



## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 30275 B1** (51) Cl. internationale : **B21B 1/26; B21B 1/46; B21B 27/10; B21B 37/00; B21B 45/02**
- (43) Date de publication : **02.03.2009**

- 
- (21) N° Dépôt : **31230**
- (22) Date de Dépôt : **10.09.2008**
- (30) Données de Priorité : **27.02.2006 US 11/362,682**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/AU2007/000227 27.02.2007**
- (71) Demandeur(s) : **NUCOR CORPORATION, 1915 Rexford Road, Charlotte North Carolina 28211 (US)**
- (72) Inventeur(s) : **BLEJDE, Walter ; ONDROVIC, Jay, Jon**
- (74) Mandataire : **SABA & CO**

- 
- (54) Titre : **BANDE DE COULEE A FAIBLE RUGOSITE DE SURFACE, PROCEDE ET APPAREIL POUR FABRIQUER LADITE BANDE.**
- (57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de formation d'une bande mince de coulée présentant au moins une microstructure sélectionnée dans le groupe constitué par la ferrite polygonale, la ferrite aciculaire, la ferrite de Widmanstätten, la bainite et la martinsite, une rugosité de surface inférieure à 1,5 microns Ra et une épaisseur de calamine inférieure à environ 10 microns, lequel procédé consiste à appliquer un mélange d'eau et d'huile sur les cylindres de travail du laminoir à chaud, à faire passer la bande mince de coulée à une température inférieure à 1 100 °C à travers le laminoir à chaud dont les cylindres de travail sont enduits du mélange d'huile et d'eau et à protéger la bande mince de coulée des cylindres de coulée à travers le laminoir à chaud dans une atmosphère contenant moins de 5 % d'oxygène pour former la bande mince de coulée.

ABREGE

L'invention concerne un procédé de formation d'une bande mince de coulée présentant au moins une microstructure sélectionnée dans le groupe constitué par la ferrite polygonale, la ferrite aciculaire, la ferrite de Widmanstätten, la bainite et la martinsite, une rugosité de surface inférieure à 1,5 microns Ra et une épaisseur de calamine inférieure à environ 10 microns, lequel procédé consiste à appliquer un mélange d'eau et d'huile sur les cylindres de travail du laminoir à chaud, à faire passer la bande mince de coulée à une température inférieure à 1 100 °C à travers le laminoir à chaud dont les cylindres de travail sont enduits du mélange d'huile et d'eau et à protéger la bande mince de coulée des cylindres de coulée à travers le laminoir à chaud dans une atmosphère contenant moins de 5 % d'oxygène pour former la bande mince de coulée.

**BANDE DE COULEE A FAIBLE RUGOSITE DE SURFACE, PROCEDE ET APPAREIL POUR FABRIQUER LADITE BANDE**

**CONTEXTE ET RESUME DE L'INVENTION**

5 Cette invention concerne une bande de coulée faite à l'aide d'un dispositif de coulée à deux cylindres, ainsi qu'un procédé et un appareil de fabrication d'une telle bande de coulée.

10 Dans un dispositif de coulée à deux cylindres, le métal fondu est introduit entre une paire de cylindres de coulée horizontaux à contre-rotation qui sont refroidis afin que des coquilles métalliques se solidifient sur les surfaces des cylindres mobiles, et qui se rapprochent à la ligne de contact existant entre eux pour produire un produit de bande solidifié délivré vers le bas à partir de la ligne de contact entre les cylindres de coulée.

15 Le terme "ligne de contact" est utilisé ci-inclus pour désigner la région générale où les cylindres de coulée se rapprochent au maximum. Le métal fondu est versé à l'aide d'une louche dans un système d'alimentation en métal constitué d'un panier de coulée et d'une buse centrale située au-dessus de la ligne de contact pour former un bassin de coulée de métal fondu soutenu sur les surfaces de coulée des cylindres au-dessus de la ligne de contact et s'étendant sur la longueur de la ligne de contact. Ce bassin de coulée est habituellement confiné entre des plaques latérales  
20 réfractaires ou des barrages latéraux retenus par engagement coulissant avec les surfaces terminales des cylindres afin de fermer le passage au débit aux deux extrémités du bassin de coulée.

Lors du coulage d'une bande d'acier dans un dispositif de coulée à deux cylindres, la bande quitte la ligne de contact à des températures très élevées de  
25 l'ordre de 1400°C ou plus. Si la bande est exposée à une atmosphère normale, elle subira un écaillage très rapide en raison de l'oxydation à de telles températures élevées. Pour cette raison, une enceinte hermétique est aménagée en dessous des cylindres de coulée pour recevoir la bande chaude et à travers lesquels la bande passe sur son chemin à partir du dispositif de coulée; l'enceinte contenant une  
30 atmosphère qui inhibe l'oxydation de la bande. L'atmosphère inhibitrice de l'oxydation est éventuellement créée en injectant un gaz non-oxydant, par exemple un gaz inerte comme l'argon ou l'azote, ou des gaz de combustion qui sont éventuellement des gaz réducteurs. Alternativement, l'enceinte peut être étanche à l'entrée d'une atmosphère contenant de l'oxygène durant le fonctionnement du  
35 dispositif de coulée de la bande. La teneur en oxygène de l'atmosphère à l'intérieur de l'enceinte est ensuite réduite durant une phase initiale de coulage en permettant l'oxydation de la bande afin d'extraire l'oxygène de l'enceinte hermétique comme divulgué dans les brevets américains 5,762,126 et 5,960,855.

40 En émergeant du dispositif de coulée à deux cylindres, la bande de coulée produite est laminée à chaud dans un laminoir à chaud afin de façonner une bande mince. En général, il est connu qu'une combinaison d'un laminoir et d'un dispositif

de coulée à deux cylindres est nécessaire afin de conférer à la bande un profil en travers souhaité.

5 Cependant, il s'est avéré que la bande qui est coulée à une vitesse de coulée standard de 80m/min puis laminée à chaud dans un laminoir à chaud avec une  
réduction de 16% de la bande par le laminoir à chaud peut avoir des rugosités de  
10 surface relativement importantes de l'ordre de 6 à 8 microns Ra avec une microfissuration superficielle. La figure 1 est une micrographie montrant une rugosité de surface typique d'une telle bande coulée et laminée à chaud émergeant d'un laminoir à chaud qui est aligné avec un dispositif de coulée à deux cylindres.  
15 La direction de coulée étant de gauche à droite, la micrographie montre un rodage prononcé sur la surface de la bande (profondeur de 20 à 30  $\mu\text{m}$ ). La raison (ou les raisons) de cette rugosité de surface est éventuellement un cisaillement sur la surface de la bande causé par le soudage de la bande à la surface du cylindre de travail, l'impression de la texture de la surface du cylindre de travail sur la surface de la bande et/ou d'autres facteurs. En outre, il s'est avéré que la microfissuration à la surface de la bande coulée constitue un problème. Il fut possible de réduire la microfissuration en réduisant la vitesse de coulée et la vitesse de chauffage de la bande, mais la reproduction de ces conditions durant la production s'est avérée peu économique.

20 La microstructure des produits laminés à chaud est essentiellement à 100% de la ferrite équiaxe. Toutefois, dans la fabrication d'une bande de coulée à l'aide d'un dispositif de coulée à deux cylindres, l'expérience antécédente dénotait que la microstructure était en fait des grains grossiers de ferrite polygonale, de ferrite aciculaire et de ferrite de Widmanstätten. Typiquement la Widmanstätten était  
25 constituée à 30-60% de ferrite polygonale, à 70-40% de ferrite de Widmanstätten et de ferrite aciculaire. Avec cette microstructure, la rugosité de surface typique était 4-7 microns Ra.

L'invention divulgue une bande mince de coulée ayant au moins une  
30 microstructure sélectionnée du groupe comprenant la ferrite polygonale, la ferrite aciculaire, la ferrite de Widmanstätten, la bainite et la martensite, une rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra et une épaisseur de calamine inférieure à environ 10 microns, ladite bande est fabriquée en suivant les étapes qui consistent à :

- 35 a) monter un dispositif de coulée à deux cylindres comprenant des cylindres de coulée positionnés latéralement formant entre eux une ligne de contact, et un laminoir à chaud ayant des cylindres de travail et des cylindres d'appui adjacent au dispositif de coulée à deux cylindres,
- b) former une bande mince de coulée à partir de la ligne de contact entre les cylindres de coulée du dispositif de coulée à deux cylindres,
- 40 c) appliquer un mélange d'eau et d'huile sur les cylindres de travail du laminoir à chaud,
- d) passer la bande mince de coulée à une température inférieure à 1100°C à travers le laminoir à chaud tandis que le mélange d'huile et d'eau est appliqué aux cylindres de travail, et

- 5 e) protéger la bande mince de coulée à partir des cylindres de coulée jusqu'au laminoir à chaud dans une atmosphère contenant moins que 5% d'oxygène, formant une bande de coulée ayant au moins une microstructure sélectionnée du groupe comprenant la ferrite polygonale, la ferrite aciculaire, la ferrite de Widmanstätten, la bainite et la martensite, une rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra, et une épaisseur de calamine inférieure à environ 10 microns.

10 L'invention divulgue également une bande mince en acier coulé avec une rugosité de surface réduite inférieure à 1.5 microns Ra fabriquée en suivant les étapes qui consistent à :

- a) monter un dispositif de coulée comprenant une paire de cylindres de coulée entre lesquels existe une ligne de contact ;
- 15 b) monter un système d'alimentation en métal capable de former un bassin de coulée entre les cylindres de coulée au-dessus de la ligne de contact, avec des barrages latéraux adjacents aux extrémités de la ligne de contact pour confiner ledit bassin de coulée ;
- c) monter près du dispositif de coulée un laminoir à chaud comprenant des cylindres de travail dont les surfaces de travail forment entre les cylindres de travail un écartement à travers lequel est laminée la bande chaude ;
- 20 d) monter des buses d'atomisation adjacentes aux cylindres de travail, qui sont capables d'appliquer un mélange d'eau et d'huile sur les cylindres de travail ;
- e) introduire l'acier fondu entre la paire de cylindres de coulée pour former un bassin de coulée soutenu sur des surfaces de coulée des cylindres de coulée et confiné par lesdits premiers barrages latéraux ;
- 25 f) tourner en sens inverse les cylindres de coulée pour former des coquilles métalliques solidifiées sur les surfaces des cylindres de coulée et couler la bande d'acier à travers la ligne de contact entre les cylindres de coulée à partir de ces coquilles solidifiées ;
- 30 g) atomiser le mélange d'huile et d'eau comme la bande entre dans le laminoir à chaud ; et
- h) laminer la bande de coulée entre les cylindres de travail du laminoir à chaud pour produire une bande de coulée ayant une rugosité de surface inférieure à 1 micron Ra.

35 L'invention divulgue également une bande mince en acier coulé avec une rugosité de surface réduite inférieure à 1.5 microns Ra, qui est fabriquée en suivant les étapes qui consistent à :

- a) monter un dispositif de coulée comprenant une paire de cylindres de coulée entre lesquels existe une ligne de contact ;
- 40 b) monter un système d'alimentation en métal capable de former un bassin de coulée entre les cylindres de coulée au-dessus de la ligne de contact, avec

des barrages latéraux adjacents aux extrémités de la ligne de contact pour confiner ledit bassin de coulée ;

5 c) monter près du dispositif de coulée un laminoir à chaud comprenant des cylindres d'appui et des cylindres de travail dont les surfaces de travail forment entre les cylindres de travail un écartement à travers lequel est laminée la bande chaude ;

d) monter des buses d'atomisation positionnées en amont des cylindres de travail, qui sont capables d'atomiser un mélange d'eau et d'huile sur les cylindres d'appui ;

10 e) introduire l'acier fondu entre la paire de cylindres de coulée pour former un bassin de coulée soutenu sur des surfaces de coulée des cylindres de coulée et confiné par lesdits premiers barrages latéraux ;

15 f) tourner en sens inverse les cylindres de coulée pour former des coquilles métalliques solidifiées sur les surfaces des cylindres de coulée et couler la bande d'acier à travers la ligne de contact entre les cylindres de coulée à partir des coquilles solidifiées ;

g) atomiser le mélange d'huile et d'eau comme la bande de coulée entre dans le laminoir à chaud ; et

20 h) laminier la bande de coulée entre les cylindres de travail du laminoir à chaud pour produire une bande de coulée ayant une rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra.

La bande mince de coulée a éventuellement une rugosité de surface inférieure à 1.0 micron Ra ou inférieure à 0.7 micron Ra ou inférieure à 0.5 micron Ra ou inférieure à 0.4 micron Ra.

25 La bande mince de coulée a éventuellement une épaisseur de calamine inférieure à 7 microns ou inférieure à 4 microns.

La bande de coulée est éventuellement passée à travers le laminoir à chaud à une température inférieure à 1050°C tandis que le mélange d'huile et d'eau est appliqué aux cylindres de travail.

30 La bande mince de coulée a éventuellement une épaisseur de calamine inférieure à 7 microns ou inférieure à 4 microns.

Le mélange d'huile et d'eau est éventuellement appliqué en l'atomisant sur les cylindres de travail.

35 Le mélange d'huile et d'eau est éventuellement appliqué aux cylindres d'appui.

Le mélange d'huile et d'eau contient éventuellement moins que 5% d'huile pour former la bande mince de coulée avec une faible rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra.

40 L'invention divulgue un procédé de production d'une bande mince de coulée ayant au moins une microstructure sélectionnée du groupe comprenant la ferrite

polygonale, la ferrite aciculaire, la ferrite de Widmanstätten, la bainite et la martensite, une rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra et une épaisseur de calamine inférieure à environ 10 microns, le procédé comprenant les étapes qui consistent à :

- 5 a) monter un dispositif de coulée à deux cylindres comprenant des cylindres de coulée positionnés latéralement formant entre eux une ligne de contact, et un laminoir à chaud comprenant des cylindres de travail et des cylindres d'appui adjacent au dispositif de coulée à deux cylindres,
- 10 b) former une bande mince de coulée à partir de la ligne de contact entre les cylindres de coulée du dispositif de coulée à deux cylindres,
- c) appliquer un mélange d'eau et d'huile sur les cylindres de travail du laminoir à chaud,
- 15 d) passer la bande mince de coulée à une température inférieure à 1100°C à travers le laminoir à chaud tandis que le mélange d'huile et d'eau est appliqué aux cylindres de travail, et
- 20 e) protéger la bande mince de coulée à partir des cylindres de coulée jusqu'au laminoir à chaud dans une atmosphère contenant moins que 5% d'oxygène, formant une bande mince de coulée ayant : au moins une microstructure sélectionnée du groupe comprenant la ferrite polygonale, la ferrite aciculaire, la ferrite de Widmanstätten, la bainite et la martensite ; une rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra, et une épaisseur de calamine inférieure à 10 microns.

25 L'invention divulgue un procédé de production d'une bande mince en acier coulé ayant une rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra, le procédé comprenant les étapes qui consistent à :

- a) monter un dispositif de coulée comprenant une paire de cylindres de coulée entre lesquels existe une ligne de contact ;
- 30 b) monter un système d'alimentation en métal capable de former un bassin de coulée entre les cylindres de coulée au-dessus de la ligne de contact, avec des barrages latéraux adjacents aux extrémités de la ligne de contact pour confiner ledit bassin de coulée ;
- c) monter près du dispositif de coulée un laminoir à chaud comprenant des cylindres de travail dont les surfaces de travail forment entre les cylindres de travail un écartement à travers lequel est laminée la bande chaude ;
- 35 d) monter des buses d'atomisation adjacentes aux cylindres de travail, qui sont capables d'appliquer un mélange d'eau et d'huile sur les cylindres de travail ;
- 40 e) introduire l'acier fondu entre la paire de cylindres de coulée pour former un bassin de coulée soutenu sur des surfaces de coulée des cylindres de coulée et confiné par lesdits premiers barrages latéraux ;

- f) tourner en sens inverse les cylindres de coulée pour former des coquilles métalliques solidifiées sur les surfaces des cylindres de coulée et couler la bande d'acier à travers la ligne de contact entre les cylindres de coulée à partir des coquilles solidifiées ;
- 5 g) atomiser le mélange d'huile et d'eau comme la bande entre dans le laminoir à chaud ; et
- h) laminier la bande de coulée entre les cylindres de travail du laminoir à chaud pour produire une bande de coulée ayant une rugosité de surface inférieure à 1 micron Ra.
- 10 L'invention divulgue également un procédé de production d'une bande mince en acier coulé dont la rugosité de surface réduite est inférieure à 1.5 microns Ra, le procédé comprenant les étapes qui consistent à :
- a) monter un dispositif de coulée comprenant une paire de cylindres de coulée entre lesquels existe une ligne de contact ;
- 15 b) monter un système d'alimentation en métal capable de former un bassin de coulée entre les cylindres de coulée au-dessus de la ligne de contact, avec des barrages latéraux adjacents aux extrémités de la ligne de contact pour confiner ledit bassin de coulée ;
- 20 c) monter près du dispositif de coulée un laminoir à chaud comprenant des cylindres d'appui et des cylindres de travail dont les surfaces de travail forment entre les cylindres de travail un écartement à travers lequel est laminée la bande chaude ;
- d) monter des buses d'atomisation positionnées en amont des cylindres de travail, qui sont capables d'atomiser un mélange d'eau et d'huile sur les cylindres d'appui ;
- 25 e) introduire l'acier fondu entre la paire de cylindres de coulée pour former un bassin de coulée soutenu sur des surfaces de coulée des cylindres de coulée et confiné par lesdits premiers barrages latéraux ;
- 30 f) tourner en sens inverse les cylindres de coulée pour former des coquilles métalliques solidifiées sur les surfaces des cylindres de coulée et couler la bande d'acier à travers la ligne de contact entre les cylindres de coulée à partir des coquilles solidifiées ;
- g) atomiser le mélange d'huile et d'eau comme la bande de coulée entre dans le laminoir à chaud ; et
- 35 h) laminier la bande de coulée entre les cylindres de travail du laminoir à chaud pour produire une bande de coulée ayant une rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra.
- 40 Le procédé consiste éventuellement à appliquer le mélange d'huile et d'eau en l'atomisant sur les cylindres de travail, par exemple au moyen de buses d'atomisation.



La vitesse d'atomisation par les buses est comprise entre 10 et 30 gallons par minute.

Le mélange d'huile et d'eau est éventuellement appliqué aux cylindres de travail en appliquant le mélange d'huile et d'eau sur les cylindres d'appui.

- 5 Le procédé consiste éventuellement à produire la bande de coulée à un taux supérieur à 80 mètres par minute.

La température de laminage est éventuellement inférieure à 1100°C ou inférieure à 1050°C ou inférieure à 900°C.

### BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

- 10 L'opération d'une installation de coulée à deux cylindres illustrative conformément à la présente invention est décrite par référence aux figures annexées, où :

La figure 1 est une micrographie montrant une rugosité de surface typique d'une bande de coulée après un laminage à chaud ;

- 15 La figure 2 est un schéma illustrant une installation de coulée de bandes minces comprenant un laminoir à chaud qui sert à contrôler la forme de la bande de coulée ;

La figure 3 est une vue latérale écorchée agrandie du dispositif de coulée de l'installation de coulée de bandes minces de la figure 2 ;

- 20 La figure 4 est un diagramme schématique illustrant un système pour l'application d'un mélange d'huile et d'eau sur les cylindres d'un laminoir à chaud ; et

La figure 5 est un diagramme illustrant la rugosité de surface moyenne de la bande mince en acier coulé, Séquence 2613, fabriquée d'après la présente invention.

### 25 DESCRIPTION DES MODES DE REALISATION PREFERES

- L'installation de coulée et de laminage illustrée est constituée d'un dispositif de coulée à deux cylindres dénoté en général par 11, qui produit une bande mince en acier coulé 12 qui emprunte une trajectoire transitoire à travers une table guide 13 vers un poste à rouleaux pinceurs 14. Après avoir quitté le poste à rouleaux pinceurs 14, la bande mince de coulée 12 passe dans et à travers un laminoir à chaud 15 constitué de cylindres d'appui 16 et de cylindres de travail supérieur et inférieur 16A et 16B, où l'épaisseur de la bande est réduite. En quittant le laminoir 15, la bande 12 passe sur une table de sortie 17 où elle subit un refroidissement forcé par des jets d'eau 18, puis à travers le poste à rouleaux pinceurs 20 constitué d'une paire de rouleaux pinceurs 20A et vers un bobineur 19.

Le dispositif de coulée à deux cylindres 11 est constitué d'un bâti de machine principal qui soutient une paire de cylindres de coulée positionnés latéralement 22 ayant des surfaces de coulée 22A et formant une ligne de contact entre eux. Un métal fondu est alimenté durant une opération de coulage à l'aide d'une louche (non

illustrée) dans un panier de coulée 23, à travers un tube réfractaire de protection de jet vers un panier de coulée amovible 25 (appelé également récipient de distribution ou pièce de transition), puis à travers une buse d'expulsion de métal 28 (appelée également buse centrale) entre les cylindres de coulée 22 au-dessus de la ligne de contact.

5 L'acier fondu est introduit dans le panier de coulée amovible 25 à partir du panier de coulée 23 par une sortie du tube réfractaire de protection de jet. Le panier de coulée 23 est pourvu d'une quenouille de coulée et d'une vanne tiroir (non illustrée) pour ouvrir et fermer sélectivement la sortie du tube de protection de jet et  
10 contrôler efficacement le débit de métal fondu à partir du panier de coulée 23 au dispositif de coulée. Le métal fondu s'écoule du panier de coulée amovible 25 à travers une sortie et facultativement vers et à travers la buse d'expulsion 28.

Le métal fondu ainsi délivré aux cylindres de coulée 22 forme un bassin de coulée au-dessus de la ligne de contact soutenu par les surfaces des cylindres de  
15 coulée 22A. Ce bassin de coulée est confiné aux extrémités des cylindres par une paire de plaques ou de barrages latéraux, qui sont appliqués aux extrémités des cylindres par une paire de propulseurs (non illustrés) comprenant des unités de vérin hydraulique rattachées aux barrages latéraux. La surface supérieure du bassin de coulée (désignée en général par le niveau de "ménisque") s'élève éventuellement en  
20 dessus de l'extrémité inférieure de la buse d'expulsion 28 afin que l'extrémité inférieure de la buse d'expulsion soit immergée dans le bassin de coulée.

Les cylindres de coulée 22 sont refroidis à l'eau de l'intérieur par une alimentation en fluide de refroidissement (non illustré) et entraînés à contre-rotation par des entraînements (non illustrés) afin que des coquilles métalliques se solidifient  
25 sur les surfaces des cylindres de coulée mobiles, et ils se rapprochent au niveau de la ligne de contact pour produire la bande mince de coulée 12, qui est délivrée vers le bas à partir de la ligne de contact entre les cylindres de coulée.

En dessous du dispositif de coulée à deux cylindres 11, la bande d'acier coulé 12 passe à l'intérieur d'une enceinte hermétique 10 vers la table guide 13, qui  
30 guide la bande vers un poste à rouleaux pinceurs 14 par lequel elle quitte l'enceinte hermétique 10. L'étanchéité de l'enceinte 10 est éventuellement incomplète, mais elle convient pour contrôler l'atmosphère à l'intérieur de l'enceinte et mettre l'oxygène en contact avec la bande de coulée à l'intérieur de l'enceinte comme décrit ci-après. Quand elle quitte l'enceinte hermétique 10, la bande peut passer à  
35 travers d'autres enceintes hermétiques après le poste à rouleaux pinceurs 14, y compris le laminoir à chaud 15.

L'enceinte 10 est formée de nombreuses sections de parois séparées qui s'emboîtent par diverses connexions pour former une paroi d'enceinte continue. Ces sections comprennent une première section de paroi 41 au niveau du dispositif de  
40 coulée à deux cylindres pour enserrer les cylindres de coulée 22, et une paroi d'enceinte 42 se prolongeant vers le bas en dessous de la première section de paroi 41 pour former un orifice qui est en engagement hermétique avec les bords supérieurs d'un réceptacle de boîte de ferraille 40. Un sceau 43 entre le réceptacle

de boîte de ferraille 40 et la paroi d'enceinte 42 est formé à l'aide d'un couteau et d'un joint de sable autour de l'orifice dans la paroi d'enceinte 42, pouvant être établi et rompu par un mouvement vertical du réceptacle de la boîte de ferraille 40 par rapport à la paroi d'enceinte 42. Le sceau 43 est formé en soulevant le  
5 réceptacle de boîte de ferraille 40 pour induire la pénétration de la bride du couteau dans le sable à l'intérieur du canal, établissant de ce fait le sceau.

Ce sceau 43 peut être rompu en abaissant le réceptacle de la boîte de ferraille 40 de sa position opérationnelle, afin de s'éloigner du dispositif de coulée vers une position de décharge de la ferraille (non illustrée). Le réceptacle de la boîte de  
10 ferraille 40 est monté sur un chariot 45 muni de roues 46 qui roulent sur des rails 47, d'où le réceptacle de la boîte à ferraille peut être déplacé vers la position de décharge de la ferraille. Le chariot 45 est pourvu d'un ensemble de vis de calage électriques 51 pouvant être actionnées pour soulever le réceptacle de la boîte de ferraille 40 d'une position basse, où il est distant de la paroi d'enceinte 42, vers une  
15 position élevée où la bride du couteau pénètre le sable pour former un sceau 43 entre les deux.

L'enceinte hermétique 10 comprend éventuellement une troisième section de paroi 61 placée autour de la table guide 13 et rattachée au bâti du poste à rouleaux pinceurs 14, qui comprend une paire de rouleaux pinceurs 50. La troisième section  
20 de paroi 61 de l'enceinte 10 est scellée par des sceaux coulissants.

La plupart des sections de paroi de l'enceinte 41, 42 et 61 peuvent être doublées de briques réfractaires. Le réceptacle de la boîte de ferraille 40 peut également être doublé de briques réfractaires ou d'un garnissage réfractaire coulable. De cette façon, l'enceinte entière 10 est rendue étanche avant une  
25 opération de coulage, limitant de ce fait l'accès de la bande mince de coulée 12 à l'oxygène, comme elle passe à partir des cylindres de coulée 22 à travers le poste à rouleaux pinceurs 14 et le laminoir à chaud 15. Initialement la bande peut absorber tout l'oxygène dans l'espace de l'enceinte 10 en formant une calamine importante sur une section initiale de la bande. Toutefois, l'enceinte hermétique 10 limite  
30 l'entrée de l'oxygène dans l'enceinte à partir de l'atmosphère ambiante à une quantité d'oxygène inférieure à celle pouvant être absorbée par la bande. Ainsi, après une période de démarrage initiale, la teneur en oxygène dans l'enceinte 10 demeurera appauvrie limitant ainsi la disponibilité de l'oxygène pour l'oxydation de la bande 12. De cette façon, la formation de calamine est contrôlée jusqu'à une  
35 épaisseur inférieure à 10 microns sans nécessiter une alimentation en continu d'un gaz réducteur ou non-oxydant à l'intérieur de l'enceinte. Naturellement un gaz réducteur ou non-oxydant peut être alimenté à travers les parois de l'enceinte. Toutefois, afin d'éviter la formation d'une calamine importante durant la période de démarrage, l'enceinte 10 peut être purgée immédiatement avant le début du coulage  
40 afin de réduire sa teneur initiale en oxygène, raccourcissant la durée nécessaire pour la stabilisation de la teneur en oxygène dans l'enceinte en raison de l'interaction de l'oxygène dans l'oxydation de la bande passant dans l'enceinte. Ainsi, l'enceinte peut convenablement être purgée avec de l'azote gazeux par exemple. Il s'est avéré qu'une réduction de la teneur initiale en oxygène jusqu'à des niveaux de 5%

limitera l'oxydation de la bande à la sortie de l'enceinte 10 jusqu'à environ 10 microns à 17 microns même durant la phase de démarrage initiale. Dans un mode de réalisation de la présente invention, la bande mince en acier coulé a une épaisseur de calamine inférieure à environ 10 microns, ou elle est éventuellement inférieure à 7 ou 4 microns, durant le coulage en continu.

Au début d'une opération de coulée, une petite longueur de bande imparfaite est produite comme les conditions de coulage se stabilisent. Dès qu'un coulage en continu est établi, les cylindres de coulée 22 sont légèrement séparés puis rapprochés de nouveau pour induire la rupture de cette extrémité terminale de la bande de la manière décrite dans le brevet australien 646,981 et le brevet américain No. 5,287,912, pour former une bonne extrémité terminale de la bande mince de coulée 12 consécutive. Le matériau imparfait tombe dans le réceptacle de la boîte de ferraille 40 situé en dessous du dispositif de coulée 11, et à ce moment le tablier pivotant 38, normalement suspendu vers le bas à partir d'un pivot 39 d'un côté du dispositif de coulée comme montré dans la figure 3, est balancé à travers la sortie du dispositif de coulée pour guider la bonne extrémité de la bande de coulée mince sur la table guide 13 où la bande est alimentée au poste à rouleaux pinceurs 14. Le tablier 38 regagne ensuite sa position en suspension comme montré dans la figure 3 pour retenir la bande 12 suspendue en boucle 36 en dessous du dispositif de coulée comme montré dans les figures 2 et 3 avant le passage de la bande sur la table guide 13. La table guide 13 comprend une série de cylindres supports de bande 37 qui soutiennent la bande avant son passage au poste à rouleaux pinceurs 14. Les cylindres 37 sont placés en rangée à partir du poste à rouleaux pinceurs 14 vers l'arrière au-dessous du dispositif de coulée et s'inclinent vers le bas pour recevoir la bande en douceur et la guider à partir de la boucle 36.

Le dispositif de coulée à deux cylindres peut être du genre qui est illustré et décrit en détail dans les brevets américains No. 5,184,668 et 5,277,243, ou le brevet américain No. 5,488,988. On peut se référer à ces brevets pour des détails de construction, qui ne font nullement partie de la présente invention.

Le poste à rouleaux pinceurs 14 comprend une paire de rouleaux pinceurs 50 qui réagissent à la tension appliquée par le laminoir à chaud 15. D'où, la bande peut être suspendue en boucle 36 comme elle passe à partir des cylindres de coulée 22 vers la table guide 13 et au poste à rouleaux pinceurs 14. Les rouleaux pinceurs 50 fournissent ainsi une barrière contre la tension entre la boucle librement suspendue et la tension exercée sur la bande en aval de la ligne de traitement. Les rouleaux pinceurs 50 stabilisent aussi la position de la bande sur la table guide 13, alimentant la bande au laminoir à chaud 15.

A partir du poste à rouleaux pinceurs 14, la bande mince de coulée 12 est délivrée au laminoir à chaud 15 constitué d'un cylindre de travail supérieur 16A et d'un cylindre inférieur 16B. Comme montré dans la figure 4, un mode de réalisation préféré de la présente invention consiste à atomiser un mélange d'eau et d'huile sur les surfaces aval des cylindres d'appui 16. Un réservoir d'huile 100 est pourvu d'un réchauffeur 101 pour maintenir la température de l'huile à 50°C approximativement, toutefois le chauffage n'est pas nécessaire. L'huile chauffée est transférée à travers

des conduites de transfert d'huile 103 par des pompes volumétriques fixes 102 à des mélangeurs statiques 104 où l'huile chauffée est mélangée avec l'eau.

L'eau est alimentée par une source 110 en direction de collecteurs d'eau de refroidissement de bande 111 et de conduites d'alimentation de laminoirs 112. Une première portion de l'eau est alimentée vers des collecteurs d'atomisation 18 servant à fournir l'eau de refroidissement pour refroidir la bande chaude 12 après sa sortie du laminoir à chaud 15. Typiquement, la pression de l'eau est réduite à travers le régulateur de pression 113 à environ 40 psi. Environ 10 à 30 gpm d'eau sont alimentés à chaque mélangeur statique 104 où l'eau est mélangée avec environ 4 gph d'huile chauffée.

Le mélange d'huile et d'eau est ensuite enduit sur les surfaces aval (le sens de course de la bande mince en acier coulé 12 est illustré par la flèche 120) des cylindres d'appui 16 au moyen de buses d'atomisation d'huile-eau 71. Alternativement, le mélange d'huile-eau peut être appliqué sur la bande de coulée 12 dans la zone de pincement des cylindres, sur les surfaces amont des cylindres d'appui 16 ou sur les cylindres de travail 16A, 16B.

De préférence, la température de la bande mince en acier coulé 12 dans le laminoir à chaud 15 est inférieure à 1100°C, fort préférablement inférieure à 1050°C et le mieux inférieure à 900°C. La température de la bande mince en acier coulé dans le laminoir à chaud 15 est également de préférence supérieure à 400°C

Les mélangeurs statiques 104 sont des dispositifs standards disponibles de façon conventionnelle. D'autres formes de mélangeurs peuvent être utilisées à condition qu'elles soient capables d'effectuer un bon mélange de l'huile et de l'eau.

Dans un mode de réalisation, le mélange huile-eau est délivré entre 5 et 30 gpm à 40 psi aux cylindres d'appui 16. Typiquement, le mélange huile-eau est délivré aux cylindres d'appui dans ce mode de réalisation à environ 10 à 20 gpm, 15 gpm étant un réglage raisonnable. Le mélange huile-eau contient moins que 5% d'huile et, dans un mode de réalisation, il contient 4 parties d'huile et de 600 parties à 1800 parties d'eau en volume. L'huile peut constituer moins que 2% ou 1% du mélange. L'huile est mélangée avec l'eau généralement à moins que 15 gph.

La figure 5 montre la rugosité moyenne de surface (Ra) en microns pour une bande mince en acier coulé 12 produite conformément à la présente invention. Comme c'est clair dans la figure 5, la rugosité moyenne de surface est sensiblement inférieure, environ 0.66 à environ 1.5 microns avec l'ajout d'un mélange huile-eau comme décrit ci-dessus.

Dans un mode de réalisation, la présente invention divulgue la production d'une bande mince en acier en utilisant l'application huile-eau décrite ci-dessus afin de produire une bande mince en acier coulé à un taux supérieur à 80 mètres par minute.

Bien que l'invention soit décrite par référence à certains modes de réalisation, les personnes du métier sauront que divers changements peuvent être faits et des équivalents peuvent être substitués sans se départir de la portée de

l'invention. En plus, plusieurs modifications sont éventuellement faites pour adapter une situation ou une matière particulière aux enseignements de l'invention sans se départir de sa portée. Par conséquent, l'invention ne se limite pas aux modes de réalisation particuliers divulgués, mais l'invention couvrira tous les modes de

5 réalisation couverts par les revendications annexées.

10

15

20

25

**REVENDICATIONS**

On revendique ce qui suit :

1. Une bande mince de coulée ayant au moins une microstructure sélectionnée du groupe comprenant la ferrite polygonale, la ferrite aciculaire, la ferrite de Widmanstätten, la bainite et la martensite, une rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra et une épaisseur de calamine inférieure à 10 microns, fabriquée par les étapes qui consistent à :
  - a) monter un dispositif de coulée à deux cylindres comprenant des cylindres de coulée positionnés latéralement formant entre eux des lignes de contact, et un laminoir à chaud comprenant des cylindres de travail et des cylindres d'appui adjacent au dispositif de coulée à deux cylindres,
  - b) former une bande mince de coulée à partir de la ligne de contact entre les cylindres de coulée du dispositif de coulée à deux cylindres,
  - c) appliquer un mélange d'eau et d'huile sur les cylindres de travail du laminoir à chaud,
  - d) passer la bande mince de coulée à une température inférieure à 1100°C à travers le laminoir à chaud tandis que le mélange d'huile et d'eau est appliqué aux cylindres de travail, et
  - e) protéger la bande mince de coulée à partir des cylindres de coulée à travers le laminoir à chaud dans une atmosphère contenant moins que 5% d'oxygène, formant une bande mince de coulée ayant : au moins une microstructure sélectionnée du groupe comprenant la ferrite polygonale, la ferrite aciculaire, la ferrite de Widmanstätten, la bainite et la martensite, une rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra et une épaisseur de calamine inférieure à 10 microns.
2. Une bande mince de coulée telle revendiquée dans la revendication 1 où la bande mince de coulée est passée à travers le laminoir à chaud à une température inférieure à 1050°C tandis que le mélange d'huile et d'eau est appliqué aux cylindres de travail.
3. Une bande mince de coulée telle revendiquée dans la revendication 1 ou la revendication 2 où la rugosité de surface est inférieure à 1.0 micron Ra.
4. Une bande mince de coulée telle revendiquée dans la revendication 3 où la rugosité de surface est inférieure à 0.7 micron Ra.
5. Une bande mince de coulée telle revendiquée dans la revendication 4 où la rugosité de surface est inférieure à 0.5 micron Ra.
6. Une bande mince de coulée telle revendiquée dans l'une des revendications précédentes où l'épaisseur de calamine est inférieure à 7 microns.
7. Une bande mince de coulée telle revendiquée dans la revendication 6 où l'épaisseur de calamine est inférieure à 4 microns.

8. Une bande mince de coulée telle revendiquée dans l'une des revendications précédentes où le mélange d'huile et d'eau est appliqué en l'atomisant sur les cylindres de travail.
9. Une bande mince de coulée telle revendiquée dans l'une des revendications précédentes où le mélange d'huile et d'eau est appliqué aux cylindres de travail en appliquant le mélange d'huile et d'eau aux cylindres d'appui.
10. Une bande mince de coulée telle revendiquée dans l'une des revendications précédentes où le mélange d'huile et d'eau contient moins que 5% d'huile et la faible rugosité de surface est inférieure à 1.5 microns Ra.
- 10 11. Une bande mince de coulée avec une rugosité de surface réduite inférieure à 1.5 microns Ra, produite par les étapes qui consistent à :
- a) monter un dispositif de coulée à deux cylindres comprenant une paire de cylindres de coulée entre lesquels existe une ligne de contact ;
  - b) monter un système d'alimentation en métal capable de former un bassin de coulée entre les cylindres de coulée au-dessus de la ligne de contact, avec des barrages latéraux adjacents aux extrémités de la ligne de contact pour confiner le bassin de coulée ;
  - c) monter près du dispositif de coulée un laminoir à chaud comprenant des cylindres de travail dont les surfaces de travail forment entre les cylindres de travail un écartement à travers lequel est laminée la bande chaude ;
  - d) monter des buses d'atomisation adjacentes aux cylindres de travail, qui sont capables d'appliquer un mélange d'eau et d'huile sur les cylindres de travail ;
  - e) introduire l'acier fondu entre la paire de cylindres de coulée pour former un bassin de coulée soutenu sur des surfaces de coulée des cylindres de coulée et confiné par lesdits premiers barrages latéraux ;
  - f) tourner en sens inverse les cylindres de coulée pour former des coquilles métalliques solidifiées sur les surfaces des cylindres de coulée et couler la bande d'acier à travers la ligne de contact entre les cylindres de coulée à partir des coquilles solidifiées ;
  - g) atomiser le mélange d'huile et d'eau comme la bande de coulée entre dans le laminoir à chaud ; et
  - h) laminier la bande de coulée entre les cylindres de travail du laminoir à chaud pour produire une bande de coulée ayant une rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra ;
12. La bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite telle revendiquée dans la revendication 11 où le taux de production de la bande de coulée est supérieur à 80 mètres par minute.



13. La bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite telle revendiquée dans la revendication 11 ou la revendication 12 où la température de laminage est inférieure à 900°C.
14. La bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite telle revendiquée dans l'une des revendications 11 à 13 où la vitesse d'atomisation par les buses est comprise entre 10 et 30 gallons par minute.
15. La bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite telle revendiquée dans l'une des revendications 11 à 14 où la rugosité de surface est inférieure à 0.7 micron Ra.
16. La bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite telle revendiquée dans la revendication 15 où la rugosité de surface est inférieure à 0.4 micron Ra.
17. Une bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite inférieure à 1.5 microns Ra, produite par les étapes qui consistent à :
- a) monter un dispositif de coulée comprenant une paire de cylindres de coulée entre lesquels existe une ligne de contact ;
  - b) monter un système d'alimentation en métal capable de former un bassin de coulée entre les cylindres de coulée au-dessus de la ligne de contact, avec des barrages latéraux adjacents aux extrémités de la ligne de contact pour confiner le bassin de coulée ;
  - c) monter près du dispositif de coulée un laminoir à chaud comprenant des cylindres d'appui et des cylindres de travail dont les surfaces de travail forment entre les cylindres de travail un écartement à travers lequel est laminée la bande chaude ;
  - d) monter des buses d'atomisation positionnées en amont des cylindres de travail, qui sont capables d'atomiser un mélange d'eau et d'huile sur les cylindres d'appui ;
  - e) introduire l'acier fondu entre la paire de cylindres de coulée pour former un bassin de coulée soutenu sur des surfaces de coulée des cylindres de coulée et confiné par lesdits premiers barrages latéraux ;
  - f) tourner en sens inverse les cylindres de coulée pour former des coquilles métalliques solidifiées sur les surfaces des cylindres de coulée et couler la bande d'acier à travers la ligne de contact entre les cylindres de coulée à partir des coquilles solidifiées ;
  - g) atomiser le mélange d'huile et d'eau comme la bande de coulée entre dans le laminoir à chaud ; et
  - h) laminier la bande de coulée entre les cylindres de travail du laminoir à chaud pour produire une bande de coulée ayant une rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra.

18. La bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite inférieure à 1.5 microns Ra telle revendiquée dans la revendication 17 où le taux de production de la bande de coulée est supérieur à 80 mètres par minute.
19. La bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite telle revendiquée dans la revendication 17 ou la revendication 18 où la température de laminage est inférieure à 1100°C.
20. La bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite telle revendiquée dans l'une des revendications 17 à 19 où la température de laminage est inférieure à 1050°C.
21. La bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite telle revendiquée dans la revendication 20 où la température de laminage est inférieure à 900°C.
22. La bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite telle revendiquée dans l'une des revendications 17 à 21 où la vitesse d'atomisation par les buses est comprise entre 10 et 30 gallons par minute.
23. La bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite telle revendiquée dans l'une des revendications 17 à 22 où la rugosité de surface est inférieure à 0.7 micron Ra.
24. La bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite telle revendiquée dans l'une des revendications 17 à 23 où le mélange d'huile et d'eau contient moins que 5% d'huile.
25. La bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite inférieure à 1.5 microns Ra telle revendiquée dans l'une des revendications 17 à 24 où la bande mince en acier coulé a une épaisseur de calamine à la surface inférieure à environ 7 microns.
26. Un procédé de production d'une bande mince de coulée ayant au moins une microstructure sélectionnée du groupe comprenant la ferrite polygonale, la ferrite aciculaire, la ferrite de Widmanstätten, la bainite et la martensite, une rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra et une épaisseur de calamine inférieure à environ 10 microns, le procédé comprenant les étapes qui consistent à :
- a) monter un dispositif de coulée à deux cylindres ayant des cylindres de coulée positionnés latéralement formant entre eux une ligne de contact, et un laminoir à chaud ayant des cylindres de travail et des cylindres d'appui adjacent au dispositif de coulée à deux cylindres,
  - b) former une bande mince de coulée à partir de la ligne de contact entre les cylindres de coulée du dispositif de coulée à deux cylindres,
  - c) appliquer un mélange d'eau et d'huile sur les cylindres de travail du laminoir à chaud,
  - d) passer la bande mince de coulée à une température inférieure à 1100°C à travers le laminoir à chaud tandis que le mélange d'huile et d'eau est appliqué aux cylindres de travail, et

- 5 e) protéger la bande mince de coulée à partir des cylindres de coulée à travers le laminoir à chaud dans une atmosphère contenant moins que 5% d'oxygène formant une bande mince de coulée ayant : au moins une microstructure sélectionnée du groupe comprenant la ferrite polygonale, la ferrite aciculaire, la ferrite de Widmanstätten, la bainite et la martensite, une rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra, et une épaisseur de calamine inférieure à 10 microns.
- 10 27. Un procédé de production d'une bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite inférieure à 1.5 microns Ra, le procédé comprenant les étapes qui consistent à :
- 15 a) monter un dispositif de coulée ayant une paire de cylindres de coulée entre lesquels existe une ligne de contact ;
- b) monter un système d'alimentation en métal capable de former un bassin de coulée entre les cylindres de coulée au-dessus de la ligne de contact, avec des barrages latéraux adjacents aux extrémités de la ligne de contact pour confiner le bassin de coulée ;
- 20 c) monter au voisinage du dispositif de coulée un laminoir à chaud ayant des cylindres de travail dont les surfaces de travail forment entre les cylindres de travail un écartement à travers lequel est laminée la bande chaude ;
- d) monter des buses d'atomisation adjacentes aux cylindres de travail, qui sont capables de fournir aux cylindres de travail un mélange d'eau et d'huile ;
- e) introduire l'acier fondu entre la paire de cylindres de coulée pour former un bassin de coulée soutenu sur des surfaces de coulée des cylindres de coulée et confiné par lesdits premiers barrages latéraux ;
- 25 f) tourner en sens inverse les cylindres de coulée pour former des coquilles métalliques solidifiées sur les surfaces des cylindres de coulée et couler la bande d'acier à travers la ligne de contact entre les cylindres de coulée à partir des coquilles solidifiées ;
- 30 g) atomiser le mélange d'huile et d'eau comme la bande entre dans le laminoir à chaud ; et
- h) laminier la bande de coulée entre les cylindres de travail du laminoir à chaud pour produire une bande de coulée ayant une rugosité de surface inférieure à 1 micron Ra.
- 35 28. Un procédé de production d'une bande mince en acier coulé à rugosité de surface réduite inférieure à 1.5 microns Ra, le procédé comprenant les étapes qui consistent à :
- a) monter un dispositif de coulée ayant une paire de cylindres de coulée entre lesquels existe une ligne de contact ;
- 40 b) monter un système d'alimentation en métal capable de former un bassin de coulée entre les cylindres de coulée au-dessus de la ligne de contact, avec

des barrages latéraux adjacents aux extrémités de la ligne de contact pour confiner le bassin de coulée ;

5 c) monter près du dispositif de coulée un laminoir à chaud ayant des cylindres d'appui et des cylindres de travail dont les surfaces de travail forment entre les cylindres de travail un écartement à travers lequel la bande chaude est laminée ;

d) monter des buses d'atomisation en amont des cylindres de travail, qui sont capables d'atomiser un mélange d'eau et d'huile sur les cylindres d'appui ;

10 e) introduire l'acier fondu entre la paire de cylindres de coulée pour former un bassin de coulée soutenu sur des surfaces de coulée des cylindres de coulée et confiné par lesdits premiers barrages latéraux ;

15 f) tourner en sens inverse les cylindres de coulée pour former des coquilles métalliques solidifiées sur les surfaces des cylindres de coulée et couler la bande d'acier à travers la ligne de contact entre les cylindres de coulée à partir des coquilles solidifiées ;

g) atomiser le mélange d'huile et d'eau comme la bande de coulée entre dans le laminoir à chaud ; et

20 h) laminar la bande de coulée entre les cylindres de travail du laminoir à chaud pour produire une bande de coulée ayant une rugosité de surface inférieure à 1.5 microns Ra.

25

30

35

2013.12.30

1/5

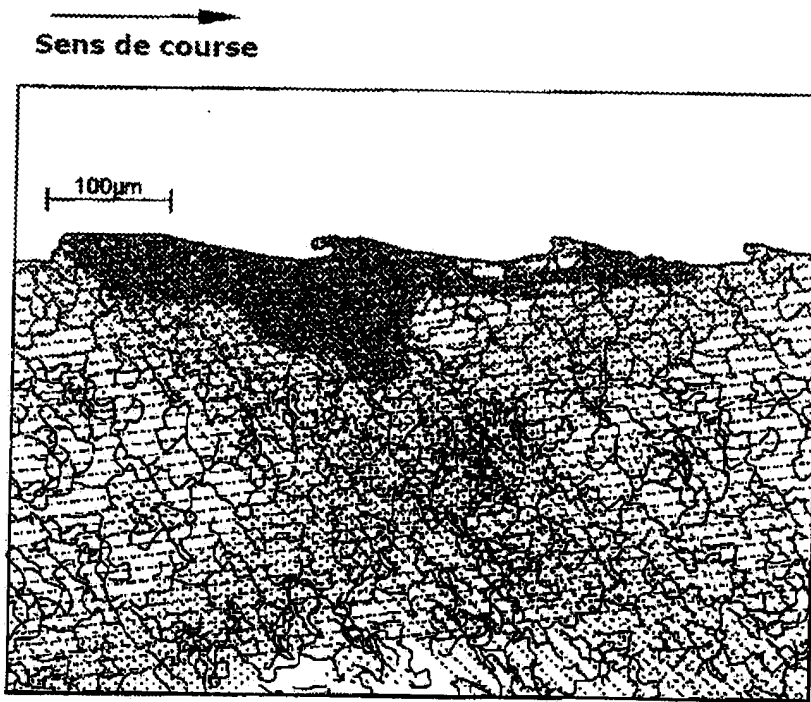


FIGURE 1

5

10

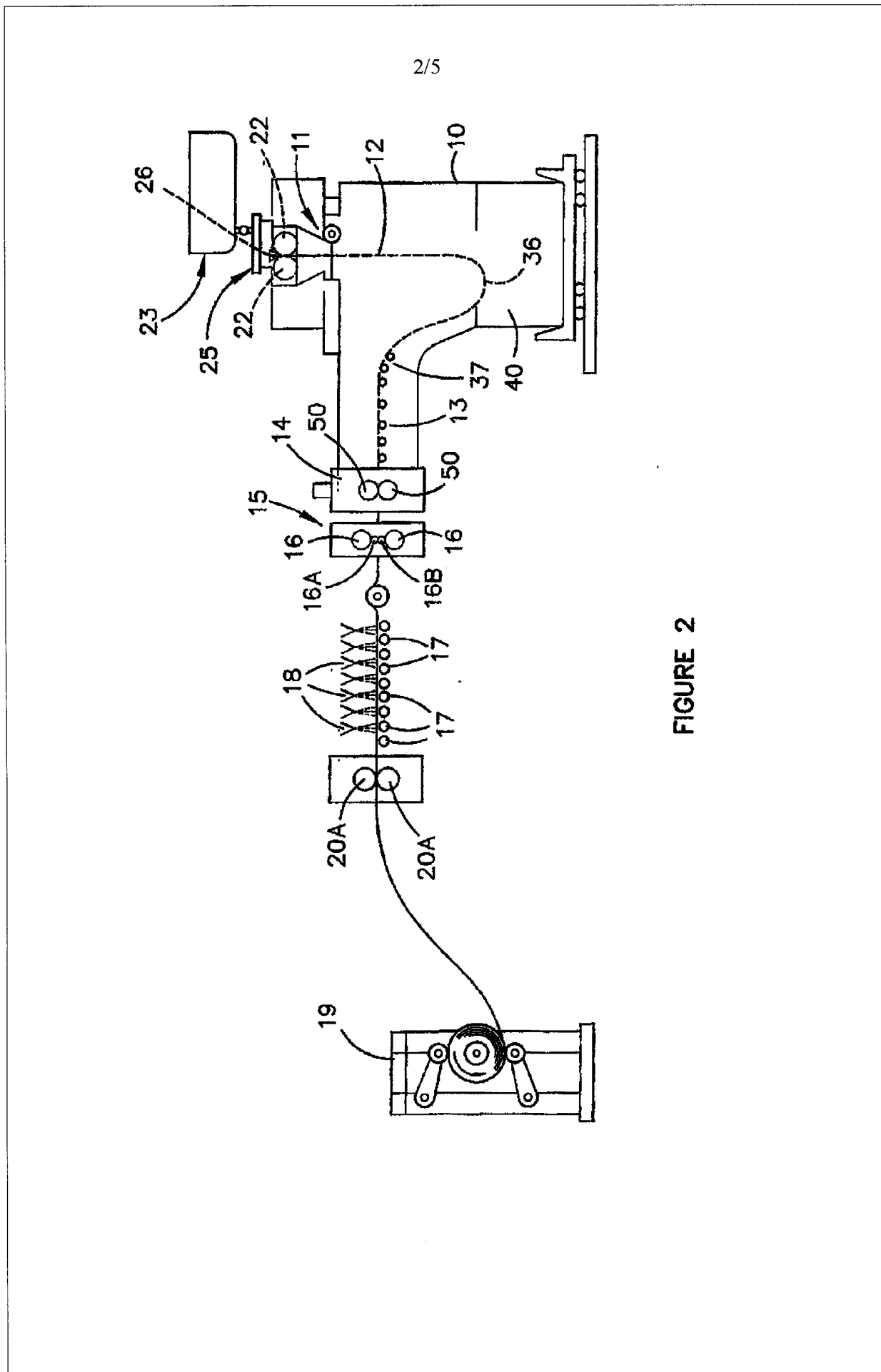


FIGURE 2

3/5

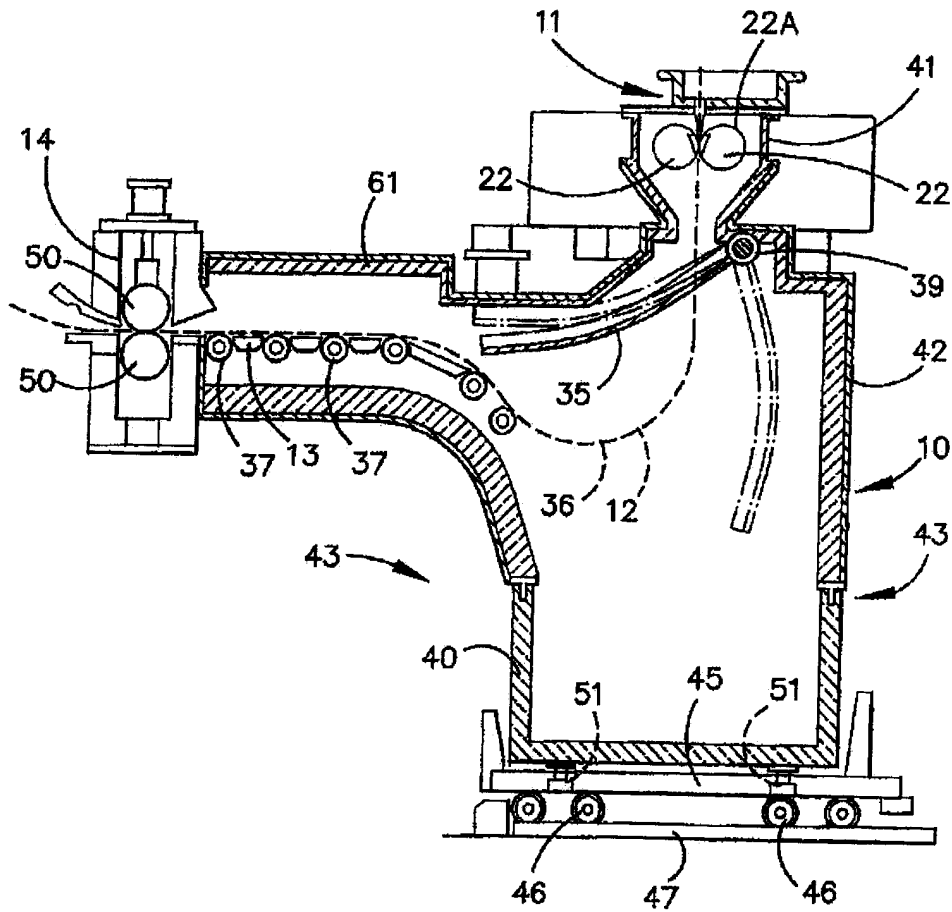


FIGURE 3

5

10

1

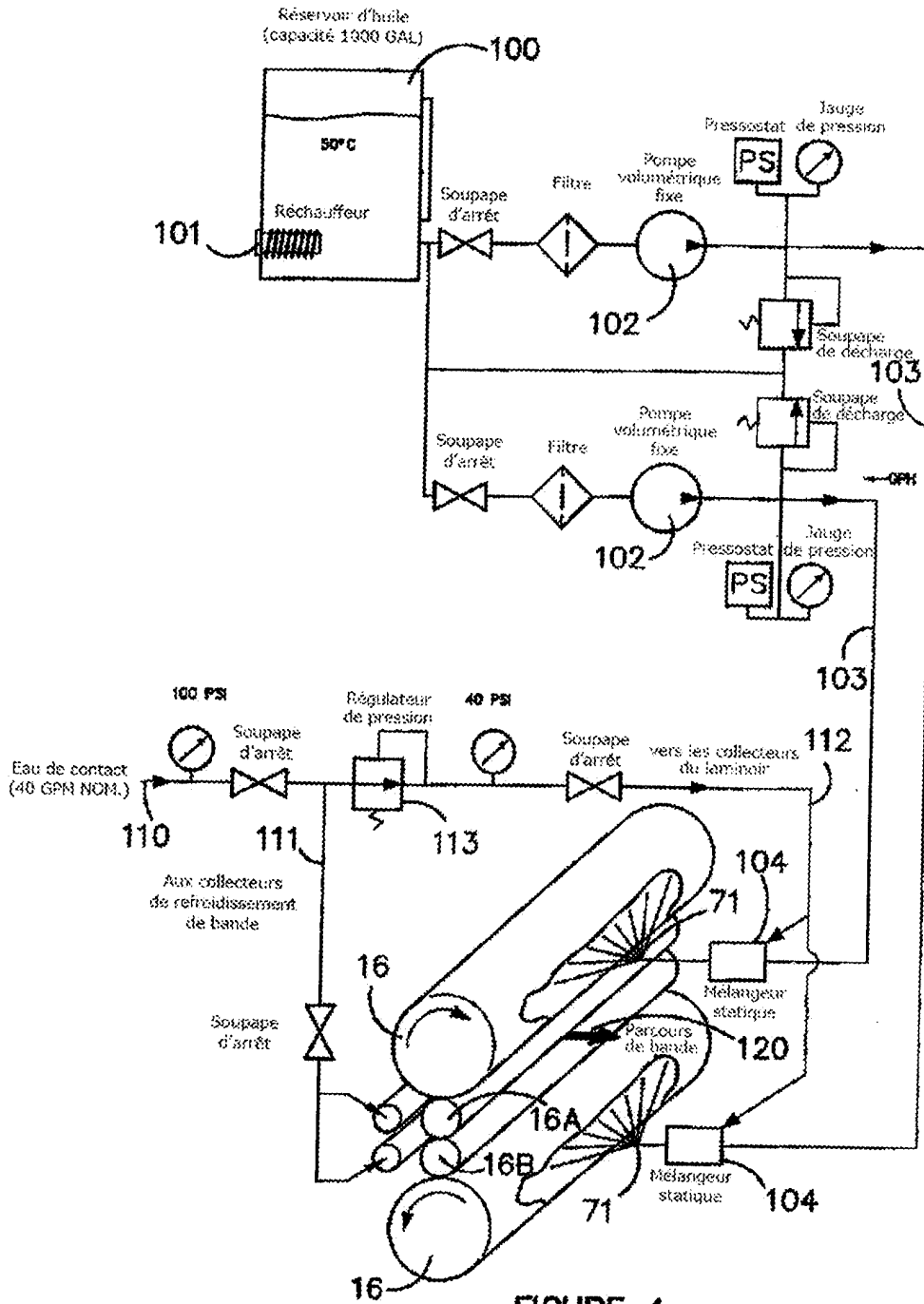


FIGURE 4



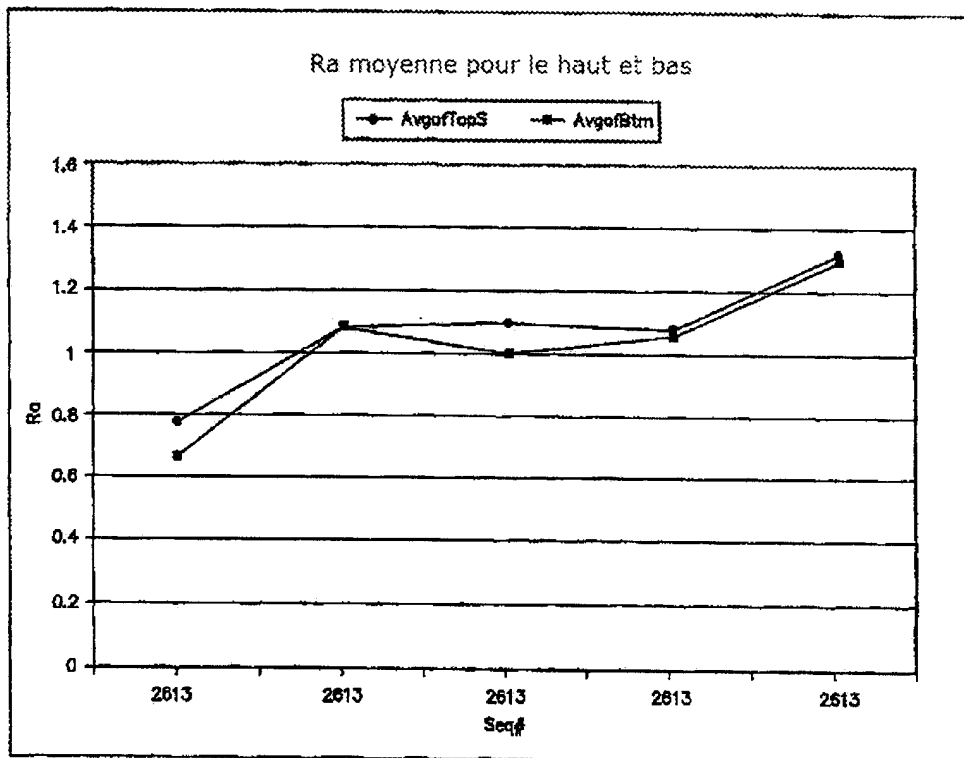


FIGURE 5