

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 901 851 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

17.03.1999 Bulletin 1999/11

(51) Int Cl.⁶: B22D 11/06

(21) Numéro de dépôt: 98402164.2

(22) Date de dépôt: 02.09.1998

(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

(30) Priorité: 12.09.1997 FR 9711351

(71) Demandeurs:

- USINOR
92800 Puteaux (FR)
- Thyssen Stahl Aktiengesellschaft
4100 Duisburg (DE)

(72) Inventeurs:

- Schmitz, Wilhelm
52499 Baesweiler (DE)
- Senk, Dieter
47169 Duisburg (DE)
- Stebner, Guido
47509 Rheurdt (DE)

• Simon, Rolf

47057 Duisburg (DE)

• Ganser, Christophe

62400 Bethune (FR)

• Damasse, Jean-Michel

62330 Isbergues (FR)

• Vicente, Patrice

57000 Metz (FR)

• Themines, Dominique

59190 Hazebrouck (FR)

(74) Mandataire: Ventavoli, Roger

USINOR,
Direction Propriété Industrielle,
Immeuble "La Pacific",
La Défense,
11/13 Cours Valmy,
TSA 10001
92070 La Défense (FR)

(54) **Face latérale pour l'obturation de l'espace de coulée d'une installation de coulée continue de bandes métalliques entre cylindres, et installation de coulée ainsi équipée**

(57) L'invention a pour objet une face latérale (11) pour l'obturation de l'espace de coulée (6) d'une installation de coulée continue de bandes métalliques du type comportant deux cylindres (5, 5') contrarotatifs refroidis intérieurement, à axes horizontaux, dont les surfaces latérales cylindriques définissent un espace de coulée (6) dont la largeur au col (7) détermine l'épaisseur de la bande, ladite face latérale (11) présentant une partie active (3) destinée à frotter contre les chants (4) des cylindres (5, 5') en cours de coulée et à faire face audit espace de coulée (6), caractérisée en ce que les dimensions de ladite partie active (3) sont telles que son bord inférieur (12) est destiné à être situé à une distance (d) égale à au moins 1 mm au-dessus du col (7) lorsque la face latérale (11) est montée sur l'installation de coulée.

L'invention a aussi pour objet une installation de coulée continue de bandes métalliques du type comportant deux cylindres (5, 5') contrarotatifs refroidis intérieurement, à axes horizontaux, dont les surfaces latérales cylindriques définissent un espace de coulée (6) dont la largeur au col (7) détermine l'épaisseur de la bande, et deux faces latérales d'obturation de son es-

pace de coulée, caractérisée en ce que lesdites faces latérales sont du type précédent.

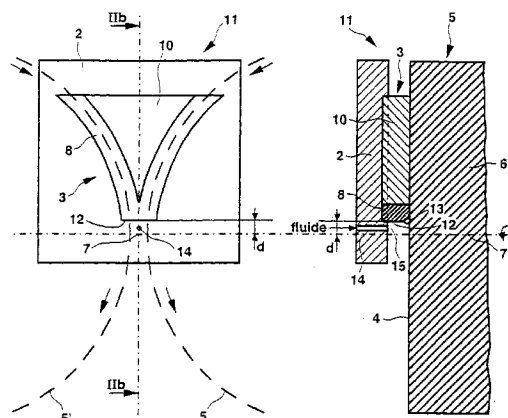


Fig. 2a

Fig. 2b

Fig. 2

EP 0 901 851 A1

Description

[0001] L'invention concerne la coulée continue de bandes métalliques de faible épaisseur, effectuée directement à partir de métal liquide. Plus précisément, elle concerne l'obturation latérale de l'espace de coulée des installations dites de "coulée entre cylindres", appliquées notamment à la coulée de bandes d'acier ou d'alliages ferreux.

[0002] Dans ce type d'installations, dont l'application à la coulée de bandes d'acier de quelques mm d'épaisseur est en cours d'industrialisation, l'espace de coulée est délimité d'une part par les surfaces latérales cylindriques refroidies intérieurement de deux cylindres horizontaux rapprochés mis en rotation en sens contraires autour de leurs axes, contre lesquelles le métal liquide initie sa solidification, et d'autre part par des plaques en matériau réfractaire appliquées par des moyens élastiques contre les extrémités planes des cylindres (appelées "chants"). Ces plaques obturent latéralement l'espace de coulée, de manière à empêcher les fuites de métal liquide hors de l'installation. Leur bord inférieur est situé en dessous du "col", c'est à dire de la zone où les surfaces des cylindres sont au plus près l'une de l'autre, et dont la largeur correspond sensiblement à l'épaisseur désirée pour la bande.

[0003] Les plaques d'obturation latérale doivent impérativement être fortement préchauffées avant la coulée, de manière à éviter que le métal liquide ne se solidifie contre elles lors du remplissage de la lingotière (dont le fond, pendant l'opération de remplissage, est obturé par une pièce appelée "mannequin", qui est extraite de l'espace de coulée lorsque débute la rotation des cylindres et entraîne avec elle le début de la bande) et dans les premiers moments de la coulée. Mais même si une telle précaution est prise, les faces latérales constituent un point thermiquement délicat de la machine, en ce qu'elles créent inévitablement dans leur voisinage une zone où l'extraction de chaleur à partir du métal liquide est anormalement élevée. C'est, en particulier, le cas à proximité des cylindres qui, comme ils sont refroidis intérieurement par circulation d'eau, ont tendance à refroidir les faces latérales au voisinage des zones où à lieu leur contact. Il peut en résulter que la solidification de l'acier sur les rives des cylindres s'effectue significativement plus rapidement que sur les portions des cylindres plus proches de leurs zones centrales, et cela peut être une source de problèmes. En effet, normalement les "peaux" de métal qui se solidifient sur chacun des cylindres, et dont l'épaisseur en un point donné croît progressivement au fur et à mesure de la rotation du cylindre, doivent, pour former la bande, se rejoindre soit exactement au niveau du col, soit très légèrement en dessous de ce niveau. Si cette jonction des peaux se produit trop sensiblement plus bas que le col, la bande risque de ne pas être assez solide en sortie des cylindres et de se fissurer. Elle risque également de présenter des porosités internes. Inversement, si la jonction

des peaux s'effectue en amont du col, sous l'influence notamment de faces latérales trop froides, l'épaisseur de la bande solidifiée au niveau du col est supérieure à la largeur nominale du col. Il est alors nécessaire d'écarter les cylindres l'un de l'autre pour leur éviter de fournir un effort de laminage sur la bande alors qu'ils ne sont pas conçus pour cela. Cet écartement des cylindres est une source de défauts sur la bande, qui sont liés aux changements qu'il entraîne sur l'épaisseur et le mode de solidification du produit. Une autre conséquence des conditions anormales de la solidification de la bande à proximité des faces latérales est la forte pression exercée par le métal en cours de solidification sur la partie inférieure des faces latérales. Il arrive fréquemment que cette pression soit suffisante pour faire reculer la face latérale sur au moins une partie de sa hauteur, ce qui peut détruire localement l'étanchéité du contact cylindres-faces latérales. Du métal liquide peut alors s'échapper hors de l'espace de coulée.

[0004] Le but de l'invention est de proposer une configuration de l'installation de coulée permettant de créer des conditions de solidification de la bande au voisinage des faces latérales qui ne soient pas susceptibles de perturber la régularité du processus de coulée. Elle devrait également limiter le phénomène de recul des faces latérales.

[0005] L'invention a pour objet une face latérale pour l'obturation de l'espace de coulée d'une installation de coulée continue de bandes métalliques du type comportant deux cylindres contrarotatifs refroidis intérieurement, à axes horizontaux, dont les surfaces latérales cylindriques définissent un espace de coulée dont la largeur au col détermine l'épaisseur de la bande, ladite face latérale présentant une partie active destinée à frotter contre les chants des cylindres en cours de coulée et à faire face audit espace de coulée, caractérisée en ce que les dimensions de ladite partie active sont telles que son bord inférieur est destiné à être situé à une distance égale à au moins 1 mm au-dessus du col lorsque la face latérale est montée sur l'installation de coulée.

[0006] L'invention a également pour objet une installation de coulée continue de bandes métalliques du type comportant deux cylindres contrarotatifs refroidis intérieurement, à axes horizontaux, dont les surfaces latérales cylindriques définissent un espace de coulée dont la largeur au col détermine l'épaisseur de la bande, et deux faces latérales d'obturation de son espace de coulée, caractérisée en ce que lesdites faces latérales sont du type précédemment décrit.

[0007] Comme on l'aura compris, selon l'invention la partie active de la face latérale, c'est à dire sa partie qui est au contact soit des chants des cylindres, soit du métal liquide renfermé par l'espace de coulée, est interrompue non pas en dessous du col comme il est habituel, mais au-dessus de celui-ci. On laisse ainsi de part et d'autre du col un espace libre où le métal n'est au contact d'aucun matériau réfractaire et n'exerce donc aucune pression sur les faces latérales. Ainsi, le métal pré-

sent face à cet espace libre ne peut pas provoquer de recul des faces latérales, même si sa fraction solidifiée est anormalement élevée. D'autre part, cet espace libre donne la possibilité au métal solidifié ou en cours de solidification de s'étendre vers l'extérieur de l'espace de coulée, ce qui limite les efforts que doivent supporter les rives des cylindres.

[0008] Les inventeurs se sont aperçu que les conditions de refroidissement de l'acier à l'intérieur de la lingotière, avec les paramètres de coulée usuels, étaient telles que dès un niveau qui peut se situer quelques cm au-dessus du col, la solidification du métal sur les bords de l'espace de coulée, quoique pas encore complète, est déjà suffisamment avancée pour qu'il ne se produise aucune fuite significative de métal liquide vers l'extérieur de la machine, même si le métal n'est plus retenu par les faces latérales. Ils en ont déduit que la suppression de la partie inférieure des faces latérales de l'art antérieur était possible. Cette suppression rend la machine de coulée plus tolérante à de légers écarts dans le processus de solidification de la bande. En effet, avec l'invention, une épaisseur des peaux solidifiées sur les rives des cylindres un peu plus importante que prévu dans les derniers mm ou cm précédant le col ne provoque plus de recul des faces latérales et les risques de perte d'étanchéité dans les niveaux supérieurs de l'espace de coulée qui leur sont associés. D'autre part, les parties de la bande solidifiées à l'excès ont la possibilité de s'étendre latéralement si les cylindres exercent sur elles un effort de compression, ce qui rend sensiblement moins probable la nécessité d'écarter les cylindres pour minimiser les contraintes qu'ils subissent.

[0009] L'invention procure ainsi une plus grande stabilité des conditions de coulée, qui va dans le sens d'une meilleure qualité globale de la bande et d'une fiabilité plus élevée de l'installation de coulée.

[0010] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, donnée en référence aux figures annexées suivantes:

- la figure 1 qui schématise vue de face (figure 1a) et de profil (figure 1b) en coupe selon Ib-Ib une face latérale de coulée continue entre cylindres selon l'art antérieur;
- la figure 2 qui schématise vue de face (figure 2a) et de profil (figure 2b) en coupe selon IIb-IIb une face latérale de coulée continue entre cylindres selon l'invention.

[0011] La face latérale 1 selon l'art antérieur représentée schématiquement sur la figure 1 comprend une plaque support 2, dans laquelle est encastrée la partie active 3 de la face latérale 1, c'est à dire sa portion destinée, pendant la coulée, à venir au contact des chants 4 des cylindres 5, 5' (dont seuls les contours ont été représentés en pointillés sur la figure 1a), de l'acier liquide que renfermera l'espace de coulée 6 de la machine et, en dessous du niveau du col 7 où les cylindres 4, 4' sont

au plus près l'un de l'autre, de la bande solidifiée. Des moyens (non représentés) connus en eux-mêmes assurent l'application de la face latérale 1 contre les chants 4 des cylindres 5, 5'. Ils autorisent, grâce à des ressorts ou des vérins, des retraits temporaires de la face latérale 1 en cas d'infiltration de métal entre sa partie active 3 et le chant 4 d'un cylindre 5, 5', ou d'effort excessif exercé par la bande en cours de solidification sur sa partie inférieure. On pourra se reporter, notamment, au document EP-A-0 698 433 pour la description d'un exemple (non limitatif) de tels moyens. La partie active 3 est, dans l'exemple représenté, divisée en deux portions. La portion 8 en double arc de cercle qui, lorsque la face latérale 1 est montée sur la machine, constitue la zone de contact avec les chants 4 des cylindres 5, 5', le voisinage immédiat de cette zone de contact et la zone entourant le col 7, est construite en un premier matériau réfractaire. Sa qualité essentielle est une dureté élevée pour qu'elle résiste aussi bien que possible au frottement des chants 4 des cylindres 5, 5' et (autour du col 7) de la bande en cours de solidification ou déjà solidifiée. Elle est, par exemple, en SiAlON® ou en nitrure de bore. Elle peut être constituée d'une seule pièce ou de plusieurs pièces jointives et solidaires les unes des autres. Son bord inférieur 9 est situé en dessous du niveau du col 7, de manière à réaliser une obturation latérale totale de l'espace de coulée 6. La portion 10 restante de la partie active 3 est en un matériau réfractaire présentant un pouvoir isolant élevé, tel que la silice ou l'alumine. La partie active 3 de la face latérale 1 est en saillie par rapport à la plaque support 2 d'une épaisseur égale au moins à son usure maximale tolérable au cours de la coulée, par exemple 10 mm. Au cours de la coulée, les portions de la partie active 3 qui sont au contact des chants 4 des cylindres 5, 5' s'usent essentiellement par frottement, avec pour conséquence que, peu à peu, les autres portions de la partie active 3, qui ne s'usent qu'à une vitesse plus modérée car elles ne sont au contact que de l'acier, liquide ou en cours de solidification, pénètrent légèrement à l'intérieur de l'espace de coulée 5. En variante, toute la partie active 3 de la face latérale 1 peut être constituée par une pièce unique.

[0012] Sur la figure 2 qui représente une face latérale 11 selon l'invention montée sur l'installation de coulée, les éléments communs avec ceux de la figure 1 sont désignés par les mêmes références. Selon l'invention, pour les raisons qui ont été dites, le bord inférieur 12 de la partie active 3 de la face latérale 11 qui assure le contact avec les cylindres 5, 5' et obture la partie inférieure de l'espace de coulée 6 est situé non plus sous le col 7, mais à une distance "d" au-dessus de celui-ci. Cette distance "d" peut être très faible, jusqu'à 1 mm, si on parvient habituellement à réguler avec une grande précision la croissance des peaux solidifiées sur les rives des cylindres 5, 5', et si la proportion de matière solide présente dans le métal non encore intégralement solidifié dans cette région de l'espace de coulée 6 est susceptible de passer très rapidement de 0 à 100%. Ces para-

mètres dépendent, notamment, de la nuance coulée. Les nuances d'acier les plus chargées en carbone et en éléments d'alliage divers, telles que les aciers inoxydables, ont des intervalles de solidification (l'écart entre les températures de liquidus et de solidus) plus larges que ceux des nuances d'acier ordinaires ou des alliages fer-nickel, et cela rend plus délicate la maîtrise de leurs conditions de solidification. Surtout, ce large intervalle de solidification implique que l'on commence à observer un taux important de matière solide au voisinage de la face latérale 11 à des niveaux relativement élevés de l'espace de coulée 6. Pour ces aciers à large intervalle de solidification, il faut donc prévoir une distance "d" plus importante que pour les nuances à intervalle de solidification étroit qui se solidifient rapidement une fois atteinte la température de liquidus. Dans la pratique, une distance "d" comprise entre 10 et 40 mm est convenable pour les nuances d'aciers inoxydables les plus courantes, coulées sous forme de bandes d'épaisseur 3 mm avec des cylindres de diamètre 1500 mm et des vitesses de coulée de l'ordre de 1 m/mn. Le choix optimal de la distance "d" dépend aussi de la pression ferrostatique régnant dans la partie inférieure de l'espace de coulée, donc de la géométrie de l'installation de coulée et du niveau nominal de la surface de l'acier liquide présent dans l'espace de coulée. On a ainsi obtenu de bons résultats avec une distance "d" de 1 à 7 mm sur une machine équipée de cylindres de diamètre 600 mm, lors de la coulée d'aciers au carbone peu alliés et d'alliages fer-silicium.

[0013] De préférence, afin de réduire les sollicitations mécaniques qui s'exercent sur lui et pourraient entraîner sa dégradation rapide et incontrôlée, le bord inférieur 12 de la partie active 3 de la face latérale 11 qui fait face à l'espace de coulée 6 ne présente pas d'angle vif, mais un arrondi 13 dont le rayon de courbure peut, par exemple, être de l'ordre de 10 à 20 mm. La même fonction peut être assurée par un biseautage du bord inférieur 12, selon un plan incliné, par exemple, à 45°.

[0014] On peut prévoir également la possibilité de refroidir la tranche de la bande par projection d'un fluide (eau, azote ou argon liquide...) entre le bord inférieur de la partie active 3 de la face latérale 11 et le col 7. Ce refroidissement peut être réalisé de manière permanente, afin de s'assurer que la rive de la bande est toujours suffisamment solidifiée pour éviter qu'elle ne se déchire en laissant échapper du métal liquide. Il peut aussi être réalisé seulement lorsqu'on observe l'initiation d'une telle déchirure de la rive, ou lorsque le suivi des paramètres de coulée fait suspecter des risques d'apparition d'une telle déchirure. Comme moyens d'amenée de fluide de refroidissement sur la tranche de la bande, on peut utiliser, par exemple, un ou plusieurs conduits 14 traversant la plaque support 2 et débouchant dans l'espace 15 compris entre la plaque support 2, les chants 4 des cylindres 5, 5' et le col 7. Mais on peut imaginer d'autres moyens d'amenée de fluide, qui seraient éventuellement indépendants de la face latérale 11, tels que

un ou des gicleurs qui seraient disposés sous la face latérale 11 et orientés vers la tranche de la bande.

[0015] Un indicateur de l'efficacité de l'invention est le nombre de reculs de la face latérale que l'on observe pendant la coulée. On a ainsi constaté que ce nombre pouvait être divisé par trois sur l'ensemble d'une coulée, par rapport à l'utilisation de faces latérales descendant jusque sous le col. L'amélioration est encore plus sensible lorsqu'on considère les premières minutes de la coulée, pendant lesquelles le fonctionnement de la machine de coulée n'est pas toujours parfaitement stabilisé. Ces constatations ont été faites lors de la coulée d'acier inoxydable austénitique de type SUS 304 coulé en bandes de 3 mm d'épaisseur, avec une distance "d" égale à 25 mm et un diamètre de cylindres de 1500 mm.

[0016] L'adaptation de telles faces latérales à une installation de coulée déjà existante peut, le cas échéant, nécessiter d'apporter quelques modifications au mannequin, de manière à ce que tout l'espace de coulée 6 soit obturé latéralement lors de son remplissage, avant le début de la coulée.

[0017] Il va de soi que l'application de l'invention n'est pas limitée à la configuration précise de face latérale qui vient d'être donnée en exemple, mais est applicable à toute autre configuration qui autorise une interruption de la partie active au-dessus du col.

[0018] Bien entendu, l'invention est applicable non seulement à la coulée entre cylindres de bandes d'acier et autres alliages ferreux, mais de tout autre métal susceptible d'être coulé par cette méthode.

Revendications

1. Face latérale (11) pour l'obturation de l'espace de coulée (6) d'une installation de coulée continue de bandes métalliques du type comportant deux cylindres (5, 5') contrarotatifs refroidis intérieurement, à axes horizontaux, dont les surfaces latérales cylindriques définissent un espace de coulée (6) dont la largeur au col (7) détermine l'épaisseur de la bande, ladite face latérale (11) présentant une partie active (3) destinée à frotter contre les chants (4) des cylindres (5, 5') en cours de coulée et à faire face audit espace de coulée (6), caractérisée en ce que les dimensions de ladite partie active (3) sont telles que son bord inférieur (12) est destiné à être situé à une distance (d) égale à au moins 1 mm au-dessus du col (7) lorsque la face latérale (11) est montée sur l'installation de coulée.
2. Face latérale selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit bord inférieur (12) présente un arrondi (13) face à l'espace de coulée (6).
3. Face latérale selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que ledit bord inférieur (12) présente un biseautage face à l'espace de coulée (6).

4. Face latérale selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que ladite partie active (3) est montée sur une plaque support (2), et en ce que ladite plaque support (2) comporte au moins un conduit (14) qui la traverse et débouche dans l'espace (15) compris entre la plaque support (2), les chants (4) des cylindres (5, 5') et le col (7), ledit conduit (14) pouvant être connecté à des moyens d'injection d'un fluide de refroidissement.
- 5.
5. Installation de coulée continue de bandes métalliques du type comportant deux cylindres (5, 5') contrarotatifs refroidis intérieurement, à axes horizontaux, dont les surfaces latérales cylindriques définissent un espace de coulée (6) dont la largeur au col (7) détermine l'épaisseur de la bande, et deux faces latérales d'obturation de son espace de coulée, caractérisée en ce que lesdites faces latérales sont du type selon l'une des revendications 1 à 4.
6. Installation selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens pour projeter un fluide de refroidissement sur la tranche de la bande au-dessus du col (7).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

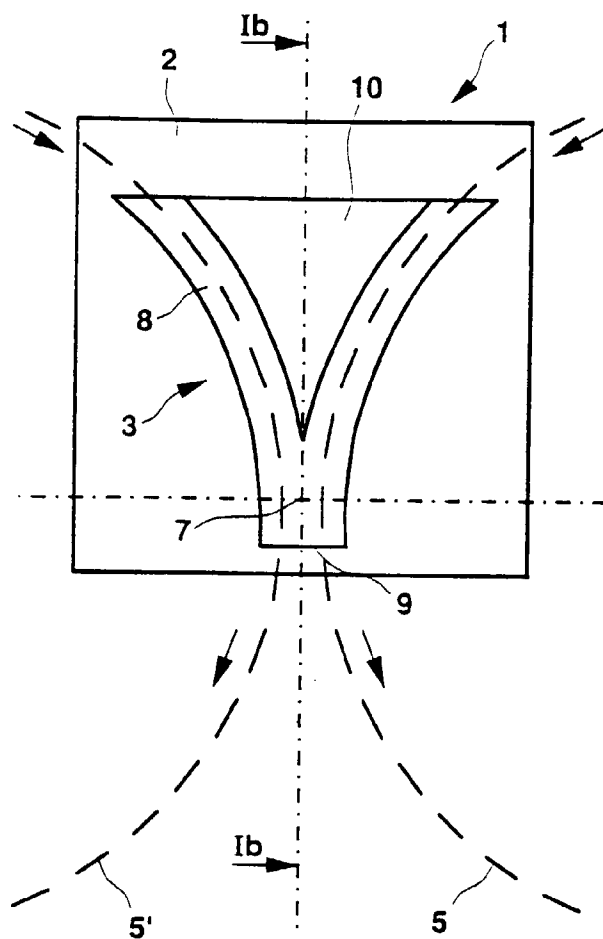


Fig. 1a

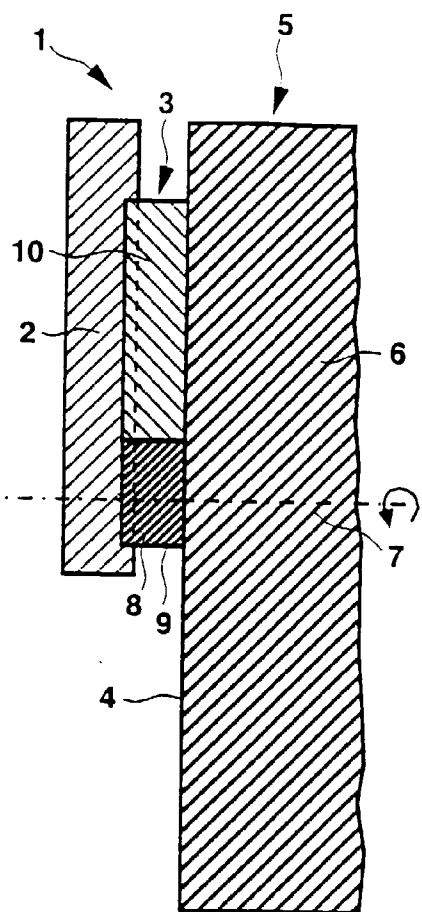


Fig. 1b

Fig. 1
(art antérieur)

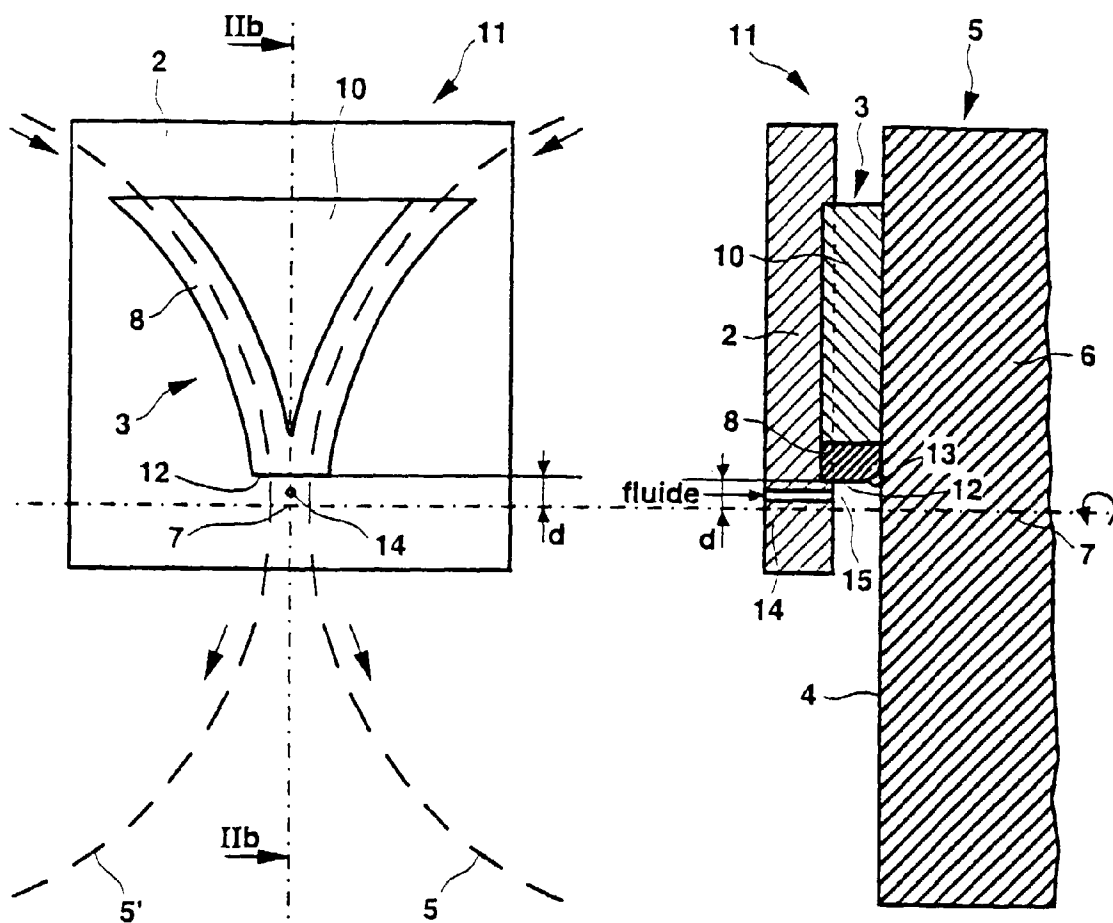


Fig. 2a

Fig. 2b

Fig. 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 98 40 2164

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)
X	EP 0 360 635 A (SIDERURGIE FSE INST RECH) 28 mars 1990 * colonne 4, ligne 5 - colonne 6, ligne 50; figures 1-6 *	1,5	B22D11/06
Y	---	3	
Y	EP 0 432 073 A (USINOR SACILOR) 12 juin 1991 * figures 1-4 *	3	
X	EP 0 212 423 A (HITACHI LTD ; NISSHIN STEEL CO LTD (JP)) 4 mars 1987 * colonne 5, ligne 33 - colonne 7, ligne 28; figures 3,4 *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) B22D
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 2 décembre 1998	Examineur Mailliard, A
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			

EPO FORM 1503 03 82 (P04/C02)