà, par le document FR-A-2 728 817, une méthode selon laquelle on fait varier la vitesse des cylindres, et donc la vitesse de défilement de bande, en fonction de l'effort d'écartement des cylindres, pour adapter la durée de contact du métal coulé avec les parois des cylindres et donc jouer sur le taux de solidification des peaux solidifiées, afin de maintenir le plus constant possible l'écartement entre les cylindres, encore appelé entrefer. Un tel procédé vise essentiellement à éviter des variations longitudinales d'épaisseur de la bande.

Dans d'autres cas, la bande est maintenue en contact avec un premier cylindre après son passage au col, sur une certaine longueur d'arc, afin d'accroître la durée du refroidissement de la bande au contact de la paroi froide du cylindre. Il est alors connu, comme le décrit le document JP-A-2 290 651, d'entraîner le deuxième cylindre (celui au contact duquel la bande ne reste pas) à une vitesse supérieure à celle du premier cylindre, pour tenir compte du fait de la courbure de la bande en dessous du col et de l'épaisseur de la bande coulée. Le cintrage de la bande sur le premier cylindre provoque une variation de la longueur des faces de la bande de telle sorte que la face de la bande située du côté du deuxième cylindre, appelée extrados, a une longueur supérieure à celle de la face située du côté du premier cylindre. En conséquence, sa vitesse linéaire doit donc être supérieure pour éviter l'apparition des fissurations ou des criques sur les peaux de la bande. Le document précité propose de plus de régler la vitesse du deuxième cylindre en fonction des variations d'épaisseur de la bande de manière que la vitesse linéaire de l'extrados de la bande, qui est déterminée par la vitesse périphérique du deuxième cylindre, soit toujours telle que les deux peaux aient la même vitesse angulaire.

Quel que soit le cas, mais en particulier lorsqu'il n'y a plus aucun contact de la bande avec les deux cylin-

dres en dessous du col, des défauts de surface peuvent cependant apparaître, dus à des problèmes de variations de vitesse d'entraînement qui ne sont pas identiques pour les deux faces de la bande. Les problèmes ont notamment pour origine les déformations géométriques des cylindres, qui peuvent provoquer, à vitesse de rotation constante, des variations des vitesses périphériques non identiques pour les deux cylindres, et donc des différences entre les vitesses d'entraînement respectives des deux peaux en cours de solidification. De telles différences sont susceptibles de provoquer une dégradation de la qualité de la bande coulée, qui est par exemple sujette à l'apparition de criques, ou encore de dégrader l'état de surface des cylindres suite aux glissements qui peuvent se produire entre une peau solidifiée et la surface du cylindre correspondant.

La présente invention a pour but de résoudre ces problèmes. Elle vise en particulier à réguler la vitesse de rotation des cylindres de manière que leurs vitesses tangentielles au niveau du col soient exactement égales en permanence, malgré les déformations géométriques des cylindres, que ces déformations soient d'origine thermique ou mécanique. Elle vise aussi à éviter l'apparition de contraintes de cisaillement dans la bande, qui pourraient être engendrées par des vitesses tangentielles différentes sur chaque cylindre au niveau du col, et à éviter la dégradation de l'état de surface des cylindres, consécutive à un glissement de la peau de bande sur les cylindres, préjudiciable à la qualité du produit fini.

Avec ces objectifs en vue, l'invention a pour objet un procédé de régulation de la vitesse de rotation des cylindres, lors d'une opération de coulée dans une installation de coulée continue entre cylindres, la dite installation comportant deux cylindres d'axes parallèles définissant entre eux un col situé dans le plan des axes des cylindres, ce procédé étant caractérisé en ce que l'on asservit la vitesse de rotation de chaque cylindre à un paramètre représentatif de sa vitesse tangentielle au col, de manière que les vitesses tangentielles au col des deux cylindres soient égales.

L'invention permet donc d'assurer une exacte égalité des vitesses tangentielles au col des deux cylindres, et donc des vitesses d'entraînement égales pour les deux faces de la bande coulée. Du fait que ces vitesses tangentielles au col ne peuvent pas être pratiquement directement mesurées, l'invention utilise pour déterminer ces vitesses un paramètre qui en est représentatif.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, le paramètre représentatif de la vitesse tangentielle au col est une vitesse tangentielle V_t mesurée en un point de mesure distant du col, la vitesse tangentielle au col étant fonction de la vitesse tangentielle mesurée V_t par la relation : $V_c - V_t = \omega \cdot (r_c - r_t)$, où ω est la vitesse angulaire de rotation du cylindre, r_c est le rayon au niveau du col et r_t est le rayon au point de mesure, ($r_c - r_t$) étant déterminé par un calcul de la déformation de la paroi du cylindre entre le point de mesure et le col.

Dans ce mode de réalisation, on calcule donc la vitesse tangentielle au col, à partir de la vitesse tangentielle mesurée à distance du col, en un point où la surface du cylindre est accessible et où une telle mesure est donc pratiquement possible. Pour ce calcul, on utilise un modèle pré-établi des déformations subies par la paroi du cylindre entre le point de mesure et le col. L'homme du métier pourra établir un tel modèle de déformation par une modélisation mathématique, et en se basant sur des résultats expérimentaux de mesures de la déformation de la paroi du cylindre soumis aux conditions de contraintes mécaniques et thermiques rencontrées lors de la coulée. On pourra notamment se reporter au document FR-A-2 726 210, qui expose un procédé de détermination, en continu au cours d'une coulée, de l'entrefer entre les cylindres, à partir de diverses mesures de la position de différents points de la surface du cylindre. A partir des résultats des mesures de vitesse tangentielle à distance du col, et ceci pour chaque cylindre, on peut donc réguler la vitesse de rotation de chaque cylindre de manière que les vitesses tangentielles au col des deux cylindres restent égales.

Toujours selon ce premier mode de réalisation de l'invention, le procédé de régulation comprend les étapes suivantes:

(A) - pour chaque cylindre :

- (a) - On mesure la vitesse périphérique Vt_1 , respectivement Vt_2 , du cylindre considéré, en un point de mesure distant du col,
- (b) - on calcule la déformation de la paroi de ce cylindre entre le point de mesure et le col afin de déterminer la différence rc_1-rt_1 , respectivement rc_2-rt_2 , de longueur des rayons entre le dit point de mesure et le col,
- (c) - on mesure la vitesse de rotation ω_1 , respectivement ω_2 , du cylindre,
- (d) - on calcule une valeur de la vitesse tangentielle au col par la relation :
 $Vtc_1 = \omega_1 * (rc_1 - rt_1) + Vt_1$, respectivement
 $Vtc_2 = \omega_2 * (rc_2 - rt_2) + Vt_2$, et

(B) - on compare les valeurs des vitesses tangentielles au col Vtc_1 , Vtc_2 des deux cylindres et, si la différence n'est pas nulle, on ajuste la vitesse de rotation d'un des deux cylindres pour obtenir l'égalité, pour chaque cylindre, des valeurs calculées des vitesses tangentielles au col Vtc_1 et Vtc_2 .

Donc, grâce au procédé, on peut ajuster avec précision, au cours du processus de fabrication, les vitesses de rotation de chaque cylindre s'il apparaît une dérive pour obtenir ainsi un produit de qualité uniforme.

Selon un deuxième mode de réalisation, le paramètre représentatif de la différence des vitesses tangentielles au col de chaque cylindre est élaboré à partir de la mesure d'un écart de couple entre la valeur des cou-

ples d'entraînements respectifs de chaque cylindre. Plus précisément, on utilise alors un paramètre représentant la différence entre les couples d'entraînement des deux cylindres. En pratique, chaque cylindre étant généralement entraîné en rotation par un moteur électrique spécifique, on utilisera préférentiellement une mesure de l'intensité I_1 et I_2 du courant électrique de chaque moteur, des variations de la différence des valeurs des intensités des deux moteurs étant représentatives de variations de la différence entre les couples d'entraînement des deux cylindres.

Le principe de cette deuxième variante de réalisation est basé sur l'explication suivante :

Au cours de la coulée, les deux cylindres sont normalement entraînés à des vitesses de rotation respectives telles que leurs vitesses linéaires périphériques soient égales. Il se peut que les couples d'entraînement ne soient cependant pas égaux, du fait par exemple des caractéristiques propres de la chaîne cinématique d'entraînement de chaque cylindre. Par exemple, des caractéristiques d'inertie ou de frottement différentes pour les deux cylindres peuvent faire que les couples moteurs soient différents pour obtenir des vitesses égales. En cours de coulée, la vitesse tangentielle au col d'un cylindre détermine la vitesse de la peau de la bande solidifiée au contact de ce cylindre. Si les vitesses tangentielles au col des deux cylindres sont égales, l'un quelconque des cylindres n'a pas d'influence sur l'autre, du point de vue de la vitesse et du couple d'entraînement en rotation. Par contre, si la vitesse tangentielle d'un premier des cylindres tend à être supérieure à celle du deuxième cylindre, le premier cylindre exerce un effort d'entraînement de la bande qui se transmet à l'autre cylindre par la matière de la bande qui est solidifiée au moins partiellement au niveau du col. Le deuxième cylindre se trouve alors en quelque sorte entraîné par frottement par le premier cylindre, via la bande coulée. Il en résulte une diminution du couple propre nécessaire à l'entraînement en rotation du deuxième cylindre, corrélativement avec une augmentation du couple moteur du premier cylindre.

Dans son deuxième mode de mise en oeuvre, le procédé selon l'invention exploite l'écart des couples ainsi créé, c'est à dire la variation de la part de chaque couple par rapport à la somme des couples moteurs des deux cylindres, comme paramètre représentatif d'une différence entre les vitesses tangentielles au col des deux cylindres.

Pour réaliser ce second mode de réalisation de l'invention, le procédé comprend, dans une première variante, les étapes suivantes:

- on mesure l'intensité I_1 et I_2 des courants qui alimentent respectivement les moteurs d'entraînement des deux cylindres,
- on calcule la différence des courants I_1-I_2 ,
- on compare la différence des courants I_1-I_2 à une valeur de réglage δ_i , et si la différence n'est pas

nulle, on applique aux vitesses de rotation des deux cylindres une correction déterminée à partir de l'écart entre I_1 - I_2 et δi .

Selon cette variante, il est alors possible de réguler la vitesse de rotation des cylindres de manière que l'écart des couples reste constant et égal à un écart de référence, défini par exemple par des mesures de couples effectuées à vide, c'est à dire hors coulée, dans des conditions assurant des vitesses tangentielles au col égales pour les deux cylindres.

Pour réaliser également ce second mode de réalisation de l'invention, on peut aussi effectuer, selon une deuxième variante, les étapes suivantes :

- on mesure l'intensité I_1 et I_2 des courants qui alimentent respectivement les moteurs d'entraînement des deux cylindres,
- on calcule la somme I_1+I_2 ,
- on calcule les ratios $I_1/(I_1+I_2)$ et $I_2/(I_1+I_2)$,
- on compare les deux ratios à une valeur de réglage pour caractériser l'importance de la dérive de chaque courant I_1 et I_2 , en conséquence de quoi, on ajuste la vitesse de rotation de chaque cylindre 1 et 2.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description qui va suivre de deux modes de réalisation de l'invention.

On se reportera également aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'une installation de coulée continue entre cylindres de bandes minces en acier, de type connu en soi, montrant une implantation possible des capteurs de mesure de la vitesse tangentielle des cylindres, pour la mise en oeuvre du premier mode de réalisation ;
- la figure 2 est une vue schématique en coupe de la zone de l'espace de coulée, illustrant la formation des peaux solidifiées et leur jonction au niveau du col ;
- la figure 3 est une vue schématique de l'installation montrant un circuit de régulation utilisé pour la mise en oeuvre du deuxième mode de réalisation.

L'installation de coulée continue représentée figure 1 comporte un châssis 3 supportant un cylindre 1 qui tourillonne dans des paliers liés au châssis 3. Le cylindre 1 est entraîné en rotation par un moteur électrique d'entraînement 10. Un cylindre 2, d'axe sensiblement parallèle au cylindre 1, tourillonne également dans des paliers liés à un support mobile 4, le dit support étant guidé en translation sur le châssis 3, dans une direction transversale à l'axe des cylindres. Le cylindre 2 est également entraîné en rotation par un moteur électrique d'entraînement 11. Des vérins, qui ne sont pas repré-

sentés et qui sont liés au support mobile 4, permettent de fournir un effort de réaction contraire à la poussée générée par le produit coulé sur chaque cylindre.

Comme le montre la figure 2, le métal en fusion 7 est déversé entre les cylindres 1 et 2 et se solidifie au contact des parois refroidies de chaque cylindre. Des peaux 5 et 6 de métal solidifié se forment et se rejoignent au niveau du col 8, situé dans le plan des axes des cylindres 1 et 2. La bande de métal 9 ainsi formée est ensuite extraite en continu vers le bas, entraînée par la rotation des cylindres 1 et 2.

On recherche à maintenir la vitesse de rotation de chaque cylindre de sorte que leurs vitesses tangentielles soient égales. Mais, pendant le processus de coulée continue, les cylindres se dilatent sous l'effet de la chaleur. La déformation qui en résulte pour une zone donnée de la surface du cylindre est variable au cours de la rotation, du fait qu'il y a échauffement lorsque cette zone est en contact avec le métal coulé, et refroidissement par ailleurs, provoquant ainsi, à vitesse de rotation égale, des variations significatives de la vitesse tangentielle.

On asservit la vitesse de rotation de chaque cylindre à un paramètre représentatif de la différence des vitesses tangentielles au col de chaque cylindre pour s'affranchir de telles variations.

Selon le premier mode de réalisation de l'invention, ce paramètre représentatif est une vitesse périphérique V_{t1} , V_{t2} qui est mesurée sur chaque cylindre en un point de mesure A, B, distant du col. Par exemple, les vitesses périphériques V_{t1} et V_{t2} pourront être mesurées par des dispositifs de mesure à rayon laser 21, 22.

Pour chaque cylindre, on mesure la vitesse périphérique V_t et on calcule la vitesse V_{tc} par la relation suivante : $V_{tc}-V_t=\omega*(r_c-r_t)$, ou ω est la vitesse de rotation du cylindre, r_c est le rayon au niveau du col et r_t est le rayon au point de mesure choisi.

La différence des rayons (r_c-r_t) est déterminée par un calcul de la déformation de la paroi du cylindre, basé sur des résultats expérimentaux de mesure et une modélisation de la déformation du cylindre.

Dans la mesure où la dite modélisation permet de déterminer les variations de déformation sur toute la périphérie du cylindre, la mesure de vitesse périphérique pourra être effectuée en tout point accessible en cours de coulée, par exemple à 135° du col comme représenté figures 1 et 2, ou encore à 180° du col.

Ensuite, après avoir mesuré le paramètre représentatif pour chaque cylindre 1 et 2, on élabore les consignes de vitesse tangentielle calculées pour réguler la vitesse de rotation de manière que les vitesses tangentielles au col soient égales.

La figure 3 présente un autre mode de réalisation dans lequel le paramètre représentatif est une différence des vitesses tangentielles au col de chaque cylindre, élaborée à partir de la mesure d'un écart de couple entre la valeur des couples des moteurs d'entraînements 10 et 11 de chaque cylindre.

L'installation de coulée continue comporte des moyens de mesure 12 et 13, tel que des capteurs de courant à effet Hall, qui mesurent les intensités I_1 et I_2 des courants respectifs des moteurs d'entraînement 10 et 11. Les valeurs mesurées des courants I_1 et I_2 sont des images des valeurs des couples fournis par chaque

moteur 10, 11 et donc des couples d'entraînement des cylindres.

En conséquence, dans la mesure où les cylindres ont sensiblement le même diamètre, l'apparition d'une différence importante entre les courants mesurés I_1 et I_2 signale un déséquilibre des couples d'entraînement.

Les valeurs mesurées des courants I_1 et I_2 sont introduites dans un circuit de régulation 14 qui permet d'appliquer, à chaque cylindre, une correction sur des consignes prédéterminées de vitesse.

Ce circuit de régulation comprend un soustracteur 15 permettant d'obtenir $I_1 - I_2$. Ensuite, un soustracteur 16 soustrait à la sortie du soustracteur 15 une valeur de réglage δi prédéterminée. La détermination d'une telle valeur de réglage δi est nécessaire pour tenir compte du fait que, même dans des conditions idéales où les vitesses au col seraient égales et où la force d'entraînement des deux peaux solidifiées seraient aussi égales, une différence entre les intensités I_1 et I_2 peut exister, du fait que les caractéristiques des chaînes cinématiques des deux cylindres ne peuvent être pratiquement absolument identiques.

La valeur de réglage δi est par exemple déterminée avant la coulée, par une mesure à vide, c'est à dire hors coulée, des intensités I_1 et I_2 de chaque moteur, dans des conditions telles que les vitesses tangentielles aux cols soient égales. On pourra par exemple procéder à cette mesure en pressant entre les cylindres une bande, par exemple en caoutchouc suffisamment résistant, et en entraînant les cylindres en rotation, recréant ainsi des conditions proches des conditions de coulée mais sans être soumis à des fluctuations dues à des déformations thermiques des cylindres.

La sortie du soustracteur 16 est reliée à un régulateur 19 qui fournit un signal de correction ΔV à deux comparateurs 17, 18. Ces comparateurs reçoivent également un signal de consigne de vitesse V_0 , correspondant à la vitesse moyenne V souhaitée de la bande.

Le comparateur 17 est un soustracteur qui détermine la vitesse de rotation V_1 du premier cylindre en soustrayant la correction de vitesse ΔV à la consigne V_0 . Le comparateur 18 est un additionneur qui détermine la vitesse de rotation V_2 du deuxième cylindre en additionnant la correction de vitesse ΔV à la consigne V_0 . Ainsi la correction de vitesse agit sur les deux cylindres dans des sens opposés, sans modification de la vitesse moyenne souhaitée.

En cours de coulée, divers phénomènes propres au processus de coulée peuvent entraîner des modifications de l'équilibrage optimal des couples d'entraînement des cylindres. Pour en tenir compte, on pourra aussi déterminer un δi initial par des mesures des inten-

sités I_1 et I_2 effectuées en début de coulée, lors des premiers tours des cylindres, en considérant alors que les vitesses tangentielles au col sont égales. Par la suite, en cours de coulée, la valeur de δi pourra être corrigée et optimisée en tenant compte des mesures de I_1 , I_2 et de leurs évolutions, en traitant ces données de manière statistique. La valeur de de réglage δi pourra aussi être corrigée manuellement ou automatiquement, en fonction de la détection éventuelle de criques ou autres défauts apparaissant sur la bande.

Le circuit de régulation 14 calcule ainsi deux valeurs corrigées V_1 et V_2 de la vitesse de rotation, tenant compte d'un écart entre δi et $I_1 - I_2$.

Les valeurs des consignes de vitesses V_1 et V_2 ainsi calculées, présentes sur les sortie respectives de l'additionneur 18 et du soustracteur 17, sont envoyées à chaque moteur 10 et 11 afin d'équilibrer au mieux les couples de chacun des moteurs 10 et 11.

Selon une variante de réalisation, au lieu de comparer la différence des intensités mesurées à une valeur de réglage δi , on pourra de manière équivalente, calculer la somme $I_1 + I_2$, les ratios $I_1 / (I_1 + I_2)$, $I_2 / (I_1 + I_2)$ et comparer ces ratios à des valeurs prédéterminées. Dans ce cas, les différents ratios représentent la part de chaque moteur d'entraînement dans la puissance globale nécessaire à l'entraînement de la bande à la vitesse de coulée V .

L'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui a été décrit ci-dessus uniquement à titre d'exemple.

En particulier, la valeur des couples d'entraînement de chaque cylindre pourrait être déterminée par d'autres moyens que les capteurs de mesure des intensités des moteurs, par exemple par des capteurs de couple placés directement sur les arbres des d'entraînement des cylindres.

Egalement, la mesure de vitesse périphérique, dans le cas du premier mode de réalisation de l'invention, pourra être effectuée par des moyens autres que le capteur à rayon laser, mais cependant des capteurs de mesure sans contact.

Revendications

1. Procédé de régulation de la vitesse de rotation des cylindres, lors d'une opération de coulée dans une installation de coulée continue entre cylindres, la dite installation comportant deux cylindres (1, 2) d'axes parallèles définissant entre eux un col (8) situé dans le plan des axes des cylindres, caractérisé en ce que l'on asservit la vitesse de rotation de chaque cylindre à un paramètre représentatif de la différence des vitesses tangentielles au col (V_{tc1} , V_{tc2}) de chaque cylindre, de manière que les vitesses tangentielles au col des deux cylindres soient égales.
2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que le paramètre représentatif de la différence des

vitesse tangentielle au col de chaque cylindre est une différence des vitesses périphériques mesurées (V_t), pour chaque cylindre, en un point de mesure (A, B) distant du col, la vitesse tangentielle au col (V_{tc}) étant fonction, pour chaque cylindre, de la vitesse périphérique mesurée (V_t) par la relation : $V_{tc} - V_t = \omega * (r_c - r_t)$, où ω est la vitesse de rotation du cylindre, r_c est le rayon au niveau du col et r_t est le rayon au point de mesure, ($r_c - r_t$) étant déterminé par un calcul de la déformation de la paroi du cylindre entre le point de mesure et le col.

3. Procédé selon la revendication 2 caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

(A) - pour chaque cylindre :

- (a) - On mesure la vitesse périphérique (V_{t1} , respectivement V_{t2}) du cylindre (1, 2), en un point de mesure (A, B) distant du col,
 (b) - on calcule la déformation de la paroi du cylindre (1, 2) entre le point de mesure (A, B) et le col (8) afin de déterminer la différence de rayon ($r_{c1} - r_{t1}$, respectivement $r_{c2} - r_{t2}$),
 (c) - on mesure la vitesse de rotation (ω_1 , respectivement ω_2) du cylindre,
 (d) - on calcule une valeur de la vitesse tangentielle au col par la relation : $V_{tc1} = \omega_1 * (r_{c1} - r_{t1}) + V_{t1}$, respectivement $V_{tc2} = \omega_2 * (r_{c2} - r_{t2}) + V_{t2}$, et

(B) - on compare les valeurs calculées des vitesses tangentielles au col (V_{tc1} , respectivement V_{tc2}) et si la différence n'est pas nulle, on ajuste la vitesse de rotation d'un des deux cylindres pour obtenir l'égalité, pour chaque cylindre, des valeurs calculées des vitesses tangentielles au col (V_{tc1}) et (V_{tc2}).

4. Procédé selon la revendication 2 caractérisé en ce que l'on utilise un dispositif laser (21, 22) pour mesurer la valeur du paramètre représentatif en un point de mesure distant du col.

5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que pour déterminer la différence de longueur des rayons entre le point de mesure et le col, on utilise un modèle de calcul de la déformation du cylindre élaboré à partir de courbes expérimentales des déformations de la génératrice du cylindre entre le point de mesure et le col.

6. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que le paramètre représentatif de la différence des vitesses tangentielles au col de chaque cylindre est élaboré à partir de la mesure d'un écart de couple entre la valeur des couples d'entraînement respec-

tifs de chaque cylindre.

7. Procédé selon la revendication 6 caractérisé en ce que la valeur des couples est déterminée à partir de la mesure de l'intensité (I_1 , I_2) des courants respectifs de chaque moteur d'entraînement des cylindres (10) et (11).

8. Procédé selon la revendication 7 caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

- on mesure l'intensité (I_1) et (I_2) des courants qui alimentent les moteurs d'entraînement des cylindres (1, 2),
- on calcule la différence des courants ($I_1 - I_2$),
- on compare la différence des courants ($I_1 - I_2$) à une valeur de réglage (δi), et si la différence n'est pas nulle, on applique aux vitesses de rotation des deux cylindres une correction déterminée à partir de l'écart entre ($I_1 - I_2$) et (δi).

9. Procédé selon la revendication 7 caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

- on mesure l'intensité (I_1) et (I_2) des courants qui alimentent les moteurs d'entraînement des cylindres (1) et (2),
- on calcule la somme ($I_1 + I_2$),
- on calcule les ratios ($I_1 / (I_1 + I_2)$) et ($I_2 / (I_1 + I_2)$),
- on compare les deux ratios à une valeur de réglage pour caractériser l'importance de la dérive de chaque courant (I_1) et (I_2), en conséquence de quoi on ajuste la vitesse de rotation de chaque cylindre (1) et (2).

10. Procédé selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que la valeur de réglage est ajustable au cours du processus de coulée continue.

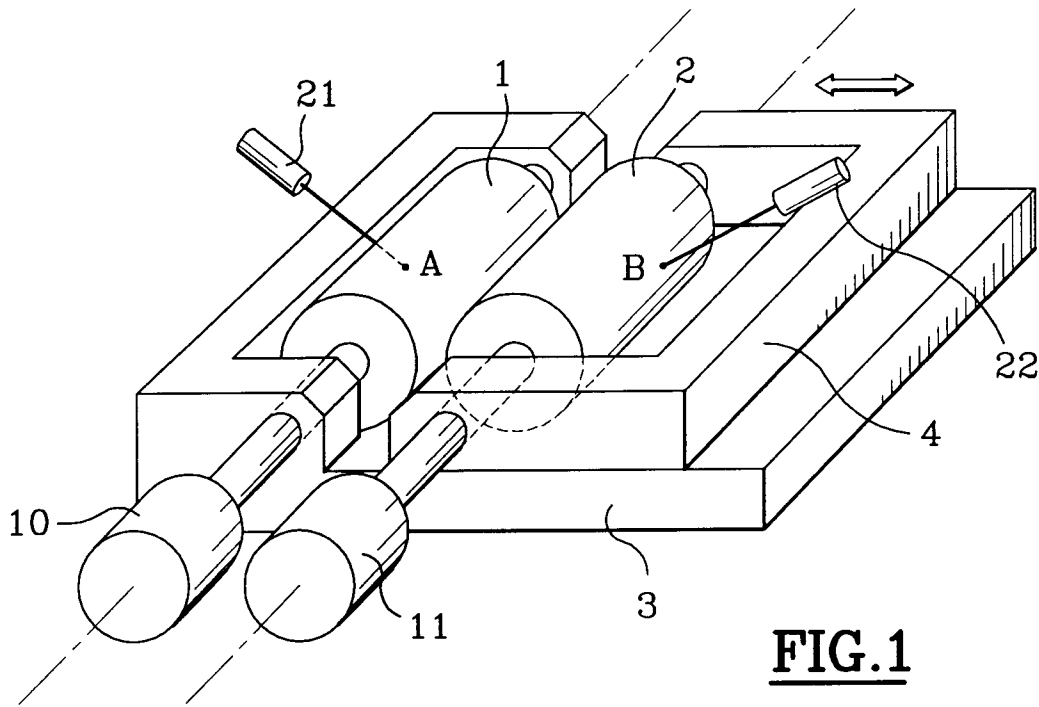


FIG. 1

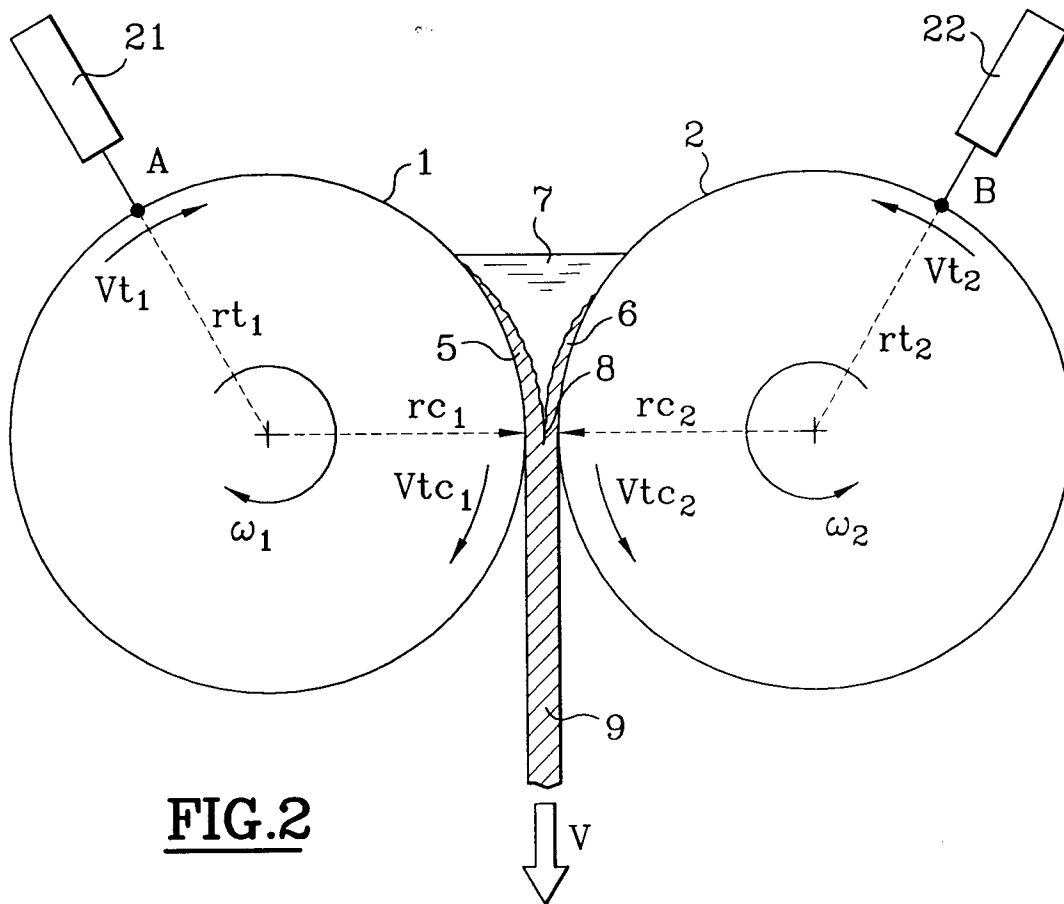


FIG. 2

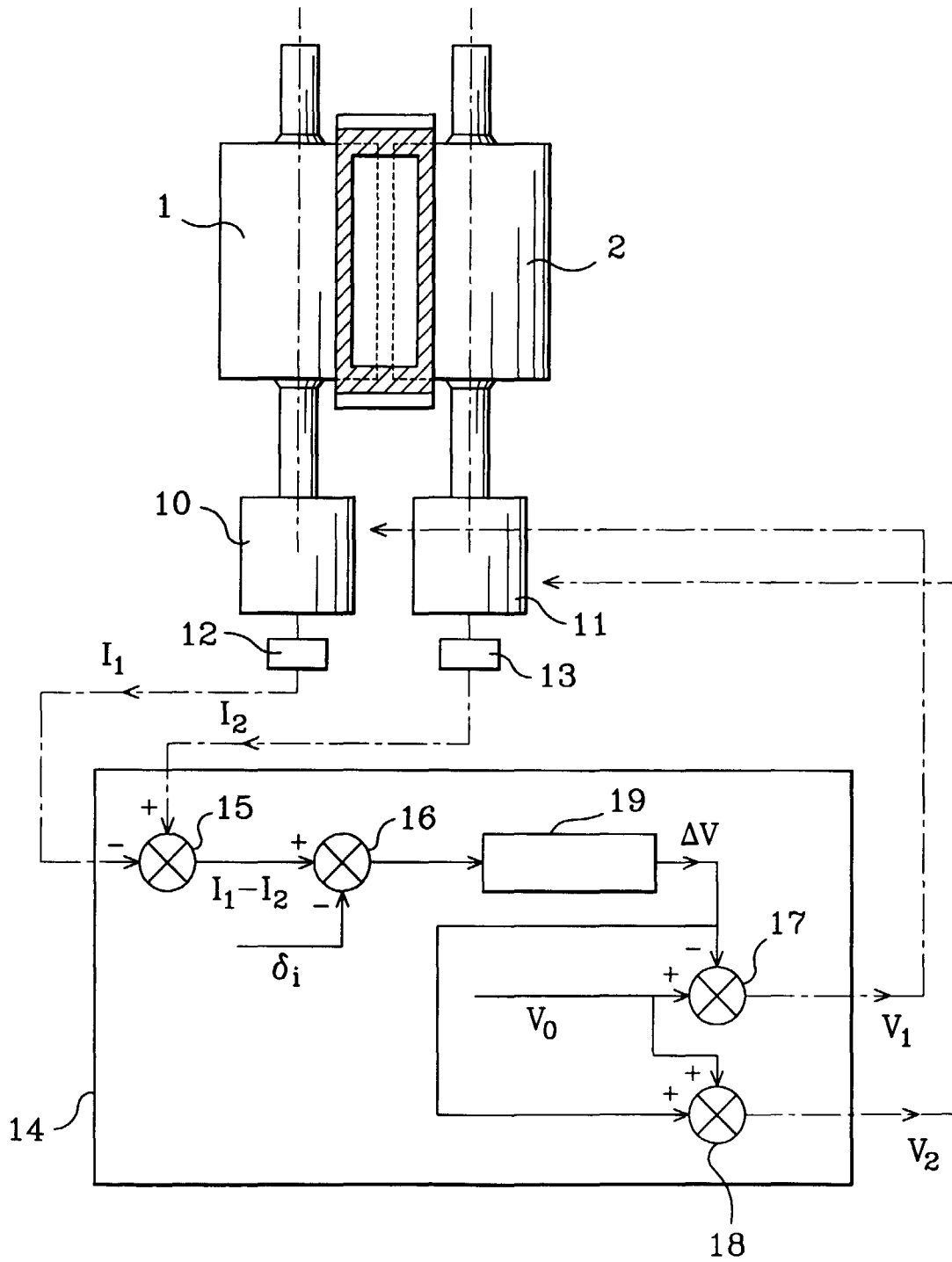


FIG.3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 98 47 0003

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	US 4 848 635 A (LAUENER WILHELM F ET AL., GERLAFINGEN, CH) 18 juillet 1989 * colonne 2, ligne 1 - ligne 31 * * figure 1 *	1-6	B22D11/06
D,A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 061 (M-1081), 13 février 1991 & JP 02 290651 A (NIPPON STEEL CORP;OTHERS: 01), 30 novembre 1990 * abrégé *	1-6	
A	--- EP 0 275 976 A (HUNTER ENG CO, RIVERSIDE, US) 27 juillet 1988 * colonne 1, ligne 46 - ligne 51 * * colonne 6, ligne 35 - ligne 56 * * figure 1 *	7-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B22D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		15 avril 1998	Peis, S
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03 A2 (F04C02)