



⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑬ Numéro de dépôt : **92403144.6**

⑮ Int. Cl.⁵ : **B22D 11/06**

⑭ Date de dépôt : **23.11.92**

⑯ Priorité : **04.12.91 FR 9115026**

⑰ Date de publication de la demande :
09.06.93 Bulletin 93/23

⑲ Etats contractants désignés :
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU NL
PT SE**

⑳ Demandeur : **USINOR SACILOR
4 Place de la Pyramide, La Défense 9
F-92800 Puteaux (FR)**

㉑ Demandeur : **Thyssen Stahl
Aktiengesellschaft
Kaiser-Wilhelm-Strasse 100
W-4100 Duisburg 11 (DE)**

㉒ Inventeur : **Barbe, Jacques
9 Rue des 3 Meules
F-42100 Saint-Etienne (FR)**
Inventeur : **Challaye, Alain
Lotissement de la Croix de la Chaux
F-42290 Sorbiers (FR)**
Inventeur : **Damasse, Jean-Michel
5, rue Marie Sautet
F-57000 Metz (FR)**
Inventeur : **Riboud, Paul Victor
50, rue Kellerman, Appartement 501
F-57000 Metz (FR)**

㉓ Mandataire : **Bouget, Lucien et al
Cabinet Lavoix 2, Place d'Estienne d'Orves
F-75441 Paris Cedex 09 (FR)**

㉔ Procédé et dispositif de coulée continue d'une bande mince métallique entre cylindres.

㉕ On introduit du métal liquide dans la masselotte (17) et on forme la bande métallique par entraînement et refroidissement au contact des cylindres (15), du métal remplissant l'espace de coulée. Dans au moins une zone (23a, 23b), suivant la direction axiale des cylindres (15), on règle le refroidissement du métal par les cylindres (15), de manière que la bande métallique (22) comporte, au niveau du col de l'espace de coulée, deux peaux solidifiées délimitant une poche de métal non encore solidifié liquide ou pâteux. De préférence, la masselotte (17) comporte au moins une paroi longitudinale (18) dont le bord inférieur (20) présente une forme non rectiligne.

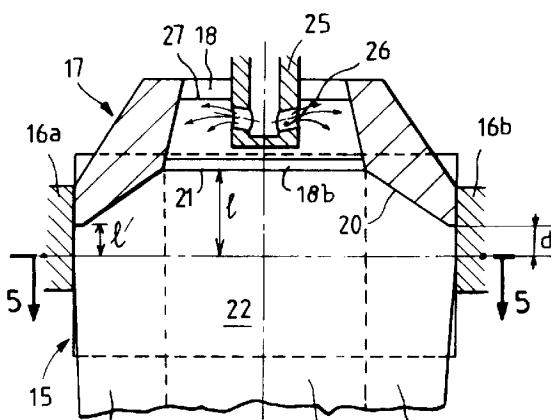


FIG. 3

L'invention concerne un procédé et un dispositif perfectionné de coulée continue d'une bande métallique entre deux cylindres.

On connaît des dispositifs de coulée continue d'une bande métallique et notamment d'une bande mince comportant deux cylindres contrarotatifs à axes horizontaux et parallèles disposés en vis-à-vis et avec un écartement correspondant à l'épaisseur de la bande à couler.

Le métal liquide est déversé dans un espace de coulée défini par les portions des parois cylindriques des cylindres situé au-dessus d'un plan passant par les axes parallèles de ces cylindres et par des parois d'extrémité appelées petites faces ou parois latérales, généralement fixes, sensiblement perpendiculaires aux axes des cylindres.

Lors de la coulée, le métal liquide se solidifie progressivement au contact des parois cylindriques refroidies des cylindres en formant des peaux solidifiées qui sont entraînées par les cylindres en rotation et se rejoignent au niveau du col, c'est-à-dire de la partie de l'espace entre les cylindres de largeur minimale qui est située au niveau du plan passant par les axes des cylindres. Le produit fini est extrait en continu vers le bas, en-dessous des cylindres.

Dans certains cas, les installations de coulée entre cylindres comportent également une sorte de rehausse fixe appelée masselotte constituée de deux parois longitudinales sensiblement verticales en contact étanche avec les cylindres et deux parois frontales prolongeant vers le haut les petites faces ou faisant partie intégrante de celles-ci.

La masselotte dans laquelle est déversé le métal liquide par l'intermédiaire d'une busette a notamment pour fonction de délimiter, par l'intermédiaire du bord inférieur interne de ses parois longitudinales, la surface des cylindres sur laquelle s'effectue la solidification du métal coulé, et ainsi d'assurer la régularité de cette solidification quel que soit le niveau du métal dans la masselotte. De plus, le ménisque du métal liquide n'est pas en contact avec les parois des cylindres et le risque d'entraînement d'impuretés flottant sur le ménisque est ainsi considérablement réduit.

Diverses améliorations ont été apportées au dispositif de coulée entre cylindres et en particulier, dans la demande de brevet français n° 2.649.340, on a proposé d'utiliser des cylindres à génératrices curvilignes et à surfaces concaves et des masselottes dont les faces longitudinales sont telles que la ligne de contact avec les cylindres correspondants soit courbe, de manière à obtenir un produit légèrement bombé qui peut être ensuite laminé dans des conditions favorables pour obtenir une tôle mince.

Cependant, les procédés et dispositifs connus ne permettent pas d'obtenir dans tous les cas une malléabilité suffisante du métal pendant son refroidissement et sa solidification, pour éviter l'apparition de contraintes excessives dans les directions transver-

sales de la bande, du fait des retenues de solidification qui peuvent être la cause de la formation de criques au coeur de la bande ou à sa surface. De même, il est souhaitable de maintenir une malléabilité du métal suffisante pour assurer un bon façonnage des bords de la bande.

Le but de l'invention est donc de proposer un procédé de coulée continue d'une bande métallique entre deux cylindres contrarotatifs à axes horizontaux et parallèles disposés en vis-à-vis, délimitant avec deux parois latérales appelées petites faces, un espace de coulée ayant une largeur minimale correspondant à l'épaisseur de la bande et à l'espacement entre les cylindres, dans une partie voisine du plan contenant les axes des cylindres, constituant le col de l'espace de coulée, le procédé consistant à introduire du métal liquide dans une masselotte ouverte à sa partie supérieure et communiquant à sa partie inférieure avec l'espace de coulée et à former la bande métallique par entraînement et refroidissement du métal remplissant l'espace de coulée qui constitue des peaux solidifiées au contact des parois latérales des cylindres en rotation, ce procédé permettant d'éviter la formation de criques dans le métal en cours de solidification après coulée et de favoriser le formage de la bande en cours de refroidissement.

Dans ce but, on règle le refroidissement du métal par les cylindres, dans au moins une zone, suivant la direction axiale des cylindres, de manière qu'au niveau du col de l'espace de coulée, la bande métallique comporte deux peaux solidifiées externes et, entre les peaux externes, au moins une poche de métal non encore solidifié dans un état liquide ou pâteux communiquant, par l'intermédiaire d'au moins un canal continu rempli de métal liquide ou pâteux délimité par les peaux externes, avec le métal liquide de la masselotte.

L'invention est également relative à un dispositif de coulée continue d'une bande métallique comportant deux cylindres contrarotatifs à axes horizontaux et parallèles disposés en vis-à-vis et avec un écartement correspondant à l'épaisseur de la bande à couler, deux parois latérales ou petites faces délimitant un espace de coulée entre les cylindres et une masselotte de coulée de métal liquide comportant deux parois longitudinales de direction axiale par rapport aux cylindres, sensiblement verticales, dont le bord inférieur interne situé en contact ou au voisinage immédiat de la surface d'un cylindre définit une ligne de mise en contact du métal liquide et du cylindre, dans lequel le bord inférieur interne des parois longitudinales de la masselotte présente une forme non rectiligne, de manière à définir une ligne de mise en contact du métal liquide et des cylindres non rectiligne qui s'écarte dans une zone au moins, suivant sa longueur axiale, d'une génératrice du cylindre, de manière à faire varier, suivant la longueur axiale du cylindre, la longueur de l'arc de contact du métal coulé avec le cy-

lindre et la malléabilité du métal coulé pendant son refroidissement. Par la suite, la longueur de l'arc de contact sera généralement désignée comme longueur de refroidissement, laquelle longueur détermine le refroidissement du métal coulé et son taux de solidification.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire, à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux figures jointes en annexe, plusieurs modes de réalisation d'un dispositif de coulée continue entre cylindres suivant l'invention.

La figure 1 est une vue schématique en coupe longitudinale d'un dispositif de coulée continue entre cylindres suivant l'art antérieur.

La figure 2 est une vue schématique en coupe transversale du dispositif représenté sur la figure 1.

La figure 3 est une vue en coupe longitudinale d'un dispositif de coulée continue entre cylindres, selon l'invention et selon un premier mode de réalisation.

La figure 4 est une demi-vue en coupe transversale du dispositif représenté sur la figure 3.

La figure 5 est une vue en coupe suivant 5-5 de la figure 3 montrant la section transversale de la bande métallique en cours de solidification entre les cylindres d'un dispositif de coulée tel que représenté sur les figures 3 et 4.

La figure 6 est une vue en coupe longitudinale d'un dispositif de coulée continue entre cylindres suivant l'invention et suivant un second mode de réalisation.

La figure 7 est une vue en coupe suivant 7-7 de la figure 6 montrant la section transversale de la bande en cours de refroidissement entre les cylindres du dispositif de coulée continue représenté sur la figure 6.

La figure 8 est une demi-vue en coupe longitudinale d'un dispositif de coulée continue suivant l'invention et suivant une troisième variante de réalisation.

La figure 9 est une demi-vue en coupe transversale suivant 9-9 de la figure 8.

La figure 10 est une vue en coupe transversale suivant 10-10 de la figure 8 montrant la section transversale de la bande en cours de solidification dans le dispositif de coulée continue représenté sur la figure 8.

La figure 11 est une vue en coupe transversale montrant la forme de la surface intérieure d'une paroi longitudinale d'une masselotte d'un dispositif de coulée continue suivant l'invention.

Le dispositif de coulée continue entre cylindres représenté de manière très schématique sur les figures 1 et 2 sera décrit ci-après de manière à montrer la disposition des différents éléments constituant un dispositif de coulée continue entre cylindres d'une bande métallique, de type classique.

Le dispositif représenté sur les figures 1 et 2 comporte deux cylindres 1a et 1b dont les axes sont

horizontaux et parallèles et qui sont disposés de manière à présenter un écartement entre leurs surfaces latérales, au niveau du plan horizontal 2 contenant leurs axes, sensiblement égal à la largeur de la bande métallique 3 dont on réalise la coulée.

Les cylindres 1a et 1b sont entraînés en rotation dans des sens différents pendant la coulée.

L'espace de coulée délimité par une partie de la surface latérale des cylindres 1a et 1b située au-dessus du plan 2 est fermé sur chacun de ses côtés par une paroi latérale 4 appelée petite face qui vient en contact frottant et étanche avec des parties d'extrémité des cylindres 1a et 1b.

Le dispositif de coulée représenté sur les figures 1 et 2 comporte de plus une masselotte 6 à l'intérieur de laquelle le métal liquide destiné à constituer la bande métallique 3 est déversé par l'intermédiaire d'une busette 7 dont la partie inférieure pénètre à l'intérieur de la masselotte 6.

La masselotte 6 comporte deux parois longitudinales 8a et 8b sensiblement verticales et parallèles à l'axe des cylindres 1a et 1b ; ces parois viennent en contact avec les cylindres 1a et 1b suivant une zone délimitée vers l'intérieur de la masselotte par une ligne droite constituant une génératrice du cylindre correspondant 1a ou 1b.

La masselotte comporte également deux parois frontales 9a et 9b qui viennent en contact étanche avec les petites faces 4 du dispositif de coulée ou qui constituent un prolongement vers le haut de ces petites faces.

La ligne droite constituée par le bord inférieur interne de chacune des parois longitudinales 8a et 8b de la masselotte placé au contact ou au voisinage immédiat du cylindre 1a ou 1b correspondant délimite vers le haut la partie du cylindre 1a ou 1b sur laquelle se produit le refroidissement du métal liquide.

Les conditions de coulée du métal liquide par la partie supérieure ouverte de la masselotte sont telles que le niveau supérieur 11 de ce métal liquide à l'intérieur de la masselotte 6 se trouve situé sensiblement au-dessus du plan horizontal 12 contenant les lignes droites telles que 14 délimitant vers le haut la zone de refroidissement du métal liquide.

Pendant la coulée, le métal liquide vient en contact avec les cylindres 1a et 1b qui sont refroidis, de manière à se solidifier progressivement pour constituer deux peaux de métal solide 3a et 3b dont l'épaisseur augmente dans le sens de rotation des cylindres.

Dans le cas d'une masselotte dont le bord inférieur interne tel que 14 est une ligne droite, la longueur d'arc des cylindres suivant laquelle se produit le refroidissement du métal liquide est constante suivant toute la longueur axiale des cylindres 1a et 1b.

Le refroidissement et la solidification de la bande métallique 3 est donc sensiblement identique suivant la longueur des cylindres, c'est-à-dire suivant la lar-

geur de la bande 3.

Dans la mesure où la solidification de la bande se termine en tout point de la bande dans une même zone située dans un plan horizontal, par exemple au voisinage ou dans le plan contenant les axes des cylindres, il se produit des tensions transversales importantes dans la bande, notamment dues au retrait à la solidification du métal coulé, qui ne peuvent être compensées et qui peuvent induire des criques, en particulier dans la partie centrale de la bande en cours de refroidissement.

Ce phénomène est particulièrement accentué et gênant, dans le cas de bandes de grandes largeurs.

En outre, le contrôle de forme de la bande, en particulier au voisinage de ses bords latéraux, est rendu difficile par le fait que la bande est généralement entièrement solidifiée lors de son passage dans le plan axial des cylindres constituant la partie la plus étroite ou col de l'espace de coulée. La capacité de façonnage par un effet analogue au laminage des cylindres de coulée 1a et 1b est donc très limitée.

Sur les figures 3, 4 et 5, on a représenté un dispositif de coulée continue de bande métallique selon l'invention qui permet de pallier les inconvénients des dispositifs selon l'art antérieur signalés ci-dessus.

Le dispositif de coulée continue comporte deux cylindres tels que le cylindre 15 à axes horizontaux et parallèles dont la disposition est identique à la disposition des cylindres 1a et 1b du dispositif représenté sur les figures 1 et 2.

L'espace de coulée entre les deux cylindres est délimité latéralement par des parois 16a et 16b ou petites faces qui sont en contact étanche avec les parties d'extrémité des cylindres.

Le dispositif comporte de plus une masselotte 17 comprenant en particulier deux parois longitudinales telles que 18 dont les parties d'extrémité longitudinales se rejoignent pour constituer les faces d'extrémité frontales de la masselotte 17 en contact étanche avec les petites faces 16a et 16b.

Le bord inférieur interne 20 de chacune des parois longitudinales 18 constituant la ligne de contact de la paroi longitudinale avec le cylindre 15 correspondant est de forme non rectiligne et s'écarte dans certaines zones au moins d'une génératrice du cylindre 15.

Dans le cas du mode de réalisation de la masselotte représentée sur la figure 3, le bord inférieur interne des parois longitudinales de la masselotte 17 vient en contact avec le cylindre 15, sensiblement suivant une génératrice 21 du cylindre, dans sa partie centrale et s'écarte sensiblement et progressivement de la génératrice 21 dans les zones d'extrémité de la paroi longitudinale correspondant aux zones d'extrémité du cylindre 25 et de la bande 19.

La partie centrale 22 de la bande 19 est obtenue par refroidissement du métal liquide depuis la ligne de coulée 21 de forme sensiblement rectiligne.

Il en résulte des conditions sensiblement identiques de refroidissement et de solidification de la bande dans sa partie centrale, cette partie de la bande étant entièrement solidifiée au niveau du col ou légèrement en-dessous, comme il est visible sur la figure 5.

Les parties d'extrémité 23a et 23b de la bande 19 qui sont obtenues par solidification du métal liquide à partir des zones d'extrémité de la ligne de coulée 20 inclinées en direction du col subissent un refroidissement moins intense et moins rapide que la zone centrale de la bande et qui s'atténue progressivement en direction des extrémités latérales des cylindres et de la bande 19.

La distance verticale d entre les parties d'extrémité de la ligne de coulée 20 et le plan axial des cylindres correspondant au col de l'espace de coulée a une longueur faible correspondant à la longueur l de refroidissement des extrémités de la bande 19 qui est sensiblement inférieure à la longueur l de refroidissement de la partie centrale 22 de la bande, de sorte qu'il subsiste à l'intérieur de la bande 19, dans ses parties d'extrémité 23a et 23b, des zones de métal non solidifiées 24a et 24b à l'état liquide ou pâteux qui vont en s'élargissant vers les extrémités latérales de la bande 19.

En outre, ces zones non solidifiées sont en communication avec le métal liquide contenu dans la masselotte pendant la coulée, par l'intermédiaire de canaux continus remplis de métal non solidifié. Les peaux externes solidifiées de la bande métallique ménagent entre elles au niveau du col, au moins une poche dans laquelle le métal n'est pas encore solidifié et, dans le prolongement de la poche, un canal continu jusqu'à la masselotte, les parois du canal constituées par les peaux solidifiées ne se rejoignant complètement pour fermer le canal en aucun point entre le col et la masselotte.

On doit toutefois remarquer que du fait du refroidissement par les petites faces 16a et 16b en contact avec les parties d'extrémité des parois 18, la bande 19 est solidifiée et constitue une peau solide fermant les zones 24a et 24b le long des bords latéraux de la bande 19.

La présence des zones non solidifiées 24a et 24b dans les parties latérales de la bande permet d'assurer un formage des rives de la bande par un laminage sous faible pression effectué par les cylindres 15.

La présence de canaux continus communiquant avec la masselotte permet d'assurer un déplacement du métal non solidifié dans les deux sens, ce qui assure une bonne malléabilité au niveau du col.

La surface interne 18a de la paroi longitudinale 18 de la masselotte 17, comme il est visible sur la figure 4 présente une inclinaison vers l'extérieur de la masselotte, ou dépouille, dans le sens allant du haut vers le bas de la paroi 18.

En outre, le bord inférieur interne de la paroi 18

constituant la ligne de coulée 20 en contact avec le cylindre 15 est en retrait vers l'extérieur par rapport à la surface intérieure 18a dont l'angle de dépouille augmente au voisinage de sa partie inférieure 18b.

Les avantages apportés par cette forme de la surface intérieure de la paroi 18 seront indiqués plus loin, en particulier en référence à la figure 11.

Le métal liquide est déversé dans l'espace de coulée par l'intermédiaire d'une busette 25 comportant des ouvertures latérales 26 assurant la répartition du métal liquide dans la partie supérieure de la masselotte délimitant un volume de distribution du métal liquide. L'ouverture de la masselotte et l'inclinaison de ses parois sont telles qu'il subsiste un espace libre faible entre les ouvertures de sortie de la busette et la surface intérieure de la partie supérieure de la masselotte.

Il en résulte des mouvements faibles du métal liquide dans la partie supérieure de la masselotte constituant le volume de distribution, ce qui permet d'améliorer la régularité de la solidification du métal sur la surface des cylindres, dans la mesure où cette solidification est faiblement perturbée par les mouvements du métal liquide. En outre, une telle disposition permet d'augmenter la pression ferrostatique sur le métal en cours de solidification entre les cylindres, sans augmenter le volume de la masselotte. On évite également la formation de zones mortes, c'est-à-dire de zones où le métal coulé a tendance à stagner, dans le volume de distribution du métal liquide qui pourrait entraîner des solidifications parasites se traduisant par la formation de croûtes sur la surface du métal ou sur la masselotte.

En outre, la chaleur excédentaire du métal coulé peut être évacuée dans la partie supérieure de la masselotte.

Le dispositif de coulée tel que représenté sur les figures 3 et 4 permet donc non seulement d'obtenir un métal plus malléable sur les bords latéraux de la bande pendant sa solidification mais encore d'améliorer les conditions générales dans lesquelles se déroule la coulée.

Sur la figure 6, on a représenté une seconde variante de réalisation d'un dispositif de coulée suivant l'invention qui comporte les éléments principaux qui ont déjà été décrits, à savoir deux cylindres contrarotatifs tels que le cylindre 30, disposés avec leurs axes horizontaux et parallèles, deux petites faces 31a, 31b en contact étanche avec l'extrémité des cylindres 30 et fermant l'espace de coulée sur les deux côtés latéraux correspondant aux bords de la bande métallique 32 en cours de coulée et une masselotte 34 comportant deux parois longitudinales telles que 35 placées suivant la direction axiale des cylindres 30.

Les parois longitudinales 35 sont inclinées vers le haut en direction de la partie centrale de la masselotte et comportent un bord inférieur interne 40 constituant la ligne de contact de la paroi 35 et du métal li-

quide avec le cylindre 30, de forme non rectiligne, de façon à faire varier la longueur de la zone de refroidissement du métal liquide sur le cylindre 30 suivant la longueur axiale de ce cylindre.

La ligne de contact 40 comporte deux parties d'extrémité 41a, 41b inclinées par rapport au plan horizontal axial du cylindre 30, de sorte que la longueur de la zone de refroidissement varie entre une valeur faible minimale l_1' à l'extrémité du cylindre et une valeur maximale l_1 à l'extrémité interne des zones 41a et 41b.

La ligne de contact 40 comporte à la suite des parties 41a et 41b vers la partie centrale du cylindre, deux parties 42a et 42b parallèles à l'axe du cylindre au niveau desquelles le bord inférieur interne de la paroi longitudinale 35 de la masselotte 34 est disposé suivant une génératrice du cylindre.

Dans les zones du cylindre correspondant aux parties 42a et 42b de la ligne de contact, la longueur 11 de refroidissement du métal liquide est maximale.

Enfin, la ligne de contact 40 comporte une partie centrale 43 parallèle à l'axe du cylindre 30 et disposée suivant une génératrice à un niveau intermédiaire entre les parties 42a et 42b et l'extrémité externe des parties 41a.

La partie 43 de la ligne de contact 40 est reliée par des parties inclinées 43a et 43b aux parties 42a et 42b respectivement.

La longueur l_1' de la zone de refroidissement du cylindre au niveau de la partie centrale 43 est intermédiaire entre la longueur maximale l_1 correspondant aux parties 42a et 42b et la longueur minimale l_1' correspondant aux extrémités du cylindre.

Sur la figure 7, on a représenté la bande 32 en cours de solidification entre les cylindres, dans le cas de l'utilisation du dispositif représenté sur la figure 6.

Les zones 44a et 44b de la bande 32 situées au niveau des parties 42a et 42b de la ligne de refroidissement sont entièrement solidifiées du fait que la longueur de refroidissement est maximale dans ces zones.

En revanche, les parties d'extrémité 45a et 45b de la bande 32 et la partie centrale 46 qui sont obtenues respectivement par refroidissement sur le cylindre au niveau des parties 41a, 41b et 43 de la ligne de contact 40 présentent des zones internes respectivement 47a, 47b et 48 qui sont encore à l'état liquide ou pâteux, la largeur de ces zones liquides ou pâteuses 47a, 47b et 48 étant variable dans les zones où la ligne de contact est inclinée.

C'est ainsi que les zones 47a et 47b ont une largeur maximale vers l'extérieur des cylindres, cette largeur diminuant progressivement en direction de la partie centrale du cylindre.

La zone centrale 48 comporte des extrémités dont la largeur diminue progressivement au niveau des parties inclinées 43a et 43b de la ligne de contact 40.

Comme décrit précédemment, les zones 47a, 47b et 48 sont en communication avec le métal liquide contenu dans la masselotte, par des canaux continus délimités par les peaux externes solidifiées de la bande métallique.

Le dispositif représenté sur la figure 6 permet en particulier de réaliser dans de très bonnes conditions la coulée de bandes larges, puisque la partie centrale pâteuse 48 de la bande permet de disposer d'un volume souple absorbant les déformations et contraintes dans les directions transversales de la bande (flèches 49) dues à des retenues de solidification et assurant un déplacement du métal dans la direction longitudinale de la bande en cours de formation.

De plus, les zones pâteuses d'extrémité 47a et 47b permettent d'améliorer le façonnage des bords de la bande sous l'effet du laminage par les cylindres 30.

Il est à remarquer que le refroidissement du métal sur les bords de la bande par les petites faces 31a et 31b permet d'obtenir une solidification complète des bords latéraux de la bande.

Comme précédemment, la forme resserrée de la partie supérieure de la masselotte permet d'obtenir de très bonnes conditions de coulée et de solidification du métal liquide. La coulée du métal liquide est assurée par l'intermédiaire d'une busette 50 comportant des ouvertures latérales 51 assurant la répartition du métal liquide dans la partie supérieure de la masselotte et l'établissement d'un niveau supérieur du métal liquide.

Sur les figures 8 et 9, on a représenté un dispositif de coulée suivant l'invention et suivant une troisième variante de réalisation.

Le dispositif de coulée comporte, de manière classique, deux cylindres tels que 52 à axes horizontaux et parallèles, des petites faces telles que 53 en contact étanche avec l'extrémité des cylindres et délimitant l'espace de coulée et une masselotte 54 comportant des parois longitudinales telles que 55.

Les parois telles que 55 présentent, comme précédemment, une inclinaison de manière que la partie supérieure de la masselotte soit resserrée pour améliorer les conditions de coulée.

De plus, les parois longitudinales 55 comportent un bord inférieur interne définissant la ligne de coulée 56 du métal liquide de forme ondulée. La forme sinusoïdale de la ligne de coulée 56 qui chemine de part et d'autre d'une génératrice 57 du cylindre permet d'obtenir des zones successives 58a, 58b, 58c, ..., dans lesquelles la longueur de refroidissement du métal liquide sur la surface du cylindre varie de manière alternée.

Dans les zones telles que 58a et 58c, le refroidissement du métal liquide est plus important que dans les zones intermédiaires telles que la zone 58b, du fait que les parties correspondantes de la ligne de coulée se trouvent de part et d'autre de la génératrice

57.

Il en résulte une solidification variable de la bande 60 suivant sa largeur correspondant à la direction axiale du cylindre 52, comme il est visible sur la figure 10.

Dans les zones de la bande 60 correspondant aux zones telles que 58a et 58c dans lesquelles le refroidissement est plus important, la peau solidifiée 59 de la bande 60 est plus épaisse que dans les zones intermédiaires telles que 58b dans lesquelles le refroidissement est moins important.

La forme générale de la surface interne de la peau 59 est sinusoïdale.

Il en résulte une capacité de déformation transversale de la bande 60, du fait de l'existence de zones souples dans lesquelles la peau solidifiée présente une épaisseur moindre.

Cette possibilité de déformation transversale de la bande permet un certain retrait pendant la solidification, sans risque de fissuration.

Pendant la progression du front de solidification dans la bande se déplaçant entre les cylindres et en-dessous des cylindres, les écarts d'épaisseur de la peau solidifiée se réduisent progressivement, jusqu'à ce que l'épaisseur solidifiée devienne constante. A ce moment, les effets de retrait et les risques de fissuration dans la bande sont devenus très faibles.

Sur la figure 11, on a représenté un cylindre 62 d'une machine de coulée continue entre cylindres suivant l'invention et une partie d'une paroi longitudinale 63 de la masselotte du dispositif de coulée dont la surface interne 64 présente, dans certaines zones au moins, une inclinaison vers le bas et vers l'extérieur de la masselotte définissant une dépouille, cette forme en dépouille ayant déjà été représentée et décrite sommairement plus haut.

Grâce à cette forme en dépouille, s'il se forme un germe de solidification 65 au contact de la surface interne 64 de la paroi 63, ce germe de solidification tend à s'éloigner de la paroi par gravité, comme indiqué par la flèche 66. On évite ainsi le développement d'une première peau au contact de la paroi de la masselotte, cette première peau pouvant être préjudiciable à la qualité de la peau de la bande formée entre les cylindres de la machine de coulée tels que le cylindre 62, dans la zone de refroidissement 67.

Cette forme pyramidale de la masselotte permet également d'optimiser les conditions de coulée du métal liquide et les pertes thermiques.

Le dispositif de coulée continue suivant l'invention permet donc d'optimiser les conditions de coulée et de solidification du métal de la bande, de manière à limiter les risques de fissuration et à favoriser le façonnage de la bande métallique entre les cylindres de coulée.

L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation qui ont été décrits.

C'est ainsi qu'on peut moduler le refroidissement

par les cylindres dans différentes zones suivant la direction longitudinale de ces cylindres sans utiliser une masselotte ayant des bords inférieurs non rectilignes. On peut par exemple assurer un refroidissement des cylindres par une circulation interne d'un liquide refroidissant, qui soit variable dans la direction axiale.

C'est ainsi qu'on peut imaginer d'autres formes du bord inférieur interne des parois longitudinales de la masselotte définissant la ligne de contact du métal liquide, de manière à obtenir une variation voulue, suivant la direction axiale des cylindres correspondant à la direction transversale de la bande, des conditions de refroidissement du métal liquide et de la malléabilité de la bande en cours de refroidissement.

Revendications

1.- Procédé de coulée continue d'une bande métallique (22, 32, 60) entre deux cylindres (15, 30, 52) contrarotatifs à axes horizontaux et parallèles disposés en vis-à-vis, délimitant avec deux parois latérales appelées petites faces (16a, 16b, 31a, 31b, 53), un espace de coulée ayant une largeur minimale correspondant à l'épaisseur de la bande et à l'espacement entre les cylindres, dans une partie voisine du plan contenant les axes des cylindres, constituant le col de l'espace de coulée, le procédé consistant à introduire du métal liquide dans une masselotte (17, 34, 54) ouverte à sa partie supérieure et communiquant à sa partie inférieure avec l'espace de coulée et à former la bande métallique par entraînement et refroidissement du métal remplissant l'espace de coulée qui constitue des peaux solidifiées au contact des parois latérales des cylindres en rotation, caractérisé en ce que, dans au moins une zone, suivant la direction axiale des cylindres (15, 30, 52), on règle le refroidissement du métal par les cylindres, de manière qu'au niveau du col de l'espace de coulée, la bande métallique comporte deux peaux solidifiées externes et, entre les peaux externes, au moins une poche de métal non encore solidifié, dans un état liquide ou pâteux, communiquant, par l'intermédiaire d'au moins un canal continu rempli de métal liquide ou pâteux délimité par les peaux externes, avec le métal liquide de la masselotte (17, 34, 54).

2.- Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on règle le refroidissement du métal au contact des cylindres, par réglage de la longueur de refroidissement du métal au contact des cylindres, entre la masselotte (17, 34, 54) et le col de l'espace de coulée.

3.- Dispositif de coulée continue d'une bande métallique (22, 32, 60) comportant deux cylindres (15, 30, 52) contrarotatifs à axes horizontaux et parallèles, disposés en vis-à-vis et avec un écartement corres-

pondant à l'épaisseur de la bande à couler, deux parois latérales (16a, 16b, 31a, 31b, 53) ou petites faces délimitant un espace de coulée entre les cylindres et une masselotte (17, 34, 54) de coulée de métal liquide comportant deux parois longitudinales (18, 35, 55) de direction axiale par rapport aux cylindres, sensiblement verticales, dont le bord inférieur interne (20, 40, 56) situé au contact ou au voisinage immédiat de la surface d'un cylindre définit une ligne de mise en contact du métal liquide et du cylindre assurant son refroidissement, caractérisé par le fait que le bord inférieur interne (20, 40, 56) de l'une au moins des parois longitudinales (18, 35, 55) de la masselotte (17, 34, 54) présente une forme non rectiligne, de manière à définir une ligne de mise en contact (20, 40, 56) du métal liquide et du cylindre (15, 32, 52), non rectiligne, qui s'écarte dans une zone au moins suivant la direction axiale, d'une génératrice du cylindre, de manière à faire varier suivant la longueur axiale du cylindre (15, 32, 52), la longueur de refroidissement du métal coulé sur le cylindre (15, 32, 52) et la malléabilité du métal coulé pendant son refroidissement.

4.- Dispositif suivant la revendication 3, caractérisé par le fait que le bord inférieur interne (20) de la paroi longitudinale (18) de la masselotte (17) définissant la ligne de contact du métal liquide avec le cylindre (15) présente deux parties inclinées par rapport au plan axial horizontal du cylindre (15) dans les zones d'extrémité du cylindre et une partie centrale disposée suivant une génératrice du cylindre (15), de manière que la longueur de refroidissement du métal liquide par le cylindre (15) augmente dans le sens allant des extrémités du cylindre vers la partie centrale, pour atteindre un maximum dans la partie centrale.

5.- Dispositif suivant la revendication 3, caractérisé par le fait que le bord inférieur interne de la paroi longitudinale (35) de la masselotte (34) définissant la ligne de mise en contact (40) du métal liquide avec le cylindre (30) présente deux parties (41a, 41b) au voisinage des extrémités du cylindre inclinées par rapport au plan axial horizontal du cylindre, deux parties (42a, 42b) disposées suivant une première génératrice du cylindre, à la suite des parties d'extrémité vers le centre du cylindre et une zone centrale (43) suivant une seconde génératrice du cylindre, de manière que la longueur de refroidissement du métal liquide sur le cylindre (30) varie depuis un minimum au voisinage de l'extrémité des cylindres jusqu'à un maximum au niveau des zones correspondant à la première génératrice du cylindre, puis du maximum jusqu'à une valeur intermédiaire entre la valeur maximale et la valeur minimale au niveau de la zone centrale.

6.- Dispositif suivant la revendication 3, caractérisé par le fait que le bord inférieur interne de la paroi longitudinale (55) de la masselotte (54) définissant la ligne (56) de mise en contact du métal liquide avec le cylindre (52) présente une forme ondulée et chemine de part et d'autre d'une génératrice (57), suivant la

longueur axiale du cylindre (52).

7.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé par le fait que les parois longitudinales (18, 35, 55) de la masselotte (17, 34, 54) présentent une forme et une disposition telles que l'espace intérieur de la masselotte (17, 34, 54) dans sa partie supérieure présente des dimensions sensiblement inférieures aux dimensions de l'espace intérieur de la masselotte dans sa partie inférieure voisine des cylindres (15, 32, 52), la surface intérieure des parois de la masselotte dans sa partie supérieure se trouvant au voisinage d'ouvertures de coulée latérales (26, 51) d'une busette de coulée de métal liquide (25, 50) introduite dans l'espace intérieur de la masselotte (17, 34, 54).

5

8.- Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé par le fait que la surface interne des parois longitudinales (18, 35, 55) de la masselotte (17, 34, 54) présente, dans certaines zones au moins, une inclinaison, de haut en bas et vers l'extérieur de la masselotte, de manière à définir un angle de dépouille de cette paroi.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

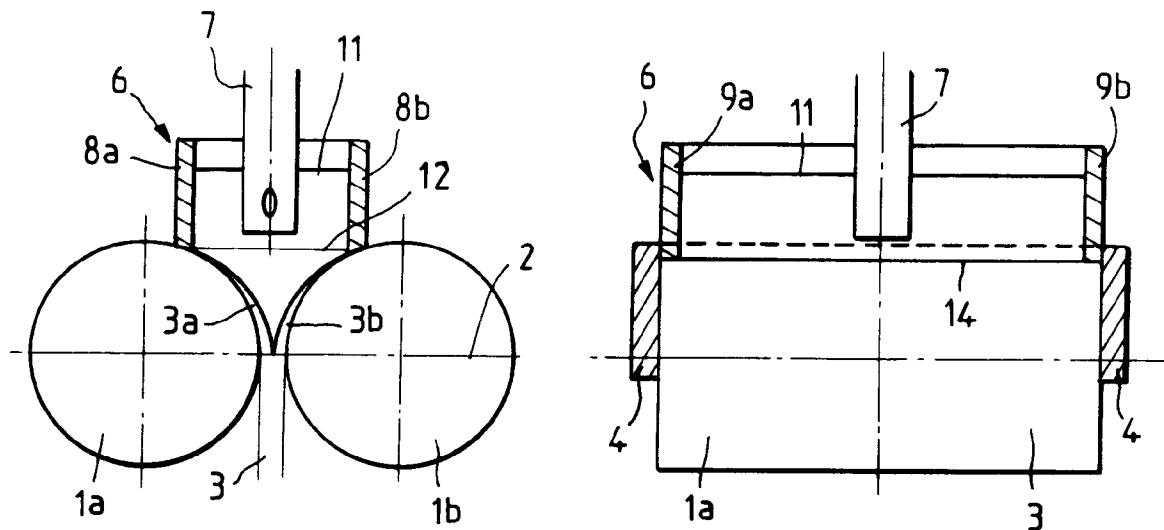


FIG. 2

FIG. 1

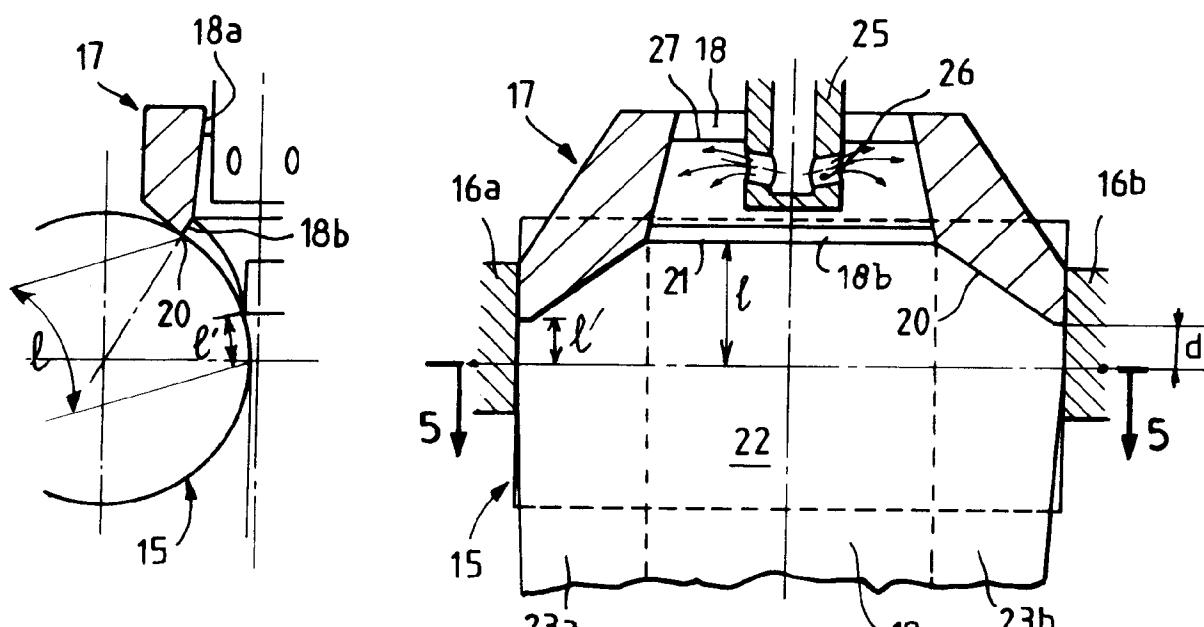


FIG. 4

FIG. 3

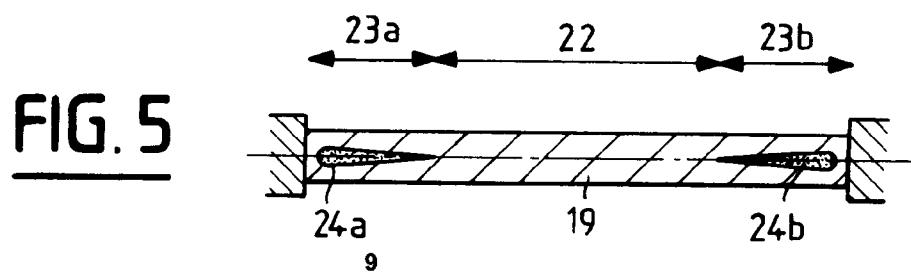


FIG. 5

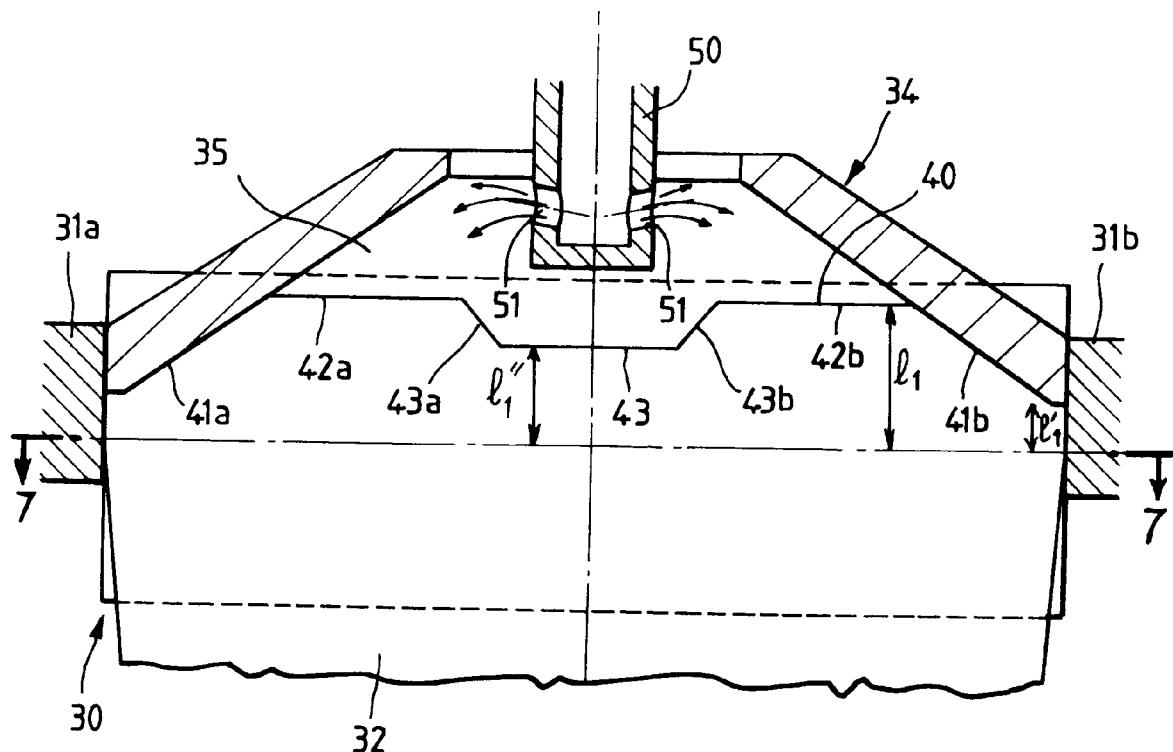
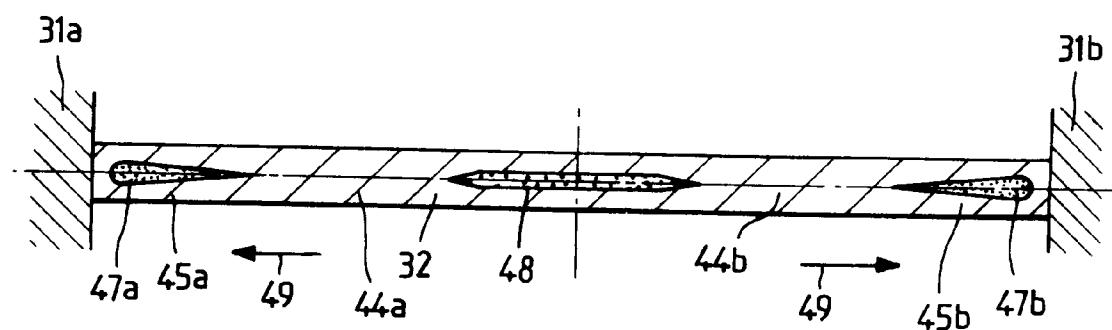
FIG. 6FIG. 7

FIG. 8

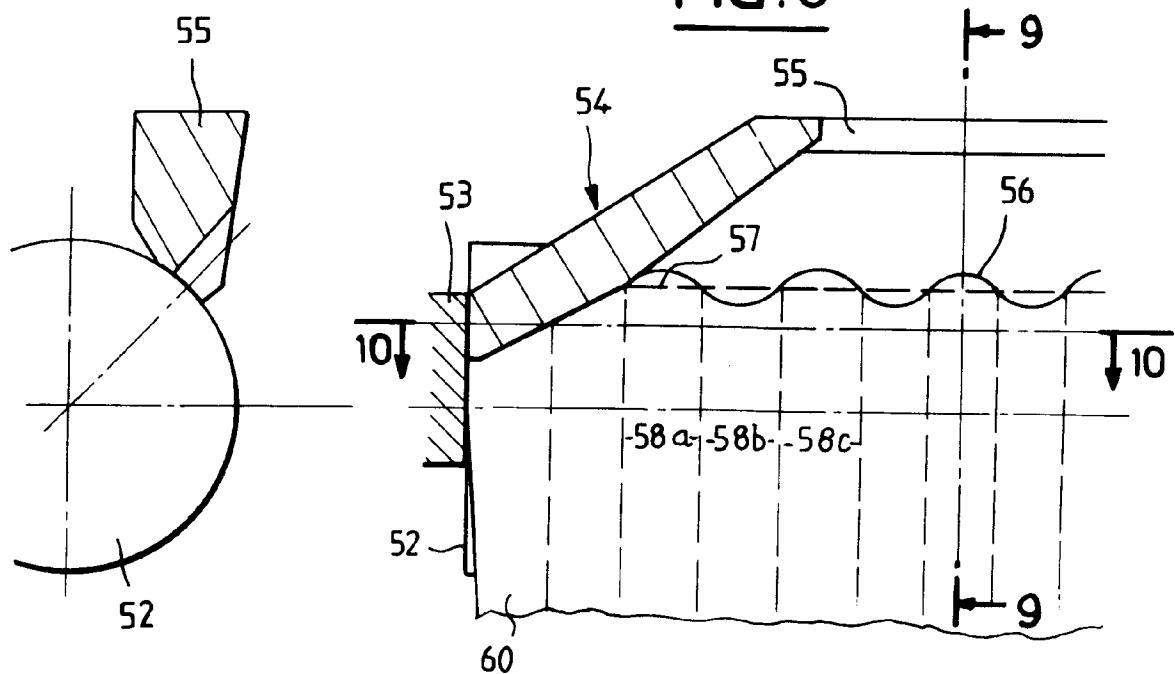


FIG. 9

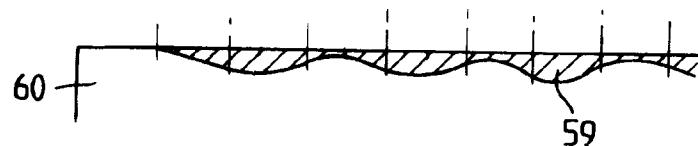


FIG. 10

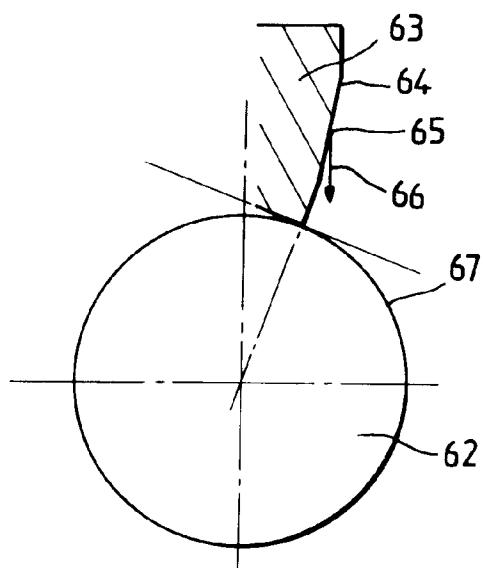


FIG. 11



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 92 40 3144

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
X	EP-A-0 407 323 (IRSID) * page 4, ligne 33 - page 5, ligne 44; figures 1-4 *	1-3	B22D11/06
D	& FR-A-2 649 340 (IRSID) ---		
X	GB-A-2 198 976 (DAVY MCKEEN LTD) * page 2, ligne 21 - ligne 31; figures 1,2,9,10 * * page 3, ligne 28 - ligne 32 *	1-3	
A	WO-A-8 902 799 (BATELLE DEVELOPMENT CORP.) * figures 3,4 *	1,3	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 102 (M-576)(2549) 31 Mars 1987 & JP-A-61 249 649 (SUMITOMO METAL IND LTD) 6 Novembre 1986 * abrégé *	1,3	
A	EP-A-0 154 250 (CONCAST SERVICE UNION AG) * figures 2,3 *	1,3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
	-----		B22D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	08 FEVRIER 1993	MAILLIARD A.M.	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			