



(19)

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 020 244 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
**19.07.2000 Bulletin 2000/29**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B22D 13/02, B22D 19/16**

(21) Numéro de dépôt: **99400089.1**

(22) Date de dépôt: **14.01.1999**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY 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**

(71) Demandeur: **Werquin, Jean-Claude  
13090 Aix en Provence (FR)**

(72) Inventeur: **Werquin, Jean-Claude  
13090 Aix en Provence (FR)**

(74) Mandataire: **Bouget, Lucien et al  
Cabinet Lavoix  
2, Place d'Estienne d'Orves  
75441 Paris Cédex 09 (FR)**

### (54) Procédé et installation de coulée centrifuge verticale de cylindres composites de laminoir

(57) La présente invention est relative à un procédé de coulée centrifuge d'axe vertical, utilisé notamment pour la fabrication des cylindres de laminoir bimétalliques ou composites. La mise en place du métal de l'enveloppe externe, qui constitue la partie utilisable du cylindre, se fait de façon plus rapide que dans le procédé de coulée conventionnel, au moyen de la pulvérisation

des jets de coulée par un gaz neutre sous pression. Ce système permet de contrôler la température de l'interface en continu et de faire varier la vitesse de coulée en fonction de la structure recherchée, dendritique ou équiaxe. Le procédé permet de réaliser les cylindres composites en acier rapide à haut carbone sans ségrégation ainsi que les cylindres en acier semi-rapide à bas carbone sans porosités à l'interface des deux métaux.

## Description

**[0001]** La présente invention est relative à un procédé et une installation de coulée par centrifugation verticale, destinés à la réalisation de nuances d'acières rapides à haut carbone et concernant les cylindres de travail bi-métalliques ou composites destinés à équiper les lamoins dégrossisseur et finisseur des trains à bande à chaud, les lamoins à froid, et aussi les lamoins à produits longs notamment à fils et à barres.

**[0002]** Accessoirement, elle peut s'appliquer non seulement aux aciers rapides à haut carbone mais aussi à tous les matériaux utilisés pour former la couche utile des cylindres et notamment les nuances en aciers semi-rapides dont la teneur ne dépasse pas 1%. Il en résultera alors de meilleures caractéristiques mécaniques apportées par la structure équiaxe.

**[0003]** L'utilisation des aciers rapides à haut carbone comme matériau actif de la couche de travail des cylindres de lamoins est aujourd'hui bien connue et a déjà fait l'objet de brevets dans de nombreux pays.

**[0004]** Cependant les technologies de coulée conventionnelles utilisées en centrifugation verticale conduisent à des structures mixtes dendritiques - équiaxes. Leur répartition dans la partie utile du cylindre est l'image combinée des gradients thermiques très différents imposés par l'hydrodynamique de la coulée du métal d'enveloppe encore appelé métal primaire car il est coulé en premier. La coulée du métal primaire est suivie par la coulée du métal de coeur que l'on appelle aussi métal secondaire. Les métaux, de nature fort différente, sont parfaitement soudés entre eux.

**[0005]** D'un autre côté, les aciers rapides à haut carbone utilisés pour les cylindres de lamoins sont limités dans leurs teneurs en Carbone et en Vanadium en raison notamment du phénomène de flottaison des carbures VC hypereutectiques. Ceux-ci se forment peu avant le liquidus de l'alliage en raison de l'apparition d'un mécanisme de nucléation initié notamment par la présence inévitable d'azote et de certaines impuretés métalliques.

**[0006]** Ces limitations sont décrites dans le brevet français n° 2 625 226.

**[0007]** Enfin l'expérience a montré que les cylindres en acier rapide actuellement sur le marché présentent un coefficient de frottement à chaud plus élevé que les cylindres utilisés jusqu'alors. Cela se traduit par une augmentation sensible du couple de laminage et de l'énergie consommée et donc de la température de contact du cylindre avec la bande.

**[0008]** Pour pallier cet inconvénient, il est souhaitable d'augmenter la teneur en carbone de l'acier rapide pour en augmenter la phase carbure dont le coefficient de frottement est excellent. Mais en même temps il faut éviter que ces carbures formés ne soient massifs et donc fragiles. Ces carbures seront donc de préférence du type MC et M2C. Le Vanadium favorisant ce type de carbures, il conviendra donc d'augmenter en même temps

le Vanadium et le Carbone au-delà des limitations décrites par le brevet n° F - 2 625 226 déjà mentionné.

**[0009]** Jusqu'à présent seul le procédé de revêtement continu par coulée ( Brevet US - 4 116 684) permettait de réaliser en même temps ces deux actions.

**[0010]** En pratique il a été maintes fois observé que l'apparition de la flottaison gravitaire était plutôt instable et que les limitations définies par le brevet français 2 625 226 sont parfois dépassées dans un sens comme dans l'autre.

**[0011]** Un examen rétroactif et une réflexion plus approfondie font apparaître que les structures fortement dendritiques sont plus sensibles que les structures équiaxes au phénomène de flottaison gravitaire. Ce qui permet de conclure que le régime hydrodynamique transitoire, qui influence le système de cristallisation, a aussi une influence directe sur la flottaison gravitaire.

**[0012]** Cette flottaison gravitaire a pour cause une différence sensible de densité entre le carbure MC et le métal liquide. Elle ne peut se produire que si aucun obstacle solide, tel qu'une dendrite d'austénite ne se trouve sur le trajet du carbure MC soumis à la force centripète.

**[0013]** Ce qui signifie que le carbure MC doit être de nature hypereutectique c'est à dire qu'il doit se former et avoir un volume suffisant avant que la température de l'alliage n'ait atteint le liquidus. Une force centripète suffisante s'exercera alors et vaincra les forces de viscosité qui freinent sa migration.

**[0014]** On sait que ces carbures hypereutectiques sont initiés par des germes ayant le même réseau cristallin que le carbure MC (réseau C.F.C.). De nombreux nitrides répondent à cette définition et notamment ceux de Titane, de Zirconium, d'Aluminium, de Tantale etc... L'efficacité de ces germes de nitride d'un élément donné est d'autant plus grande que l'énergie libre de formation du carbure de cet élément est élevée.

**[0015]** On peut ainsi volontairement précipiter des carbures MC hypereutectiques à des températures de 50° à 70° avant le liquidus de l'alliage par une addition de l'élément avide d'azote et provoquer ainsi une flottaison gravitaire lors de la coulée centrifuge. Et ceci, même si l'alliage coulé a une composition en dessous des limites définies par le brevet français n° 2 625 226.

**[0016]** En revanche, en présence de traces de ces éléments particuliers avides d'azote, et au-dessus des limites définies par le brevet français n° 2 625 226, des carbures hypereutectiques n'apparaissent plus que quelques degrés au-dessus du liquidus de l'alliage. Ainsi, si l'on accélère la formation des dendrites d'austénite primaire en évitant la formation d'un front totalement liquide à la surface interne de l'enveloppe centrifugée, on piège complètement les carbures hypereutectiques par ces mêmes dendrites. On évite ainsi, la flottaison de ces carbures et leur concentration néfaste à la surface libre interne.

**[0017]** Pour réaliser efficacement un tel mécanisme, on a donc été conduit à modifier le système traditionnel de coulée. Ce procédé connu est décrit sur les figures

1 et 2.

**[0018]** Dans le procédé traditionnel de coulée, le métal liquide arrive en haut de la coquille 1, alimenté par plusieurs jets 2, provenant d'une pipe de coulée 3. Il s'y solidifie instantanément en raison du fort gradient thermique imposé par la proximité de la coquille. Par la suite, les couches successives de métal glissent les une sur les autres vers le bas en se solidifiant de manière continue. Ce mécanisme dure jusqu'au moment où la couche cylindrique 9, suivant l'épaisseur d'enduit 4, atteint 12 à 17 mm. A ce moment le gradient thermique n'est plus suffisant et le métal liquide ne se solidifie plus instantanément. Il glisse alors rapidement vers le bas en autant de filets liquides 11 que de jets et s'accumule d'abord sur le bord inférieur du moulage de la table. Puis franchissant le bord libre du tourillon inférieur 5, il retombe et s'accumule au fond 8 de ce tourillon inférieur. La figure 2 décrit ce mécanisme en vue de dessus dans un exemple avec 3 jets. Ce mécanisme est évidemment le même avec 1, 2 ou 4 jets.

**[0019]** Lorsque sa viscosité est devenue suffisante grâce au refroidissement, ce métal liquide atteint progressivement la vitesse angulaire  $\omega$  du moule tournant et remonte alors pour prendre sa position définitive 10. C'est durant cette remontée et suivant les températures atteintes par le métal liquide que les structures finales deviendront dendritiques, équiaxes ou mixtes.

**[0020]** Il apparaît ainsi que la vitesse de coulée de la table, n'est pas directement reliée à la vitesse de coulée du métal liquide. Elle dépend de la capacité d'entraînement du tourillon inférieur et du changement de viscosité du métal liquide durant son trajet le long des parois du moule.

**[0021]** C'est lors de cette remontée que se forme un front liquide et que se met en route le mécanisme de flottaison décrit plus haut, au fur et à mesure de l'accélération centrifuge.

**[0022]** En pratique, pour des gros cylindres, ce mécanisme prend déjà place dans le tourillon inférieur et l'on peut parfois trouver une zone de flottaison seulement en bas de table.

**[0023]** Pour des petits cylindres, tels que ceux utilisés pour les trains à barres, le front liquide se forme très vite, sans grande perte de température en raison des trajets de descente et de remontée plus courts. La flottaison se produit alors beaucoup plus facilement.

**[0024]** Pour les métaux à bas carbone, ( $C < 1\%$ ) le dernier métal prenant place en haut de table qui provient des couches internes situées plus bas, est souvent un mélange de liquide et de dendrites d'austénite déjà formées et déplacées de façon désordonnée. La cristallisation de cette partie est critique car elle n'est pas renourrie par du métal liquide et de nombreuses porosités peuvent alors se former dans cette zone.

**[0025]** La présente invention a pour premier objectif de maîtriser totalement l'hydrodynamique du procédé de coulée en évitant le trajet aller et retour du métal liquide en évitant, cette fois, le passage par le tourillon

inférieur.

**[0026]** A cette effet l'invention a pour objet un procédé de coulée centrifuge verticale de cylindres composites de laminoir, caractérisé en ce qu'on pulvérise des jets d'alimentation de métal liquide sur la surface interne d'une coquille cylindrique, au moyen d'un gaz neutre sous pression, en maintenant la surface interne de l'enveloppe ou interface, à une température proche de celle du liquidus du métal coulé.

**[0027]** Suivant d'autres caractéristiques :

- le métal est coulé par couches successives d'épaisseurs décroissantes et cadencées en fonction de la température de ladite surface interne de l'enveloppe ou interface ;
- la température de ladite surface interne de l'enveloppe ou interface est maintenue de préférence dans un intervalle de température compris entre la température de liquidus de l'alliage et cette même température diminuée de  $10^{\circ}\text{C}$  ;
- la température de la surface interne de l'enveloppe ou interface est mesurée en permanence, pendant la coulée, par exemple à l'aide d'un thermocouple Platine - Platine Rhodié gainé de platine ;
- le flux est introduit en même temps que le métal, sous forme liquide au-dessus de la poche afin de protéger de l'oxydation les particules solides émergent de l'interface ;
- l'enduit de la coquille a une épaisseur supérieure à 3mm en haut de table.

**[0028]** L'invention a aussi pour objet une installation de coulée centrifuge verticale, comprenant une coquille rotative et une pipe de coulée du métal munie d'au moins une buse projetant des jets de métal, caractérisée en ce qu'il est prévu au moins un injecteur de gaz neutre sous pression au-dessus de chaque buse, pour pulvériser le ou chaque jet de métal en nappe sur la surface interne de la coquille puis sur la surface interne de l'enveloppe ou interface.

**[0029]** De plus :

- un capteur de température est disposé sensiblement axialement à l'intérieur de la coquille pour mesurer la température de la surface interne de l'enveloppe ;
- l'installation comprend des moyens de réglage du débit de métal coulé, commandés en fonction de la température détectée par le capteur de température, afin de maintenir la température de la surface interne de l'enveloppe dans la plage souhaitée.

**[0030]** Enfin, l'invention a pour objet un cylindre de laminoir caractérisé en ce que :

- la teneur en carbone de l'enveloppe est comprise entre 2,2% et 2,8%, la teneur en vanadium est comprise entre 6% et 8% et que la structure de cette

- enveloppe est entièrement équiaxe et exempte de toute porosité ;
- la teneur en carbone de l'enveloppe est inférieure à 1% et que sa structure de cette enveloppe est entièrement équiaxe et exempte de toute porosité.
- [0031]** Dans le nouveau système de coulée décrit sur les figures 3 à 5, les jets de métal liquide 2 sont pulvérisés individuellement et directement sur la coquille 1 par un injecteur à jet plat 13 d'argon ou d'un autre gaz neutre à haute pression situé au-dessus de chaque jet de métal liquide. Le gaz utilisé est amené à une pression supérieure ou égale à 10 bars par un tube 12 et une couronne sur laquelle les injecteurs 13 sont fixés avec une position angulaire prédéterminée pour orienter la nappe de métal pulvérisé vers la coquille. La figure 4 illustre simplement un tel dispositif en vue de dessus.
- [0032]** Ce n'est donc plus quelques jets (2 à 4 dans la coulée traditionnelle) qui atteignent directement la coquille mais de larges nappes de métal liquide pulvérisé.
- [0033]** La surface active d'embrayage du métal liquide se trouve ainsi considérablement augmentée par un facteur de plus de 1000.
- [0034]** Dès lors que l'embrayage du métal liquide se produit instantanément, le métal liquide ne descend plus dans le tourillon inférieur et la vitesse de coulée de la table, qui n'est plus aléatoire, dépend uniquement de la vitesse de coulée du métal liquide.
- [0035]** Il est alors possible de couler plus lentement et avec de plus basses températures de coulée que dans le procédé traditionnel ou les pertes de températures importantes et irrégulières doivent être compensées par une vitesse de coulée et une température de coulée élevées.
- [0036]** Un second avantage de ce nouveau procédé de coulée suivant l'invention, est de pouvoir placer entre les jets, avant la coulée du métal, un thermocouple 7. Celui ci permettra de mesurer de façon continue la température de l'interface. En modulant en conséquence le débit de coulée, il sera alors possible de la maintenir en permanence au niveau de température du liquidus de l'alliage.
- [0037]** Ainsi, grâce à ce système de régulation du débit en fonction de la température de l'interface et à mise en place immédiate du métal fraîchement coulé sur la même interface il y a en permanence des dendrites ou plutôt des fragments de dendrites qui bloquent la migration des carbures hypereutectiques. La structure, en raison de la présence permanente de ces fragments dendritiques servant de germes endogènes à la solidification de l'austénite, sera équiaxe.
- [0038]** Afin de supporter la haute température de l'interface on utilisera un thermocouple Platine - Platine Rhodié lui même protégé par une gaine en platine. Ce thermocouple 7 est descendu dans la table à la même hauteur que dans le procédé traditionnel.
- [0039]** Ce même thermocouple permet évidemment de mesurer la température de l'interface pour contrôler les conditions de liaison avec le matériau du cœur, généralement en fonte nodulaire, comme dans le procédé traditionnel.
- [0040]** Il convient de souligner que l'introduction d'un thermocouple 7 avant et pendant la coulée de l'alliage d'enveloppe n'est pas possible dans le procédé traditionnel. En effet, comme décrit dans la figure 1, des éclaboussures de métal liquide 6 se produisent lors des impacts des jets de métal contre la coquille. Ces éclaboussures détruirait alors et neutraliseraient instantanément le thermocouple.
- [0041]** En raison également de la faible énergie disponible lors de la coulée de l'acier rapide à haut carbone qui ne se solidifie pas avec des mécanismes eutectiques fortement exothermiques, et de la température de l'interface maintenue volontairement et relativement froide, il convient d'amener le flux dans un état préalablement fondu.
- [0042]** A titre d'exemple et pour comparer l'ancien et le nouveau procédé, il a été fondu un alliage du type acier rapide à haut carbone dont la composition est donnée ci après et deux enveloppes ont été coulées par centrifugation verticale suivant l'un et l'autre des procédés. Dans cet exemple et pour faciliter l'examen métallographique, le métal secondaire n'a pas été coulé.
- [0043]** La composition visée était la suivante :
- |    |           |
|----|-----------|
| 30 | C: 2,5    |
|    | Si: 1,00  |
| 35 | Mn : 0,60 |
|    | Ni : 0,90 |
|    | Cr : 8,00 |
|    | Mo : 3,50 |
|    | V: 7,00   |
|    | W: 1,50   |
- [0044]** Une première enveloppe a été coulée avec le procédé traditionnel à une vitesse de coulée constante de 2500 Kilogrammes par minute et à une température déterminée par une surchauffe de 130°C au dessus du liquidus de l'alliage préalablement mesuré par analyse thermique.
- [0045]** Le flux a été introduit sous forme de granulés solide en même temps que le métal liquide dans le tube de coulée 3.
- [0046]** Les dimensions de cette enveloppe étaient de Ø 750 mm de 1700 mm de longueur et de 75 mm d'épaisseur.
- [0047]** La composition obtenue sur cette enveloppe était la suivante :
- |    |           |
|----|-----------|
| 55 | C : 2,43  |
|    | Si: 0,92  |
|    | Mn : 0,58 |
|    | P : 0,031 |
|    | S : 0,013 |
|    | Ni : 0,90 |
|    | Cr : 7,79 |

Mo : 3,45  
V: 6,78  
W: 1,51

**[0048]** Sur cette enveloppe on pouvait mesurer une zone de flottaison d'épaisseur constante et d'environ 12 mm d'épaisseur. Entre la zone de flottaison et la zone dendritique on pouvait observer de nombreuses porosités. Entre 30 et 75 mm la structure est dendritique en haut et en bas.

**[0049]** Une seconde enveloppe a été coulée avec le nouveau procédé de la présente invention à une vitesse de coulée constante de 1200 Kg/mn pendant la première période à solidification instantanée de 20 mm d'épaisseur. Puis par coulées interrompues successives correspondant à 15 mm puis 12 mm puis 10 mm, 10 mm et enfin 8 mm et à une température de coulée dans la poche ayant une surchauffe de 80°C au dessus du liquidus, en début de coulée.

**[0050]** La température était suivie en permanence par le thermocouple et chaque nouvelle coulée commençait lorsque la température d'enveloppe était de 10° en dessous du liquidus.

**[0051]** Pour éviter tout emprisonnement de flux lors de la première phase de coulée, une épaisseur d'enduit 4 plus importante en haut de table, d'environ 4 mm était utilisée (au lieu de 2 mm dans la coulée traditionnelle).

**[0052]** Les dimensions de cette enveloppe étaient aussi de Ø 750mm, de 1700 mm de longueur et de 75 mm d'épaisseur.

**[0053]** La composition obtenue sur cette seconde enveloppe était la suivante :

C : 2,48  
Si: 0,97  
Mn : 0,56  
P : 0,025  
S : 0,011  
Ni : 0,84  
Cr : 7,85  
Mo : 3,35  
V: 6,82  
W: 1,55

**[0054]** Sur cette enveloppe on pouvait vérifier l'absence de flottaison et une structure équiaxe, sans porosités sur toute l'épaisseur.

**[0055]** Une troisième enveloppe en acier semi-rapide était ensuite réalisée suivant le procédé de l'invention et ayant la composition suivante :

C : 0,65  
Si: 1.24  
Mn : 0,82  
P : 0,027  
S : 0,014  
Ni : 0,80  
Cr : 7,25

Mo : 3,39  
V: 0,82  
W: 1,55

5 **[0056]** Cette troisième enveloppe a été coulée avec le nouveau procédé de la présente invention à une vitesse de coulée constante de 1500 Kg /mn pendant la première période à solidification instantanée de 25 mm d'épaisseur. Puis par coulées interrompues successives correspondant à 15 mm puis 15mm puis 10mm et enfin 10 mm et à une température de coulée en poche ayant une surchauffe de 90°C au dessus du liquidus mesuré, en début de coulée.

10 **[0057]** La température était suivie en permanence par le thermocouple et chaque nouvelle coulée commençait lorsque la température d'enveloppe était de quelques degrés C ( 1 à 5°) au dessous du liquidus.

15 **[0058]** Pour éviter toute emprisonnement de flux lors de la première phase de coulée, une épaisseur d'enduit 4 plus importante en haut de table, d'environ 4 mm était utilisée. En outre ce flux était introduit à l'état préfond en même temps que le métal liquide par le tube 3.

20 **[0059]** Les dimensions de cette enveloppe étaient de Ø 550 mm, de 1800 mm de longueur et de 75 mm d'épaisseur.

25 une épaisseur de métal secondaire de 20 mm était ensuite coulée après solidification partielle de l'enveloppe, suivant le procédé conventionnel, afin de simuler la liaison des deux métaux. Puis après solidification totale 30 de cette seconde couche l'opération de centrifugation était arrêtée.

35 A l'examen de cette liaison en haut de table, aucune porosité ne pouvait être mise en évidence du côté métal primaire.

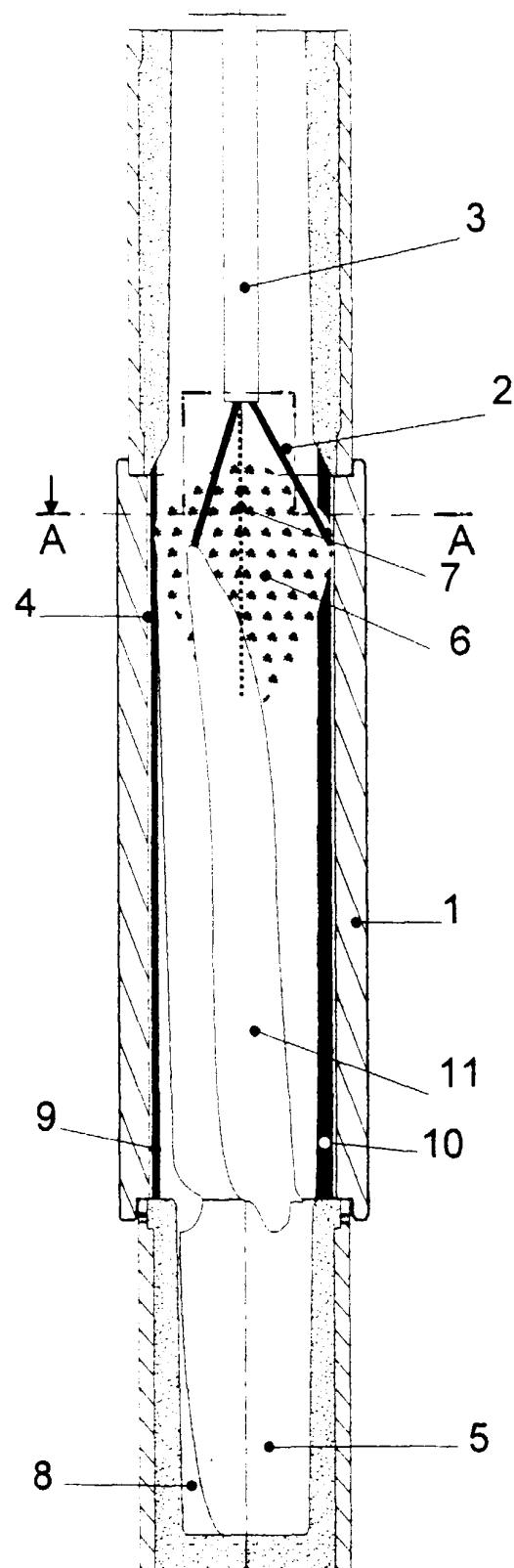
## Revendications

40 1. Procédé de coulée centrifuge verticale de cylindres composites de laminoir, caractérisé en ce qu'on pulvérise des jets d'alimentation de métal liquide sur la surface interne d'une coquille cylindrique, au moyen d'un gaz neutre sous pression, en maintenant la surface interne de l'enveloppe ou interface, à une température proche de celle du liquidus du métal coulé.

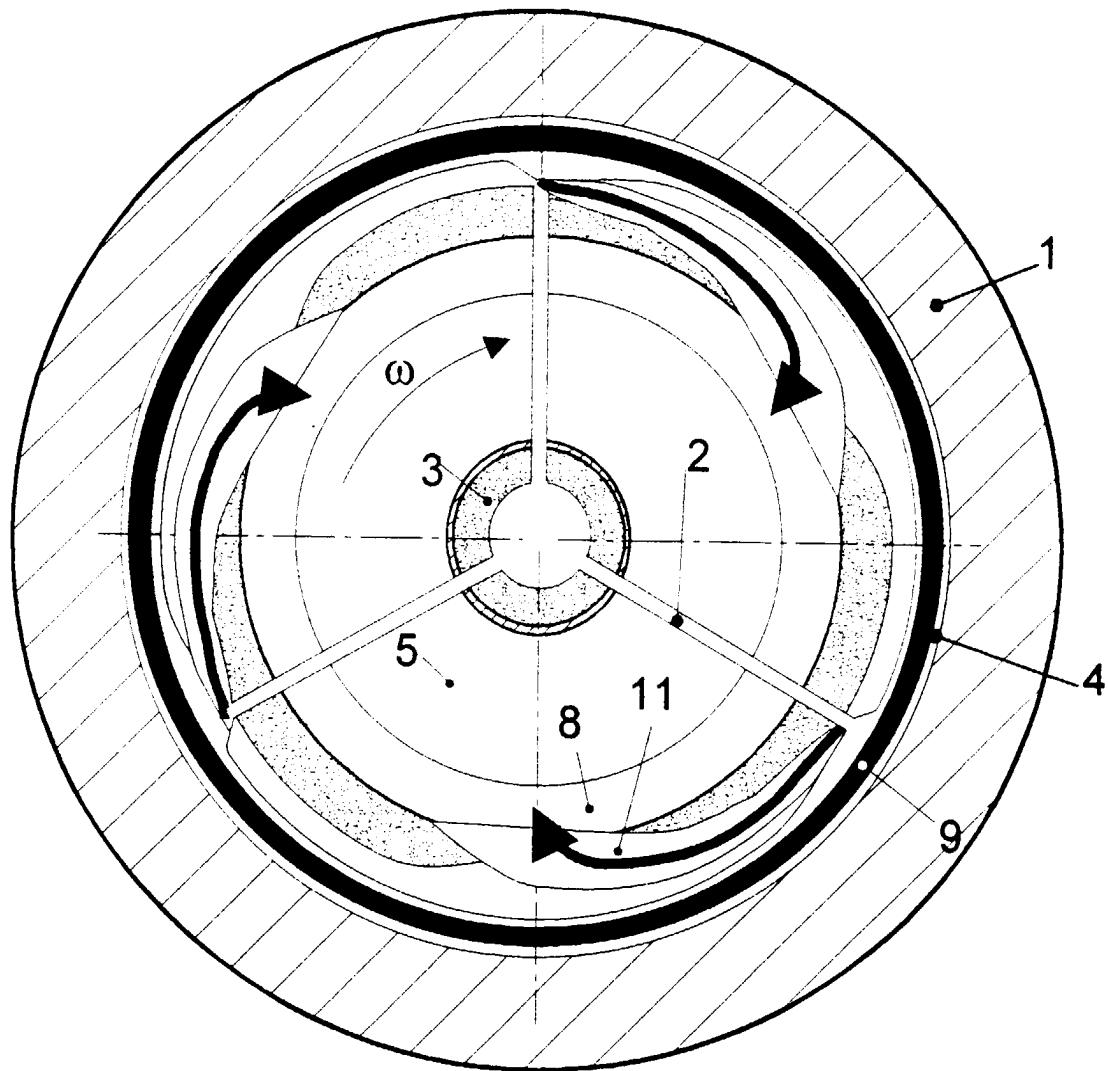
45 2. Procédé de coulée centrifuge verticale suivant la revendication 1 caractérisé en ce que le métal est coulé par couches successives d'épaisseur décroissantes et cadencées en fonction de la température de ladite surface interne de l'enveloppe ou interface.

50 3. Procédé de coulée centrifuge verticale suivant la revendication 1 et 2 caractérisé en ce que la température de ladite surface interne de l'enveloppe ou interface est maintenue de préférence dans un in-

- tervalle de température compris entre la température de liquidus de l'alliage et cette même température diminuée de 10°C.
- ture, afin de maintenir la température de la surface interne de l'enveloppe dans la plage souhaitée.
4. Procédé de coulée centrifuge verticale suivant les revendications 1 à 3 caractérisé en ce que la température de la surface interne de l'enveloppe ou interface est mesurée en permanence, pendant la coulée, par exemple à l'aide d'un thermocouple Platine - Platine Rhodié gainé de platine. 5
5. Procédé de coulée centrifuge verticale suivant les revendications 1 à 4 caractérisé en ce que le flux est introduit en même temps que le métal, sous forme liquide au-dessus de la poche afin de protéger de l'oxydation les particules solides émergeant de l'interface. 15
6. Procédé de coulée centrifuge verticale suivant les revendications 1 à 5 caractérisé en ce que l'enduit de la coquille a une épaisseur supérieure à 3mm en haut de table. 20
7. Cylindre de laminoir réalisé suivant le procédé revendiqué par les revendications 1 à 6 et caractérisé en ce que la teneur en carbone de l'enveloppe est comprise entre 2,2% et 2,8%, la teneur en vanadium est comprise entre 6% et 8% et que la structure de cette enveloppe est entièrement équiaxe et exempte de toute porosité. 25
8. Cylindre de laminoir réalisé suivant le procédé revendiqué par les revendications 1 à 6 et caractérisé en ce que la teneur en carbone de l'enveloppe est inférieure à 1% et que la structure de cette enveloppe est entièrement équiaxe et exempte de toute porosité. 35
9. Installation de coulée centrifuge verticale, comprenant une coquille rotative (1) et une pipe (3) de coulée du métal munie d'au moins une buse projetant des jets de métal, caractérisée en ce qu'il est prévu au moins un injecteur (13) de gaz neutre sous pression au-dessus de chaque buse, pour pulvériser le ou chaque jet de métal en nappe sur la surface interne de la coquille puis sur la surface interne de l'enveloppe ou interface. 40
- 45
10. Installation suivant la revendication 9, caractérisée en ce qu'un capteur de température (7) est disposé sensiblement axialement à l'intérieur de la coquille (1) pour mesurer la température de la surface interne de l'enveloppe. 50
11. Installation suivant la revendication 10, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens de réglage du débit de métal coulé, commandés en fonction de la température détectée par le capteur de tempéra-

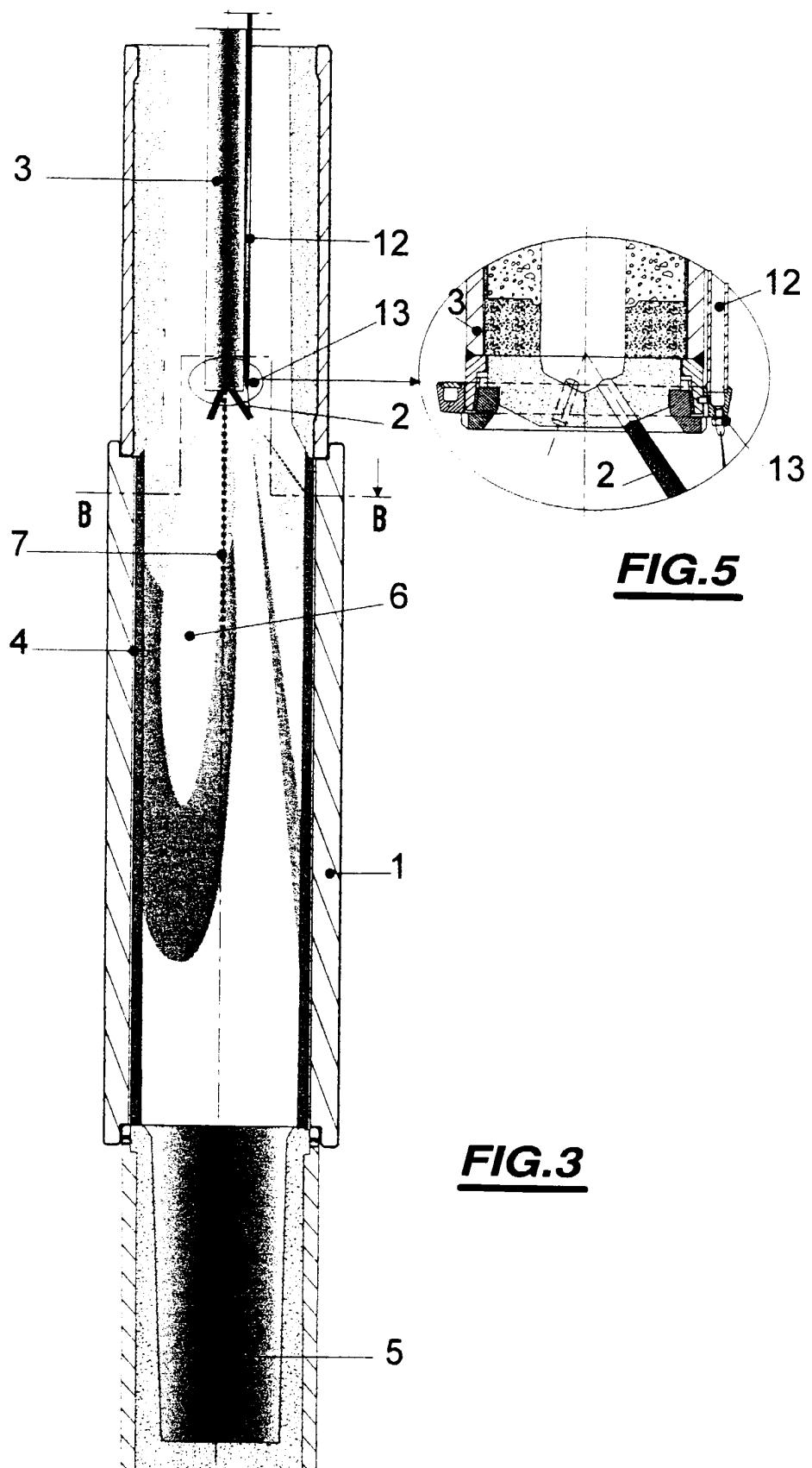


**FIG. 1 (ART ANTERIEUR)**

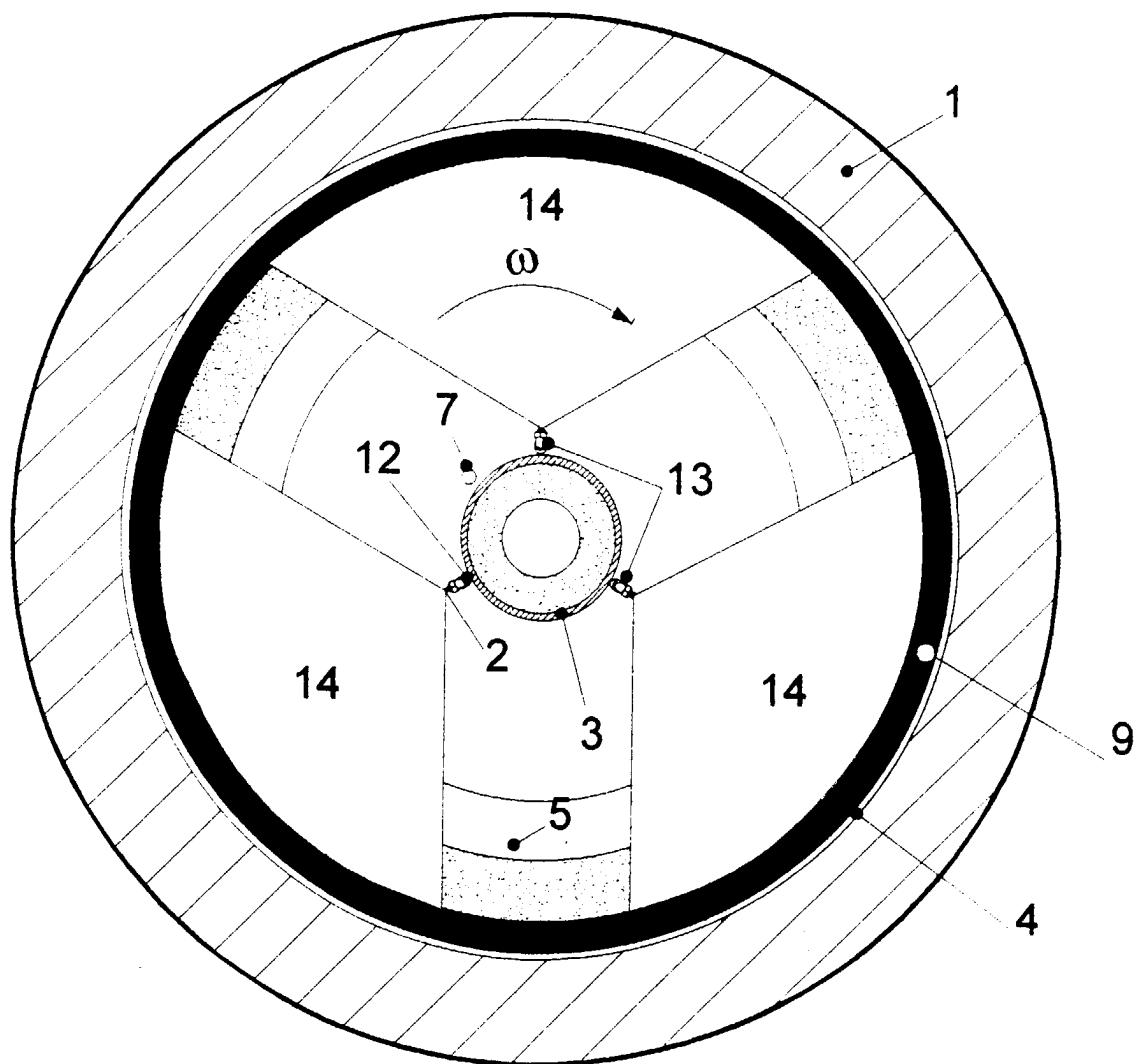


Coupe suivant AA

**FIG.2 (ART ANTERIEUR)**



Coupe suivant BB



**FIG.4**



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 99 40 0089

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,D	FR 2 625 226 A (CHAVANNE-KETIN ET AL.) 30 juin 1989 * revendication 1 * ----	1,7,9	B22D13/02 B22D19/16
A,D	US 4 116 684 A (N. UCHIDA ET AL.) 26 septembre 1978 ----		
A	EP 0 698 670 A (KAWASAKI STEEL CORPORATION) 28 février 1996 * revendication 9 * ----	1	
A	EP 0 560 210 B (HITACHI METALS, LTD.) 18 décembre 1996 * revendication 6 * ----	1	
A	EP 0 559 899 B (KAWASAKI STEEL CORPORATION) 4 novembre 1998 * revendication 1 * ----	1	
A	EP 0 322 300 B (FORCAST INTERNATIONAL ET AL.) 8 septembre 1993 * revendication 1 * ----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	US 3 754 593 A (M. D. STONE) 28 août 1973 * revendication 1; figure 1 * ----	1	B22D
E	FR 2 765 819 A (JEAN CLAUDE WERQUIN) 15 janvier 1999 * revendications 1-8; figures 3,4 * ----	1	
A	JP 01 254363 A (KAWASAKI STEEL CORPORATION) 11 octobre 1989 * le document en entier * -& PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 006 (M-916), 9 janvier 1989 & JP 01 254363 A (KAWASAKI STEEL CORP), 11 octobre 1989 * abrégé * ---- -/-	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
BERLIN		21 mai 1999	Sutor, W
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 intercalaire			
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			



Office européen  
des brevets

**RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE**

Numéro de la demande  
EP 99 40 0089

<b>DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	US 3 826 301 A (R. G. BROOKS) 30 juillet 1974 * revendication 1 *	1	
A	--- N.N.: "SPRAY STEEL MAKES HIGH QUALITY TOOL STEEL" STEEL TIMES - INCORPORATING IRON & STEEL, vol. 217, no. 1, 1 janvier 1989, page 32 XP000007338 Redhill, Surrey, GB	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 089 (M-207), 13 avril 1983 & JP 58 013462 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 25 janvier 1983 * abrégé *	4	
	-----		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
<p>Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications</p>			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
BERLIN	21 mai 1999	Sutor, W	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 40 0089

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

21-05-1999

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
FR 2625226	A	30-06-1989	AU	2908989 A	19-07-1989
			EP	0322315 A	28-06-1989
			WO	8905867 A	29-06-1989
			JP	2502738 T	30-08-1990
			US	5536230 A	16-07-1996
-----					
US 4116684	A	26-09-1978	JP	1089490 C	23-03-1982
			JP	52111411 A	19-09-1977
			JP	56015706 B	11-04-1981
			CA	1071904 A	19-02-1980
			GB	1552895 A	19-09-1979
-----					
EP 698670	A	28-02-1996	JP	2841276 B	24-12-1998
			JP	8073977 A	19-03-1996
			BR	9503008 A	25-06-1996
			CN	1133758 A	23-10-1996
			DE	69504613 D	15-10-1998
			DE	69504613 T	28-01-1999
			ES	2121265 T	16-11-1996
			US	5674171 A	07-10-1997
			US	5839495 A	24-11-1998
			AU	691060 B	07-05-1998
			AU	4075695 A	22-08-1996
			CA	2166258 A	15-08-1996
-----					
EP 560210	B	15-09-1993	CN	1082950 A	02-03-1994
			DE	69306615 D	30-01-1997
			EP	0560210 A	15-09-1993
			JP	2778896 B	23-07-1998
			JP	6025794 A	01-02-1994
			KR	9604412 B	03-04-1996
			US	5355932 A	18-10-1994
			US	5484372 A	16-01-1996
-----					
EP 559899	B	15-09-1993	JP	2832254 B	09-12-1998
			JP	5070884 A	23-03-1993
			JP	2715199 B	18-02-1998
			JP	4365836 A	17-12-1992
			EP	0559899 A	15-09-1993
			ES	2124728 T	16-02-1999
			CN	1070433 A,B	31-03-1993
			DE	69227504 D	10-12-1998
			DE	69227504 T	08-04-1999
			EP	0562114 A	29-09-1993
			WO	9305192 A	18-03-1993
			WO	9305193 A	18-03-1993

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 40 0089

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

21-05-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 559899 B		KR	9605598 B	26-04-1996
		US	5316596 A	31-05-1994
EP 322300 B	28-06-1989	FR	2625225 A	30-06-1989
		AT	94219 T	15-09-1993
		AU	2908089 A	19-07-1989
		CA	1331076 A	02-08-1994
		DE	3883943 D	14-10-1993
		DE	3883943 T	24-03-1994
		EP	0322300 A	28-06-1989
		ES	2045170 T	16-01-1994
		WO	8905868 A	29-06-1989
		JP	2502931 T	13-09-1990
		US	5147733 A	15-09-1992
US 3754593 A	28-08-1973	AUCUN		
FR 2765819 A	15-01-1999	AUCUN		
JP 1254363 A	11-10-1989	AUCUN		
US 3826301 A	30-07-1974	GB	1379261 A	02-01-1975
		BE	790453 A	15-02-1973
		CA	982781 A	03-02-1976
		DE	2252139 A	03-05-1973
		FR	2158964 A	15-06-1973
		JP	48050937 A	18-07-1973
		SE	393549 B	16-05-1977
		US	RE31767 E	18-12-1984
		US	3909921 A	07-10-1975
		AU	466513 B	30-10-1975
		AU	4792572 A	26-04-1975
		ZA	7207374 A	27-06-1973

EPO FORM EPO460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82