(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
7 septembre 2001 (07.09.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/64373 A1

(51) Classification internationale des brevets[7] :
B22D 11/10, 11/12, 41/50

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR01/00263

(22) Date de dépôt international :
29 janvier 2001 (29.01.2001)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
00/02501 29 février 2000 (29.02.2000) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **ROTELEC** [FR/FR]; Tours Mercuriales, 40, rue Jean Jaurès, F-93170 Bagnolet (FR).

(72) Inventeurs; et

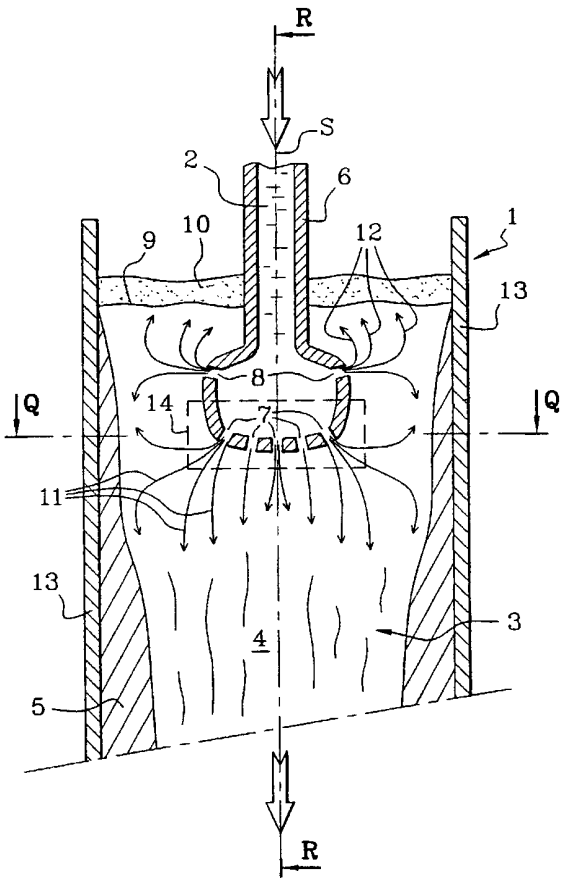
(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **KUNSTREICH, Siebo** [DE/FR]; 27, rue Eugène Berthoud, F-93400 Saint Ouen (FR). **NOVE, Marie-Claude** [FR/FR]; 46, rue Lemercier, F-75017 Paris (FR).

(74) Mandataire : **VENTAVOLI, Roger**; Rove Conseils, 47, rue de Paris, Boîte postale 50229, F-57106 Thionville Cedex (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: EQUIPMENT FOR SUPPLYING MOLTEN METAL TO A CONTINUOUS CASTING INGOT MOULD AND METHOD FOR USING SAME

(54) Titre : EQUIPEMENT POUR ALIMENTER EN METAL EN FUSION UNE LINGOTIERE DE COULEE CONTINUE ET SON PROCEDE D'UTILISATION



(57) Abstract: The invention concerns an equipment comprising an immersed nozzle (6) with outlets in the main casting plane (P) differentiated by their output direction into at least two categories (7, 8) associated to two mutually opposite inductors (14, 15) on each large surface (22) of the casting ingot mould forming an air gap circumscribed at the nozzle and producing a through magnetic field covering the outlets of at least one category (7), means being provided to adjust the intensity of the field or for moving it so as to be able to modify the distribution among the outlets of the total flow rate of molten metal. In particular, when the method is implemented, it enables to add at all times the fraction of metal flow heading towards the free surface (9) relative to the main surface, oriented towards the base of the ingot mould. The invention is advantageously used for continuous casting of steel slabs.

(57) Abrégé : L'équipement comprend une busette immergée (6) à ouïes de sortie dans le plan principal de coulée (p) différenciées par leur direction de sortie en au moins deux catégories (7, 8) associée à deux inducteurs (14, 15) en regard l'un de l'autre sur chaque grande face (22) de la lingotière de coulée formant un entrefer circonscrit à la busette et produisant un champ magnétique traversant couvrant les ouïes d'au moins une catégorie (7), des moyens étant prévus pour régler l'intensité du champ ou pour le déplacer de manière à pouvoir modifier la répartition entre les ouïes du débit total de métal en fusion. En particulier, la mise eu oeuvre de l'invention permet d'ajuster à tout moment la fraction du débit de métal qui se dirige vers la surface libre (9) par rapport à celle, principale, dirigée vers le bas de la lingotière. L'invention s'applique avantageusement à la coulée continue de brames d'acier.

WO 01/64373 A1

(81) États désignés *(national)* : AU, BR, BY, CA, CN, CZ, HU, ID, IN, JP, KR, MX, PL, RO, RU, SI, SK, UA, US, ZA.

(84) États désignés *(régional)* : brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Publiée :
— *avec rapport de recherche internationale*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

EQUIPEMENT POUR ALIMENTER EN METAL EN FUSION UNE LINGOTIERE DE COULEE CONTINUE ET SON PROCEDE D'UTILISATION.

La présente invention a trait à la coulée continue des métaux, notamment de l'acier. Elle concerne plus particulièrement l'arrivée du métal en fusion par le haut dans une lingotière de coulée continue et, plus précisément encore, les techniques mettant en œuvre des champs magnétiques appliqués au niveau de la lingotière pour modifier les écoulements du métal en fusion lors de son arrivée dans celle ci.

On sait que l'application d'un champ magnétique à une lingotière de coulée continue, lorsque l'action électromagnétique est conduite de manière appropriée, permet d'augmenter la productivité de l'installation de coulée tout en préservant la qualité métallurgique des produits coulés obtenus, voire même en l'améliorant. On a pu en effet déjà mettre en lumière la nuisance à cet égard des turbulences hydrodynamiques dues aux écoulements recirculants qui s'établissent de plus en plus vigoureusement au sein de la lingotière lorsqu'on augmente la vitesse de coulée, et ce notamment dans le cas de la coulée de produits à section allongée, tels que des brames par exemple.

On rappelle que, lors de la coulée continue de brames, le métal en fusion est apporté en lingotière depuis un répartiteur placé à distance au-dessus par un conduit plongeant, appelé "busette immergée", dont les ouïes de sortie débouchent sensiblement dans le plan principal de coulée parallèlement aux grandes faces sous la surface libre de l'acier en fusion dans la lingotière classiquement recouverte par une nappe liquide de laitier actif.

On a pu établir que la vitesse des jets de métal liquide à la sortie des ouïes de la busette s'élève à plusieurs mètres par seconde dès que la vitesse de coulée atteint 1 à 1,5m/mn environ. Les écoulements recirculants qui en résultent alors dans la lingotière agitent fortement l'interface métal-laitier. Ces fluctuations de la surface libre du métal coulé sont responsables d'irrégularités de solidification de la première peau du produit coulé que l'on sait être à l'origine de défauts gênants, voire rédhibitoires sur le produit final (boursouflures, exfoliations, etc...). De plus, des fragments de laitier de couverture peuvent être entraînés en lingotière dans le cœur même du produit coulé, dégradant ainsi la propreté du métal solidifié obtenu.

Face au problème posé par ces perturbations hydrodynamiques, l'aciériste dispose aujourd'hui principalement de deux axes de réponse: l'un faisant appel aux outils disponibles de la magnétohydrodynamique adaptés à la coulée continue des métaux; l'autre s'attachant à la géométrie même de la busette de coulée.

Les actionneurs électromagnétiques que l'on développe à cet effet, qu'ils soient à champ magnétique statique ou glissant, permettent d'influencer les écoulements de recirculation de métal liquide dans la lingotière après sa sortie de la busette pour les freiner, ou les accélérer, ou pour les symétriser de part et d'autre de la busette immergée.

Ainsi, des freins électromagnétiques ont initialement été développés consistant, à appliquer à un niveau en hauteur déterminé de l'espace intérieur de la lingotière un champ magnétique traversant qui va créer au sein du métal en mouvement des forces de freinage lorsque celui-ci passe dans cette région (les forces de Laplace). A cet effet, il a été proposé de disposer sur chaque grande face de la lingotière un pôle magnétique, conçu comme un électroaimant à pôle saillant bobiné, présentant la forme soit d'un plot localisé de part et d'autre de la busette entre celle-ci et les petites faces d'extrémité de la lingotière (EP-A-0040383), soit d'une barre horizontale s'étendant sur toute la largeur de la grande face (WO 92/12814) ou de deux barres parallèles espacées sur la hauteur afin d'encadrer les ouïes de sortie de la busette (WO 96/26029, WO 98/53936). Quelque soit la géométrie retenue, le but est le même: d'une part, créer avec le pôle apparié de signe opposé disposé en regard sur l'autre face de la lingotière un champ magnétique traversant dont l'effet est de freiner les flux d'écoulement trop énergiques qui remontent vers la surface libre, et, d'autre part, de mieux répartir dans toute la section de la lingotière le flux principal de métal liquide qui descend vers le bas.

Pour conférer à ce type de technique une plus grande souplesse de réglage, il a été proposé d'utiliser des champs magnétiques, non plus statiques, mais glissants, lesquels, on le sait, ont la faculté d'entraîner le métal liquide dans leur déplacement (EP-A- 0151 648, WO 83/02079, JP-B-1 534 702). Deux inducteurs à champ glissant horizontalement (conducteurs orientés verticalement) sont placés sur chaque grande face de la lingotière de part et d'autre d'une busette immergée à ouïes de sortie latérales, entre celle-ci et les petites faces d'extrémités de manière à faire intercepter par le champ magnétique glissant le métal en fusion dès son arrivée dans ces zones de la lingotière. On parvient ainsi à accélérer (ou à freiner, selon le sens de déplacement relatif donné au champ glissant) les jets d'alimentation en métal liquide de la lingotière en ayant la faculté de pouvoir doser localement l'effet de l'action électromagnétique par simple réglage des paramètres de fonctionnement des inducteurs, comme par exemple l'intensité du courant électrique d'alimentation primaire, ou la fréquence de pulsation, donc la vitesse de glissement du champ magnétique.

On rappelle au besoin qu'un tel champ magnétique glissant est généralement produit par un inducteur ayant plusieurs enroulements de phase indépendants, de type "stator de moteur linéaire polyphasé" (bi-ou triphasé généralement) et que l'on place en regard d'une grande face de la lingotière donc parallèlement au plan principal de coulée (FR-A-2.324.395; FR-A-2.324.397). Chaque enroulement est connecté à une phase différente d'une alimentation électrique polyphasée, selon un ordre de branchement adéquat assurant le glissement recherché du champ magnétique le long de la face active de l'inducteur dans une direction orthogonale aux conducteurs.

Il a également déjà été proposé, dans le but cette fois de contrecarrer des phénomènes observés de propagation de vagues sur la surface libre d'une petite face à

l'autre de la lingotière, de symétriser au mieux les écoulements de métal en fusion arrivant en lingotière dans les zones de part et d'autre de la busette à l'aide d'un plot magnétique mobile, mécaniquement réglable en position, ou de deux plots magnétiques fixes adjacents intercorrélés dans leurs actions respectives sur le métal en mouvement (EP-A-0.832.704; JP-A-03275256).

L'autre axe de solutions consiste à optimiser la géométrie de la partie immergée des busettes de coulée, notamment des ouïes de sortie du métal en fusion. Le but est toujours le même: contrôler la répartition des écoulements de métal liquide parvenant dans la lingotière.

On trouve par exemple dans cette catégorie de solutions des busettes de type "caisson" (US-A- 464.698, JP-A- 63.76753), dont la partie immergée présente une forme générale bulbeuse rappelant celle d'un pinceau de peintre ou d'une pomme d'arrosoir aplatie, dont elle est d'ailleurs supposée reprendre la fonction.

Ces busettes sont en effet assez largement ouvertes vers le bas pour favoriser une sortie dans le plan principal de coulée des jets de coulée à faible vitesse mais sur une grande section de passage. Leur propriété principale est de tendre ainsi à délivrer le métal liquide en lingotière selon un écoulement uniforme, approchant l'écoulement idéal, dit "piston", dans lequel le gradient de vitesse entre deux points quelconques d'une section droite serait voisin de zéro et ladite section deviendrait rapidement la plus proche possible de celle de la lingotière. Ces busettes en forme de caisson commencent à être répandues industriellement, notamment sur les installations de coulée continue de brames minces. Les flux de recirculation de métal en direction de la surface libre du métal coulé peuvent être en effet très atténués, à tel point d'ailleurs que l'on pourrait prévoir le cas échéant des ouvertures supplémentaires sur le haut du caisson ou sur le côté pour permettre l'émission de filets de métal en fusion dirigés vers le haut pour assurer un apport thermique d'appoint régulier à la surface libre, que l'on sait être nécessaire au bon déroulement de la coulée.

On trouve également dans cette catégorie de solutions des busettes droites à deux paires différenciées d'ouïes de sortie latérale que l'on oriente selon le plan principal de coulée, parallèlement aux grandes faces de la lingotière. Des ouïes placées en position basse sur le fut de la busette délivrent globalement vers le bas le flux de métal principal à extraire de la lingotière. Les autres ouïes sont disposées en partie haute afin de délivrer un flux secondaire destiné à alimenter thermiquement la surface libre, via un apport régulier mais à faible débit de métal en fusion "neuf" à peine parvenu en lingotière, donc à forte enthalpie. Le relativement faible coût de revient de ce type de busette peut être un avantage économique significatif pour des éléments d'usure de ce genre qui doivent être renouvelés régulièrement.

Cela dit, quelque soit la conformation retenue pour la busette, droite ou caissonnée, celle-ci est nécessairement figée dans sa géométrie et ne peut donc être

optimisée que pour un seul mode de fonctionnement de l'opération de coulée, ou pour un format coulé particulier. Ce type de solutions apparaît donc mal adapté aux inévitables variations ou modifications de fonctionnement subis ou voulus propres aux machines de coulée continue modernes, tels que variations de la vitesse de coulée, changements de formats, etc...

Les actionneurs électromagnétiques (freins, accélérateurs, symétriseurs) sont par nature plus souples d'utilisation, donc mieux appropriés pour suivre de telles variations. En contrepartie, ils ne sont optimisés pour aucun mode de fonctionnement particulier. Ils contrôlent les écoulements du métal liquide une fois celui-ci parvenu en lingotière et agissent alors tantôt en accélérateur, tantôt en frein d'écoulements. Mais, ils ne se préoccupent absolument pas, contrairement à certaines busettes vu précédemment, de la répartition du débit d'arrivée de métal en fusion entre la région haute de la lingotière (en direction de la surface libre) et le bas (direction de l'extraction du produit coulé). En outre, ils sont relativement chers en coût d'investissement et en coût de consommation d'énergie électrique, et impliquent des modifications complexes et financièrement lourdes de la technologie des lingotière qui les reçoivent.

Le but de la présente invention est précisément de procurer aux aciéristes un moyen d'alimentation en métal en fusion d'une lingotière de coulée continue qui permette aisément un réglage rapide et précis de la répartition entrante du débit de métal entre les régions haute et basse de la lingotière.

Avec cet objectif en vue, l'invention a pour objet un équipement pour alimenter en métal en fusion une lingotière d'une installation de coulée continue de produits à section rectangulaire, tel que des brames, caractérisé en ce qu'il comprend:

- une busette immergée dotée d'ouïes de sortie du métal en fusion situées dans, ou sensiblement dans, le plan principal de coulée parallèle aux grandes faces de la lingotière, ces ouïes étant différenciées par leur direction de sortie en au moins deux catégories distinctes;
- une unité inductrice placée sur les grandes faces de la lingotière pour y produire des pôles magnétiques de signes opposés se faisant face de part et d'autre dudit plan principal de coulée et délivrant, dans son entrefer sensiblement circonscrit à la busette, un champ magnétique traversant couvrant les ouïes d'au moins l'une desdites catégories;
- et des moyensde réglage de l'intensité relative dudit champ magnétique à l'endroit des ouïes de sortie de ladite catégorie couverte par rapport aux ouïes de l'autre catégorie, de manière à pouvoir modifier la répartition du débit total de métal en fusion entre toutes les ouïes de sortie de ladite busette.

Conformément à une variante de réalisation, ladite unité inductrice est une unité électromagnétique constituée par au moins un électroaimant.

Conformément à une autre variante de réalisation, ladite unité inductrice est constituée par des inducteurs à pluri-enroulements de phase de type "à champ glissant" se faisant face de part et d'autre dudit plan principal de coulée, et par une alimentation électrique associée alimentant en courant continu chacun desdits enroulements séparément, et les moyens de réglage de l'intensité relative du champ magnétique comprennent des moyens pour déplacer la localisation des pôles magnétiques dans l'entrefer de ladite unité électromagnétique.

Il est envisageable d'utiliser un inducteur (électroaimant ou un inducteur de type "champ glissant") que sur une seule face de la lingotière, mais au détriment dans ce cas de la puissance électromagnétique disponible. En tout cas, selon l'invention, le pôle magnétique de l'inducteur doit toujours délivrer un champ magnétique dirigé perpendiculairement à la paroi de la lingotière en regard de laquelle l'inducteur est monté. Sinon, l'effet recherché n'est pas obtenu. Ainsi, si deux inducteurs sont face à face, les pôles magnétiques en regard sont de signes opposés afin de créer un champ magnétique traversant, c'est-à-dire dont les lignes de force relient les deux pôles en s'étendant perpendiculairement au plan principal de coulée dans lequel se développent les jets de métal au travers des ouïes de sortie de la busette placée dans l'entrefer des deux inducteurs.

On définit un pôle magnétique d'un inducteur comme la région de la face active de l'inducteur où le champ magnétique qu'il produit est maximal. Dans le cas d'un électroaimant, le pôle est l'extrémité, souvent saillante, de la masse métallique ferromagnétique bobinée qui caractérise l'appareil. Dans le cas d'un inducteur de type à champ glissant à pluri-enroulements de phase, le pôle magnétique n'a pas de représentation matérielle fixe attachée à une masse ferromagnétique donnée de la culasse, mais peut se déplacer sur la face active de l'inducteur en fonction de l'intensité instantanée des courants alternatifs de phase qui alimentent les conducteurs et de leur déphasage. On dira de même qu'un champ magnétique "couvre" des ouïes de busettes, lorsque celles-ci se trouvent dans une région de l'espace intérieur de la lingotière où règne le maximum d'induction magnétique produite par ce champ.

Ces précisons étant faites, on comprend qu'il est aisé de modifier l'action du champ magnétique dans la zone des ouïes de la busette couverte par ce champ, conformément à l'invention (relativement à l'action éventuellement exercée à l'endroit des autres ouïes) par un réglage adéquat de l'intensité de ce champ dans la zone considérée. Cette action sera menée soit en faisant varier (en diminuant, ou en augmentant) l'intensité du champ magnétique sans modifier la position du pôle magnétique qui le délivre, soit en modifiant la position de celui ci sur les grandes faces de lingotière en conservant son intensité. La première variante opératoire citée pourra être préférée si, par rapport à la taille et à l'éloignement du pôle magnétique utilisé, les ouïes des deux catégories sont assez éloignées les unes des autres sur le corps de la busette pour que les valeurs de

l'induction magnétique à leurs endroits respectifs puissent être très différentes alors que l'intensité du champ est maximale par exemple sur les ouïes couvertes par ce champ. En revanche, la seconde variante citée est mieux adaptée au cas, sans doute le plus inévitablement fréquent, où toutes les ouïes sont couvertes et où seul le déplacement du pôle peut procurer un différentiel de champ suffisant entre elles pour obtenir de façon marquée les résultats recherchés par l'invention.

Bien entendu, dans le cas d'un électroaimant, le déplacement du pôle magnétique sera obtenu par un montage mobile de l'électroaimant sur un châssis solidaire de la machine de coulée doté de moyens qui permettent de le déplacer sur la face de la lingotière sur laquelle il est monté et de l'immobiliser sur le lieu choisi.

On peut également dans certains cas trouver avantage à dédoubler l'inducteur en deux parties inductives placées côte à côte sur la même face de la lingotière, chaque partie contrôlant ainsi les ouïes de sortie disposées d'un coté de la busette, indépendamment de celles disposées de l'autre coté.

Quelque soit la variante de réalisation retenue, on aura sans doute déjà compris que l'idée à la base de l'invention consiste à utiliser un champ magnétique en quelque sorte comme un clapet immatériel d'obturation du passage offert par une catégorie d'ouies de la busette pour modifier le débit de sortie de l'autre catégorie d'ouïes. Le débit d'alimentation étant lui constant, ou en tout cas peu affecté par l'action du champ magnétique, celle ci, qui agit directement au niveau d'une catégories d'ouïes de sortie, aura pour effet de modifier la répartition des fractions du débit total entre les deux catégories d'ouïes. On réalise de la sorte une busette immergée à géométrie variable sans modification de sa forme.

De préférence, on couvrira par le champ magnétique les ouïes de sortie principales, à savoir celles dont le débit de sortie du métal en fusion est le plus important, (généralement celles dirigées vers le bas), car les variations de l'action de ce champ sur les écoulements de sortie y seront plus sensibles que sur celles où le débit de métal est plus faible. Dans la suite de l'exposé, on considèrera par souci de clarté que le champ magnétique couvre des ouïes de sortie principales dirigées vers le bas.

On aura également compris que dans une forme de réalisation préférée, l'invention fait appel à un champ magnétique traversant, déplaçable en hauteur au niveau de la busette, mais produit par une unité inductrice fixe: un couple d'inducteurs en regard l'un de l'autre, chacun du type "stator de moteur linéaire à champ magnétique glissant", appariés pour être en opposition de phase et produire ainsi chacun un champ magnétique dont les lignes de forces sont orientées dans le même sens (condition propre à l'obtention d'un champ magnétique dit "traversant"), mais dont les enroulements de phase sont connectés à des alimentations individuelles à courant continu, réglables indépendamment les unes des autres. Une telle unité inductrice est alors apte, comme on le sait, à générer des pôles magnétiques de signes opposés, donc un champ magnétique statique traversant,

localisables là où on le veut dans l'entrefer. Ce changement de position des pôles s'obtient en activant de manière sélective les enroulements de l'inducteur par simple réglage des paramètres de fonctionnement des alimentations élémentaires, à savoir, en pratique, l'intensité des courants électriques qu'elles délivrent. Ces réglages sont réalisables instantanément, pendant la coulée elle-même si on le souhaite, à distance de la machine de coulée, en toute sécurité pour les opérateurs, et de manière totalement transparente, c'est-à-dire sans risque de perturbation, même minime, du bon déroulement de l'opération de coulée. On rappelle que la structure de ce type d'inducteur est connue de longue date, et on connaît bien aussi son utilisation en coulée continue de brames en tant que moyen de mise en mouvement du métal en fusion selon la hauteur de la lingotière (cf. par exemple les brevets prémentionnés FR-A-2.324.395; FR-A-2.324.397).

Ainsi, l'invention a également pour objet un procédé de mise en œuvre de l'équipement préféré défini ci avant, et qui consiste à régler l'intensité du champ magnétique, soit en déplaçant la position des pôles de l'unité inductrice, soit en modifiant l'intensité du courant électrique alimentant l'unité inductrice.

L'invention sera bien comprise, et d'autres aspects et avantages apparaîtront plus clairement au vu de la description qui suit, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif de réalisation en référence aux planches de dessins annexées sur lesquelles:

- la figure 1 représente schématiquement, vue de face en coupe verticale selon le plan principal de coulée, une lingotière de coulée continue de brames d'acier pourvue à sa partie supérieure d'un équipement d'alimentation en métal en fusion conforme à l'invention selon une variante de réalisation à un seul inducteur par face de lingotière;
- la figure 2, en vignette de la figure 1, est un schéma explicitant la structure d'un inducteur-plan de type connu pouvant convenir pour la mise en œuvre de l'invention, et relié à cet effet à une alimentation électrique à courant continu;
- la figure 3 est un schéma issu d'une vue en section verticale selon le plan vertical R-R de la figure 1 et illustrant, vu par le côté de la lingotière, le mode de fonctionnement "à champ traversant " de l'invention.
- la figure 4 est un schéma issu d'une vue en section horizontale selon le plan horizontal Q-Q de la figure 1 et illustrant, vu selon selon l'axe de coulée, le mode de fonctionnement "à champ traversant "de l'invention;
- la figure 5 est une vue schématique analogue à celle de la figure 1, mais illustrant une variante de réalisation de l'invention à deux inducteurs côte à côte par face de la lingotière.

Sur ces figures, les mêmes éléments sont désignés par des références identiques.

Une lingotière 1, en cuivre ou en alliage de cuivre énergiquement refroidi par une circulation d'eau sur sa paroi extérieure, reçoit par le haut un certain débit de métal en fusion 2 qu'elle évacue vers le bas sous la forme d'un demi-produit sidérurgique 3, que l'on admettra être ici une brame d'acier. A la sortie de la lingotière, la brame 3, encore

liquide à cœur 4, mais déjà solidifiée en périphérie 5 suite à son contact avec la paroi intérieure refroidie de la lingotière, achève de se solidifier complètement au cours de sa progression selon l'axe de coulée S au travers des étages inférieurs de l'installation de coulée notamment par projection d'eau directement à sa surface. L'arrivée du métal "neuf" en lingotière se fait par une busette immergée 6 dont la partie supérieure, non visible sur la figure, est fixée autour d'un orifice de coulée ménagé dans le fond d'un répartiteur placé à distance au-dessus et dont la partie basse est immergée en lingotière. Cette partie inférieure comporte des ouïes de sortie 7, 8 débouchant sous la surface libre 9 du métal liquide recouverte par un matelas 10 de laitier de couverture. Comme on le voit, ces ouïes de sortie, orientées selon le plan de coulée principal, sont de deux catégories différenciées:

- des ouïes principales 7 inclinées vers le bas et délivrant la majeure partie du débit d'acier alimentant la lingotière par des jets 11 selon une direction d'ensemble placée dans le plan principal de coulée (le plan de la figure) et allant globalement vers le bas de la lingotière;
- des ouïes secondaires 8 placées au-dessus, inclinées vers le haut et délivrant plutôt dans cette direction le solde du débit de métal par des jets 12 apportant à la surface 9 un appoint de chaleur nécessaire pour éviter des phénomènes de solidification parasites sur le ménisque (cornes de solidification, etc..)..

On rappelle que l'on entend par "plan de coulée principal" le plan médian vertical P passant par l'axe de coulée S au centre de la lingotière et parallèle aux grandes faces 22 de celle-ci. En l'espèce, les figures 1 et 5 sont précisément dans le plan de coulée principal P. L'autre plan analogue, mais parallèle aux petites faces latérales 13 de la lingotière, est lui qualifié de plan de coulée secondaire. Les figures 3a et 3b sont dans le plan de coulée secondaire.

La loi de conservation des flux "matière" impose bien entendu l'égalité entre le débit de métal extrait par le dessous de la lingotière et celui, intégralement liquide, entrant dans la lingotière par la busette 6. Comme la vitesse d'extraction V est un paramètre de la coulée, c'est elle qui, pour une section de produit 3 donnée, impose le débit entrant, donc la vitesse de sortie du métal liquide hors des ouïes de la busette. Comme on l'a déjà dit, si l'installation de coulée est à haute productivité (seuil de vitesse d'extraction V de l'ordre de 1,5 m/mn environ), les flux de recirculation, qui inévitablement s'établissent en lingotière en raison de l'importance de l'écart entre la vitesse d'extraction et celle, cent fois supérieure, des jets de sortie du métal hors des ouïes de la busette, deviennent vite très vigoureux. Des boucles de recirculation violentes et turbulentes, dopées par les réflexions des jets de métal contre les petites faces 13 de la lingotière, viennent alors perturber fortement la surface libre 9. Ces perturbations sont nuisibles et doivent être atténuées, voire éliminées. Mais, cette atténuation ne doit pas mettre en cause l'apport calorifique à la surface libre 9 véhiculé par les jets secondaires 12. Comme le régime de

fonctionnement d'une machine de coulée continue est avant tout de type "transitoire" du fait notamment des variations de la vitesse de coulée, c'est donc en quasi-permanence que cet équilibre recherché entre le besoin d'une surface libre calme et plate, et d'une surface libre réchauffée par du métal en fusion "neuf" venant de la busette est remis en question.

C'est la raison pour laquelle que, conformément à l'invention, sur chaque grande face 22 de la lingotière, une unité inductrice, constituée par un couple d'inducteurs électromagnétiques 14, 15, est disposée en regard de la partie terminale de la busette. Ces deux inducteurs sont appariés de manière à produire chacun un pôle magnétique faisant face à l'autre, de signe opposé afin de créer un champ magnétique traversant, perpendiculaire aux grandes faces 22. Comme on le voit sur les figures 1 et 3, ce champ traversant est localisé en "M" dans la partie basse de l'entrefer afin de "couvrir" les ouïes de la catégorie 7 situées à l'extrémité basse du corps de la busette 6. Toutefois, ces inducteurs sont conçus de manière que leurs pôles magnétiques puissent être déplacés ensemble dans l'entrefer. Ici, le déplacement se fera selon la hauteur de la lingotière, puisque les conducteurs 16...17' sont disposés à l'horizontale. Ce déplacement conjoint des pôles de l'inducteur, sur une distance de l'ordre de 10 ou 15 cm environ, provoquera un déplacement correspondant du champ magnétique traversant dans l'entrefer, donc une modification corrélative des conditions magnétiques locales au niveau des ouïes de sortie différenciées 7 et 8 de la busette. La conséquence est une redistribution recherchée des débits de métal sortant de ses deux catégories d'ouïes, le débit total restant lui inchangé ou quasiment inchangé. Ainsi, sur la figure 3, on a représenté en M une position initiale basse du champ magnétique dans l'entrefer, et en N, une position finale haute après une opération de déplacement vertical sur une distance "d" en direction des ouïes 8 délivrant des jets de métal vers le haut.

Le déplacement du champ magnétique peut être obtenu au moyen d'un couple d'inducteurs de type "électroaimant", dotés donc d'un pôle magnétique saillant servant de support à un conducteur filaire bobiné autour, et montés mobile en translation sur un châssis solidaire de l'installation de coulée. Cette réalisation nécessite donc un déplacement physique de l'unité inductrice.

Quand les conditions prévalantes le permettent, on optera de préférence pour un champ magnétique déplaçable dans un entrefer fixe. On sait qu'une telle possibilité est offerte par une unité inductrice, telle que schématisée sur la figure 2, constituée, en regard l'un de l'autre de part et d'autre des grandes faces 22 de la lingotière, par un deux inducteurs à pluri-enroulements de phases de type " à champ magnétique glissant". L'inducteur représenté ici est un inducteur plan de type "stator de moteur linéaire" et biphasé (donc à deux enroulements de phase). Ses conducteurs sont des barres rectilignes de cuivre 16, 17, 16', 17', au nombre de quatre, parallèles entre elles, espacées et disposées horizontalement. Chaque enroulement est composé de deux barres reliées entre elle en série-opposition de manière que le courant électrique les parcourt dans des sens

opposés. Les barres reliées peuvent être indifféremment des barres immédiatement voisines, telles que 17 avec 16' et 16 avec 17' (inducteur à pôles adjacents), ou décalées, telles que 16 avec 16' et 17 avec 17' (inducteur à pôles répartis), comme représenté sur la figure.

Il importe cependant que, quelque soit la configuration choisie, chaque enroulement de phase soit relié à une alimentation électrique élémentaire à courant continu (ou redressé) et à elle seule et qui soit indépendante de celle de l'autre enroulement. Ces alimentations élémentaires, symbolisées en 18 et 19 sur la figure 2, peuvent avoir leur neutre mis en commun pour des raisons de commodité. Elles sont intégrées dans une unité d'alimentation électrique 20 pourvue de moyens 21a et 21b de réglage autonome des intensités des courants délivrés par chaque alimentation élémentaire 18, 19 afin de pouvoir, par exemple, faire passer un courant d'intensité maximale dans un enroulement pendant que l'autre est inactivé (intensité nulle), et réciproquement, ainsi que tous les réglages intermédiaires. C'est dans ces conditions que l'inducteur-plan 14 (15) pourra créer, non plus un champ glissant comme il le fait ordinairement, mais un champ magnétique statique, dont le pôle magnétique qui le délivre pourra être déplacé sur la face active de l'inducteur selon une direction orthogonale aux conducteurs, simplement en modifiant convenablement les intensités de courant dans les deux enroulements. On trouvera d'ailleurs au besoin une description plus détaillée de ce type d'inducteur et de son mode de fonctionnement en champ glissant ainsi qu'en champ statique dans la Demande de brevet international PCT publiée sous le n° WO 99/30856 au nom du demandeur.

Sur la figure 3, la position basse "M" du pôle magnétique correspond à un courant maximal dans l'enroulement 16,16', associé à un courant nul dans l'enroulement 17,17'. A l'inverse, la position haute "N" de la figure 3 correspond à un courant maximal dans l'enroulement 17,17' associé à un courant nul dans l'enroulement 16,16'. On peut bien entendu ajuster la localisation du pôle de l'inducteur à un niveau quelconque entre ces deux positions extrêmes en combinant les intensités des courants à l'aide des moyens de réglage 21 équipant l'alimentation électrique 20.

On voit bien sur la figure 4 que les deux inducteurs-plan appariés 14 et 15 sont configurés de manière que leurs pôles magnétiques respectifs en regard l'un de l'autre aient des polarités opposées. De la sorte, le champ magnétique de l'un s'additionne au champ magnétique de l'autre en tout point de l'entrefer entre les deux inducteurs. La configuration est du type "à champ traversant": comme l'illustrent les traits fléchés B, les lignes de force joignent les pôles magnétiques d'un inducteur à l'autre en traversant perpendiculairement le plan principal de coulée P, donc la direction des jets de métal en fusion sortant de la busette.

Vu sous un autre angle, on retrouve ce type de configuration sur la figure 3. Le champ magnétique traversant créé par les pôles de chaque inducteur 14, 15 peut être

déplacé en hauteur d'une distance "d", depuis une localisation basse "M" où l'action magnétique de freinage sur les écoulements des ouïes principales 7 est maximale, jusqu'à une localisation haute "N" correspondant à une action magnétique de freinage affaiblie sur les ouïes principales 7, mais renforcée sur les ouïes secondaires 8.

Il va de soi que l'invention n'est pas limitée aux réalisations exemplifiées ci-avant, mais s'étend à de nombreuses variantes ou équivalents dans la mesure où est respectée sa définition donnée dans les revendications jointes.

On aura compris en effet que si la busette doit comporter des ouïes de sortie dans le plan principal de coulée de la lingotière pour que l'invention puisse s'appliquer, elle peut également être pourvue d'autres ouïes placées ailleurs, par exemple en diagonale en direction des angles de la lingotière. En fait, plus la direction des jets de sortie est orthogonale aux lignes de force du champ, plus l'invention produit ses effets, puisque l'efficacité de l'action électromagnétique obtenue est directement proportionnelle au produit vectoriel entre le champ magnétique et le vecteur vitesse des jets à leur sortie des ouïes de la busette.

De même, si la conception de l'invention a été motivée principalement par le souci de pouvoir mieux gérer les apports caloriques à la surface libre à partir du métal en fusion lui, même arrivant en lingotière et, par conséquent a été axée préférentiellement sur des busettes dotées d'ouïes de sorties dirigées certaines vers le bas et les autres vers le haut l'invention n'en demeure pas moins d'application générale à toute busette dont les ouïes de sortie n'ont pas toutes la même direction. En effet, dès que deux ouïes ont des directions de sortie différentes, même faiblement différentes, par exemple de quelques degrés d'angle seulement, l'invention en toute rigueur s'applique. Elle s'applique toutefois dans la mesure où ces deux ouïes sont tout de même suffisamment éloignées l'une de l'autre pour permettre à un champ magnétique traversant d'en couvrir une et pas l'autre, ou du moins lui permettre de les couvrir toutes deux mais avec des valeurs d'induction qui, au même moment, sont passablement différentes sur l'une et sur l'autre. C'est en effet, comme on l'aura sans doute compris, la possibilité d'avoir un écart de l'intensité du champ entre deux points de l'espace intérieur d'une lingotière de coulée continue de produits à format allongé qui est à la base même de l'idée mère de l'invention.

Ainsi, bien que l'invention donne de meilleurs résultats dans le cas des busettes de type "caisson" vu précédemment, elle s'accommode également de busettes droites, l'essentiel étant que les busettes immergées dont on se sert pour la coulée présentent des ouïes de sortie différenciées en au moins deux catégories par les directions -le plus souvent vers le haut et vers le bas- qu'elles impriment aux jets de métal en fusion qui en sortent parallèlement aux grandes faces. Autrement-dit, l'invention s'applique par exemple également aux busettes droites ayant des ouïes latérales différenciées haut-bas sur le fût de la busette.

D'autre part, on a supposé implicitement ci-avant que l'intensité B du champ magnétique reste constante. Toutefois, comme déjà indiqué, elle peut fort bien varier, en modifiant l'intensité des courants d'alimentation, le champ lui pouvant être déplacé en même temps dans l'entrefer, ou séparément.

De même, comme le montre la figure 5, l'inducteur 14 (de même bien entendu l'inducteur 15) peut être dédoublé en deux parties identiques 14a et 14b placées côte à côte sur la même face de la lingotière de part et d'autre de l'axe de coulée S sur lequel est d'ailleurs classiquement centrée la busette de coulée. On vise de cette manière à "couvrir" par un champ magnétique les zones latérales de la busette indépendamment l'une de l'autre, afin de pouvoir agir sélectivement sur les jets de métal coulé 11,12 sortant de ces zones. Par des réglages autonomes des parties inductives 14a et 14b, on parvient ainsi à mieux symétriser encore les écoulements dans la lingotière car on intervient sur eux au moment même où ils sortent de la busette. Ce résultat, bien entendu, est obtenu en complément à l'effet premier de l'invention qui demeure la répartition entre les différents orifices de la busette du débit total sortant de métal par un réglage en hauteur du pôle magnétique sur chaque partie inductive 14a et 14b. Dans cette variante, chaque partie inductive est alimentée en courant par sa propre alimentation élémentaire (non représentée) de manière à pouvoir pratiquer au besoin des réglages en hauteur différents du pôle magnétique sur chacune d'elles, ainsi que des modifications séparées des intensités de courant qui les parcourent.

Par ailleurs, en lieu et place d'inducteurs du type "à champ glissant", on pourra opter, non seulement pour des électroaimants, comme déjà mentionné, mais encore pour des aimants permanents, naturels ou industriels.

En outre, l'expression "alimentations élémentaires en courant continu" utilisée dans l'exposé signifie, non nécessairement une addition d'alimentations unitaires structurellement indépendantes, mais encore une alimentation polyphasée unique, à deux ou trois phases, et à fréquence réglable, que l'on règle à fréquence nulle pour obtenir un courant continu. Les alimentations électriques polyphasées de ce type sont bien connues. Elles sont du type à onduleur à seuil de hachage réglable et sont ordinairement utilisées pour activer des moteurs électriques à champ magnétique tournant ou glissant. La mise en fonction d'une telle alimentation électrique pour alimenter les enroulements de l'inducteur 14, à raison d'une phase par enroulement, consiste à régler l'onduleur à la fréquence nulle, en effectuant de tels réglages à des moments choisis afin que les intensités des courants dans chaque phase soient, à ces moments-là, celles que l'on souhaite obtenir dans les enroulements reliés à ces phases.

On rappelle encore que si l'invention trouve un terrain d'application privilégié avec la coulée continue de brames d'acier pour laquelle elle a d'ailleurs été initialement conçue, elle n'en demeure pas moins applicable à la coulée continue des métaux en général, et à la coulée continue des brames minces en particulier.

REVENDICATIONS

1) Equipement pour alimenter en métal en fusion une lingotière d'une installation de coulée continue de produits à section rectangulaire, tel que des brames, caractérisé en ce qu'il comprend:

- une busette immergée (6) dotée d'ouïes de sortie du métal en fusion situées dans, ou sensiblement dans, le plan principal de coulée (P) parallèle aux grandes faces de la lingotière, ces ouïes étant différenciées par leur direction de sortie en au moins deux catégories distinctes (7,8);
- une unité inductrice (14,15) placée sur les grandes faces de la lingotière pour y produire des pôles magnétiques de signes opposés se faisant face de part et d'autre dudit plan principal de coulée (P) et délivrant, dans son entrefer sensiblement circonscrit à la busette (6), un champ magnétique traversant couvrant les ouïes d'au moins l'une (7) desdites catégories (7, 8);
- et des moyens (20,21) de réglage de l'intensité relative dudit champ magnétique à l'endroit des ouïes de sortie de ladite catégorie couverte (7) par rapport aux ouïes de l'autre catégorie (8), de manière à pouvoir modifier la répartition du débit total de métal en fusion entre toutes les ouïes de sortie de ladite busette (6).

2) Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite unité inductrice est une unité électromagnétique constituée par au moins un électroaimant.

3) Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite unité inductrice est constituée par des inducteurs à pluri-enroulements de phase de type "à champ glissant" (14, 15) se faisant face de part et d'autre dudit plan principal de coulée (P), et par une alimentation électrique associée alimentant en courant continu chacun desdits enroulements séparément, et en ce que les moyens de réglage (20, 21) de l'intensité relative du champ magnétique comprennent des moyens pour déplacer la localisation des pôles magnétiques dans l'entrefer de ladite unité électromagnétique.

4) Equipement selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite unité inductrice est constituée par au moins un aimant permanent.

5) Equipement selon la revendication 2, ou 3, caractérisé en ce que lesdits moyens de réglage de l'intensité relative du champ magnétique comprennent un variateur de l'intensité du courant électrique d'alimentation de l'unité inductrice.

6) Equipement selon la revendication 2, ou 4, caractérisé en ce que lesdits moyens de réglage de l'intensité relative dudit champ magnétique comprennent un montage mobile coulissant des aimants ou électroaimants.

7) Equipement selon la revendication 3, caractérisé en ce que lesdits moyens de modification de la localisation des pôles magnétiques dans l'entrefer sont constitués par des moyens de réglage séparé des intensités des courants électriques continus alimentant individuellement les enroulements de phase desdits inducteurs (14,15)..

8) Equipement selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ladite unité inductrice est constituée, de chaque côté du plan principal de coulée (P), par deux entités analogues (14a, 14b) disposées côte à côte, de part et d'autre de l'axe de coulée

9) Equipement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la busette immergée est une busette dotée, dans le plan principal de coulée (P), d'ouïes principales inférieures (7) dirigées vers le bas de la lingotière et d'ouïes secondaires supérieures (8) dirigées vers le haut.

10) Equipement selon la revendication 9, caractérisé en ce les ouïes principales inférieures forment une seule et même ouïe.

11) Procédé de mise en œuvre d'un équipement conforme à la revendication 1 pour alimenter en métal en fusion une lingotière d'une installation de coulée continue de produits à section rectangulaire, caractérisé en ce que l'on règle l'intensité relative du champ magnétique produit par les pôles magnétiques de l'unité inductrice en déplaçant l'emplacement des pôles magnétiques.

12) Procédé de mise en œuvre d'un équipement conforme à la revendication 1 pour alimenter en métal en fusion une lingotière d'une installation de coulée continue de produits à section rectangulaire, caractérisé en ce que l'on règle l'intensité relative du champ magnétique produit par les pôles magnétiques de l'unité inductrice en modifiant l'intensité du courant électrique alimentant ladite unité inductrice.

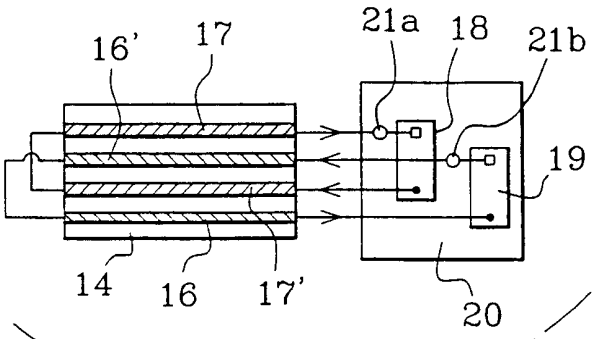


FIG.2

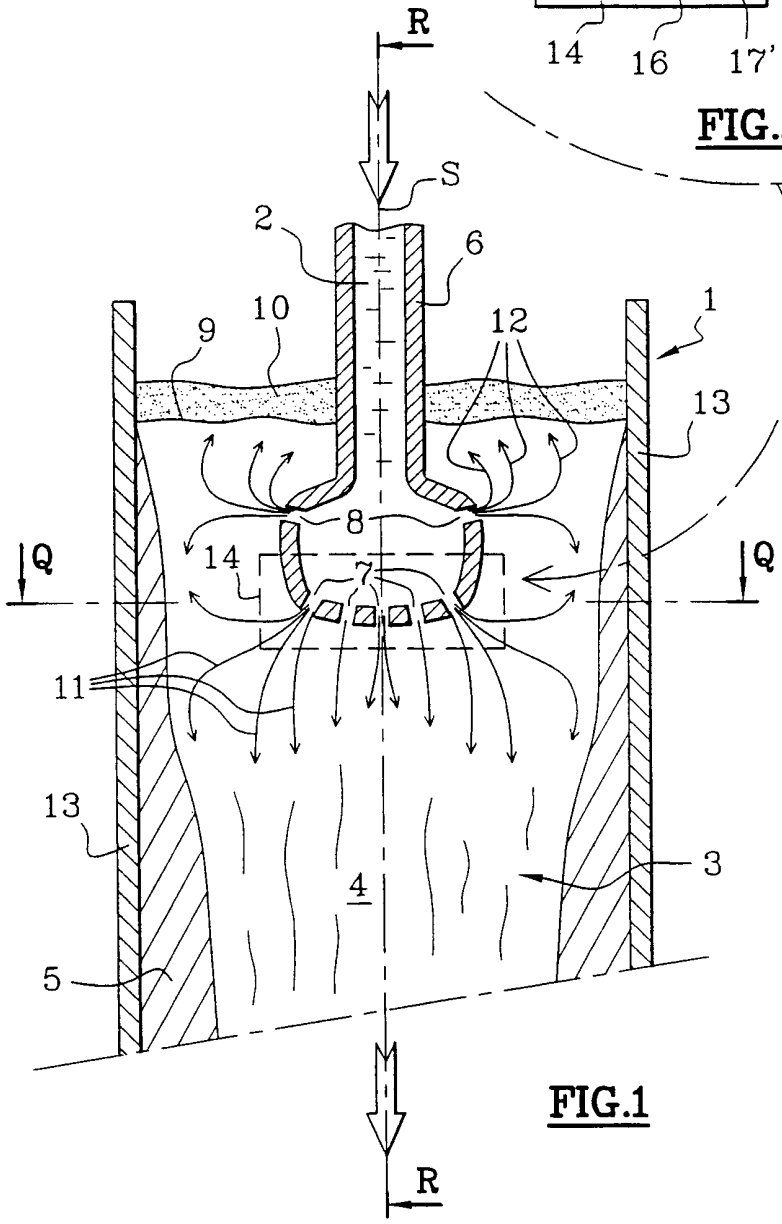


FIG.1

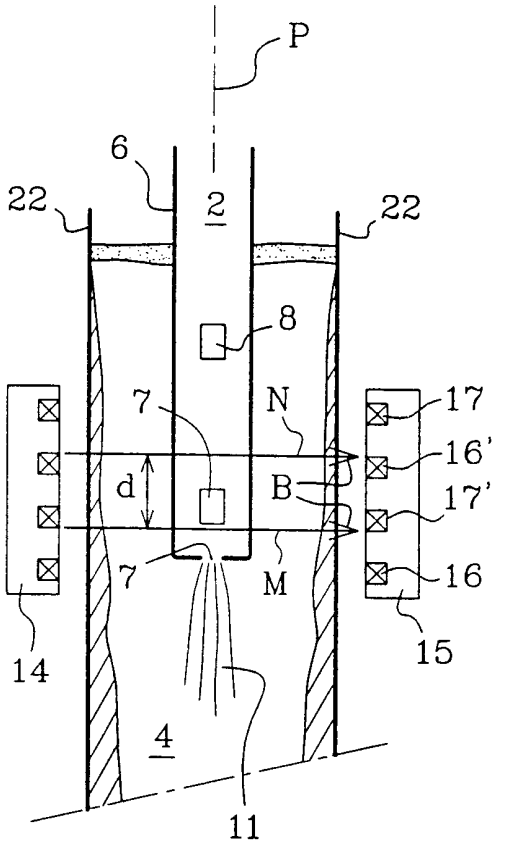


FIG.3
(Coupe R-R)

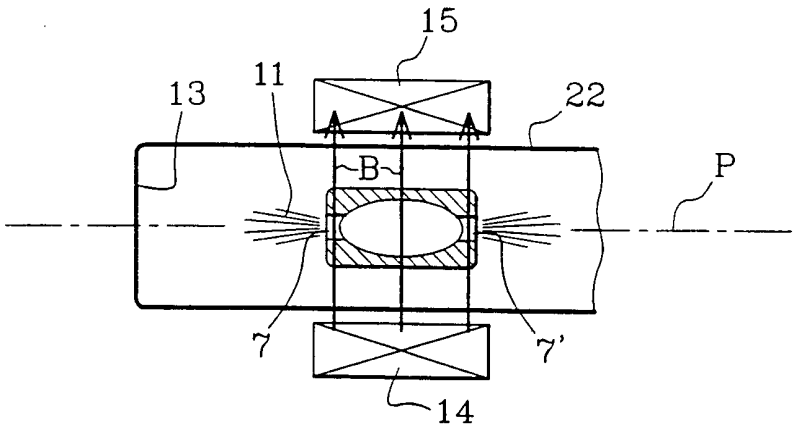


FIG.4
(Coupe Q-Q)

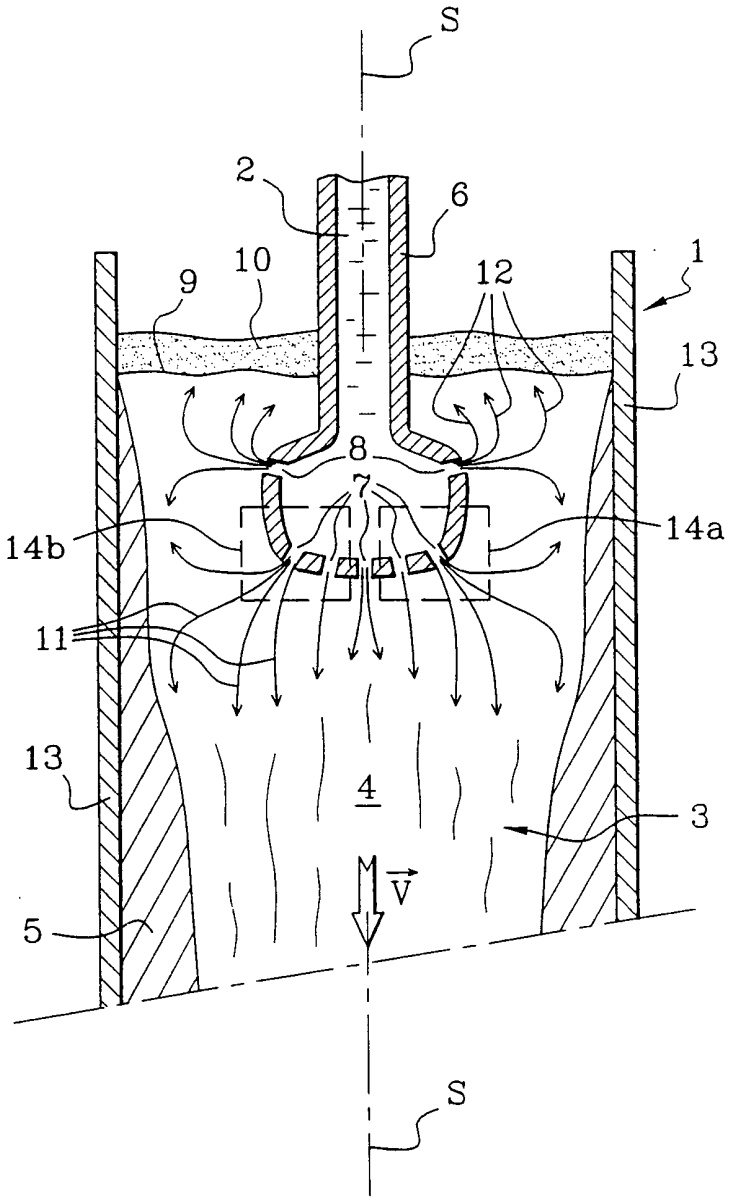


FIG.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In ational Application No
PCT/FR 01/00263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B22D11/10 B22D11/12 B22D41/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B22D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
WPI Data, EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 02, 28 February 1997 (1997-02-28) & JP 08 257692 A (NIPPON STEEL CORP), 8 October 1996 (1996-10-08) abstract	1,9,11, 12
A	EP 0 321 206 A (KAWASAKI STEEL CO, KOBE, JP) 21 June 1989 (1989-06-21) page 8, line 1 - line 14 figures 2A,2B,3,11	1-12
A	EP 0 685 282 A (DANIELI OFF MECC, BUTTRIO, IT) 6 December 1995 (1995-12-06) figure 2	1-12

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
5 June 2001	12/06/2001

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Peis, S

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In ational Application No
PCT/FR 01/00263

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 92 12814 A (ASEA BROWN BOVERI, VÄSTERAS, SE) 6 August 1992 (1992-08-06) cited in the application page 7, line 17 -page 11, line 24 figures 1-5 ---	1-12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 12, 29 October 1999 (1999-10-29) & JP 11 197807 A (KAWASAKI STEEL CORP), 27 July 1999 (1999-07-27) abstract -----	1-12

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In ational Application No
PCT/FR 01/00263

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 08257692 A	08-10-1996	NONE	
EP 0321206 A	21-06-1989	JP 1157751 A	21-06-1989
		JP 1770315 C	30-06-1993
		JP 4061739 B	01-10-1992
		JP 1180763 A	18-07-1989
		JP 1815812 C	18-01-1994
		JP 5027510 B	21-04-1993
		BR 8806679 A	29-08-1989
		CA 1318766 A	08-06-1993
		DE 3861957 D	11-04-1991
		KR 9604421 B	03-04-1996
		US 4949778 A	21-08-1990
EP 0685282 A	06-12-1995	IT UD940089 A	30-11-1995
		AT 189636 T	15-02-2000
		BR 9502157 A	02-01-1996
		CA 2149191 A	01-12-1995
		CN 1117414 A,B	28-02-1996
		DE 69514956 D	16-03-2000
		DE 69514956 T	05-10-2000
		ES 2144539 T	16-06-2000
		JP 8168856 A	02-07-1996
		RU 2140340 C	27-10-1999
		US 5673857 A	07-10-1997
WO 9212814 A	06-08-1992	SE 500745 C	22-08-1994
		AT 152018 T	15-05-1997
		DE 69219317 D	28-05-1997
		DE 69219317 T	20-11-1997
		EP 0568579 A	10-11-1993
		ES 2103362 T	16-09-1997
		JP 6504726 T	02-06-1994
		SE 9100184 A	22-07-1992
		US 5404933 A	11-04-1995
JP 11197807 A	27-07-1999	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR 01/00263

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 B22D11/10 B22D11/12 B22D41/50

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 B22D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure ou ces documents relevent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultee au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
WPI Data, EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 02, 28 février 1997 (1997-02-28) & JP 08 257692 A (NIPPON STEEL CORP), 8 octobre 1996 (1996-10-08) abrégé	1,9,11, 12
A	EP 0 321 206 A (KAWASAKI STEEL CO, KOBE, JP) 21 juin 1989 (1989-06-21) page 8, ligne 1 - ligne 14 figures 2A,2B,3,11	1-12
A	EP 0 685 282 A (DANIELI OFF MECC, BUTTRIO, IT) 6 décembre 1995 (1995-12-06) figure 2	1-12

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
5 juin 2001	12/06/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Peis, S

1

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (juillet 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De ide Internationale No
PCT/FR 01/00263

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec,le cas échéant, l'indicationdes passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 92 12814 A (ASEA BROWN BOVERI, VÄSTERAS, SE) 6 août 1992 (1992-08-06) cité dans la demande page 7, ligne 17 -page 11, ligne 24 figures 1-5 ---	1-12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 12, 29 octobre 1999 (1999-10-29) & JP 11 197807 A (KAWASAKI STEEL CORP), 27 juillet 1999 (1999-07-27) abrégé -----	1-12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No
PCT/FR 01/00263

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 08257692 A	08-10-1996	AUCUN	
EP 0321206 A	21-06-1989	JP 1157751 A	21-06-1989
		JP 1770315 C	30-06-1993
		JP 4061739 B	01-10-1992
		JP 1180763 A	18-07-1989
		JP 1815812 C	18-01-1994
		JP 5027510 B	21-04-1993
		BR 8806679 A	29-08-1989
		CA 1318766 A	08-06-1993
		DE 3861957 D	11-04-1991
		KR 9604421 B	03-04-1996
		US 4949778 A	21-08-1990
EP 0685282 A	06-12-1995	IT UD940089 A	30-11-1995
		AT 189636 T	15-02-2000
		BR 9502157 A	02-01-1996
		CA 2149191 A	01-12-1995
		CN 1117414 A,B	28-02-1996
		DE 69514956 D	16-03-2000
		DE 69514956 T	05-10-2000
		ES 2144539 T	16-06-2000
		JP 8168856 A	02-07-1996
		RU 2140340 C	27-10-1999
		US 5673857 A	07-10-1997
WO 9212814 A	06-08-1992	SE 500745 C	22-08-1994
		AT 152018 T	15-05-1997
		DE 69219317 D	28-05-1997
		DE 69219317 T	20-11-1997
		EP 0568579 A	10-11-1993
		ES 2103362 T	16-09-1997
		JP 6504726 T	02-06-1994
		SE 9100184 A	22-07-1992
		US 5404933 A	11-04-1995
JP 11197807 A	27-07-1999	AUCUN	