PCT ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE
Bureau international

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets 6 : **C21C 5/52, F27B 3/22** | **A1**

(11) Numéro de publication internationale: **WO 96/28573**

(43) Date de publication internationale: 19 septembre 1996 (19.09.96)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR96/00365

(22) Date de dépôt international: 8 mars 1996 (08.03.96)

(30) Données relatives à la priorité:
95/02918 14 mars 1995 (14.03.95) FR

(71) Déposant *(pour tous les Etats désignés sauf US)*: USINOR SACILOR [FR/FR]; Immeuble "La Pacific", 11/13, cours Valmy, La Defense 7, F-92800 Puteaux (FR).

(72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants *(US seulement)*: BERNET, Thierry [FR/FR]; 31, rue de Raigecourt, F-57070 Metz (FR). DESTANNES, Philippe [FR/FR]; 6, rue Saint-Georges, F-57000 Metz (FR). ROTH, Jean-Luc [FR/FR]; 30, rue du Roi-Albert, F-57000 Metz (FR).

(74) Mandataire: VENTAVOLI, Roger; Techmetal Promotion, Immeuble "La Pacific", 11/13, cours Valmy - La Défense 7, F-92800 Puteaux (FR).

(81) Etats désignés: AU, CA, CN, JP, KR, PL, RU, UA, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

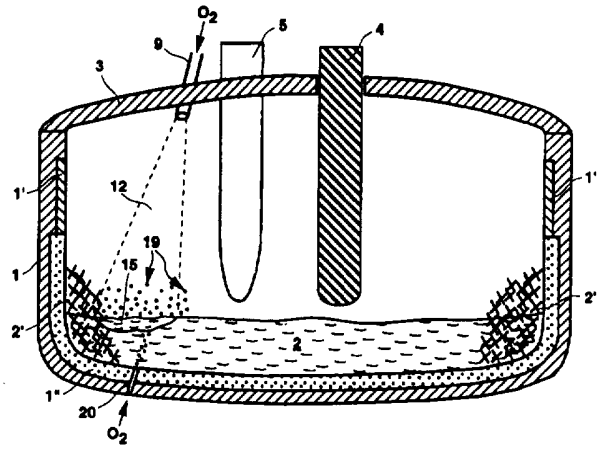
Publiée
Avec rapport de recherche internationale.
Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si de telles modifications sont reçues.

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING STEEL IN AN ELECTRIC ARC FURNACE, AND ELECTRIC ARC FURNACE THEREFOR

(54) Titre: PROCEDE D'ELABORATION DE L'ACIER DANS UN FOUR ELECTRIQUE A ARC, ET FOUR ELECTRIQUE A ARC POUR SA MISE EN ŒUVRE

(57) Abstract

A method for producing steel in an electric arc furnace comprising a vessel containing a molten steel bath, a roof covering the vessel, and one or more roof electrodes inscribed within a cylinder. According to the method, an oxygen-containing gas in the form of gas jets is blown into the vessel towards the surface of said bath so that the areas where the jets impinge on the surface do not overlap with said electrode or said cylinder. The method is characterised in that said jets are blown in from the upper portion of the furnace and penetrate to a shallow depth in said bath. A steel plant electric arc furnace comprising a vessel (1) for containing molten steel (2), a roof (3) covering the vessel (1), and one or more roof electrodes (4, 5) inscribed within a cylinder, as well as means for blowing jets (12, 13, 14) of an oxygen-containing gas into the vessel (1) towards the surface of the steel (2), so that the areas where the jets (12, 13, 14) impinge on said surface do not overlap with said electrode or said cylinder, said means consisting of nozzles (9) built into said roof (3), is also disclosed.



(57) Abrégé

L'invention a pour objet un procédé d'élaboration de l'acier dans un four électrique à arc du type comportant une cuve renfermant un bain d'acier en fusion, une voûte coiffant ladite cuve et une électrode de voûte unique ou une pluralité d'électrodes de voûte inscrites dans un cylindre, selon lequel on insuffle un gaz oxygéné sous forme de jets gazeux dans ladite cuve en direction de la surface dudit bain, de manière à ce que les zones d'impact desdits jets sur ladite surface ne recouvrent pas ladite électrode ou ledit cylindre, caractérisé en ce que lesdits jets sont insufflés à partir de la partie supérieure du four, et en ce qu'ils ont une faible profondeur de pénétration dans ledit bain. L'invention a également pour objet un four électrique à arc d'aciérie, du type comportant une cuve (1) destinée à renfermer l'acier en fusion (2), une voûte (3) coiffant ladite cuve (1), une électrode de voûte unique ou une pluralité d'électrodes de voûte (4, 5) inscrites dans un cylindre, et des moyens pour insuffler des jets (12, 13, 14) d'un gaz oxygéné dans ladite cuve (1) en direction de la surface dudit acier (2), les zones d'impact desdits jets (12, 13, 14) sur ladite surface ne recouvrant pas ladite électrode ou ledit cylindre, caractérisé en ce que lesdits moyens sont constitués par des tuyères (9) implantées dans ladite voûte (3).

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Arménie	**GB**	Royaume-Uni	**MW**	Malawi
AT	Autriche	**GE**	Géorgie	**MX**	Mexique
AU	Australie	**GN**	Guinée	**NE**	Niger
BB	Barbade	**GR**	Grèce	**NL**	Pays-Bas
BE	Belgique	**HU**	Hongrie	**NO**	Norvège
BF	Burkina Faso	**IE**	Irlande	**NZ**	Nouvelle-Zélande
BG	Bulgarie	**IT**	Italie	**PL**	Pologne
BJ	Bénin	**JP**	Japon	**PT**	Portugal
BR	Brésil	**KE**	Kenya	**RO**	Roumanie
BY	Bélarus	**KG**	Kirghizistan	**RU**	Fédération de Russie
CA	Canada	**KP**	République populaire démocratique	**SD**	Soudan
CF	République centrafricaine		de Corée	**SE**	Suède
CG	Congo	**KR**	République de Corée	**SG**	Singapour
CH	Suisse	**KZ**	Kazakhstan	**SI**	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	**LI**	Liechtenstein	**SK**	Slovaquie
CM	Cameroun	**LK**	Sri Lanka	**SN**	Sénégal
CN	Chine	**LR**	Libéria	**SZ**	Swaziland
CS	Tchécoslovaquie	**LT**	Lituanie	**TD**	Tchad
CZ	République tchèque	**LU**	Luxembourg	**TG**	Togo
DE	Allemagne	**LV**	Lettonie	**TJ**	Tadjikistan
DK	Danemark	**MC**	Monaco	**TT**	Trinité-et-Tobago
EE	Estonie	**MD**	République de Moldova	**UA**	Ukraine
ES	Espagne	**MG**	Madagascar	**UG**	Ouganda
FI	Finlande	**ML**	Mali	**US**	Etats-Unis d'Amérique
FR	France	**MN**	Mongolie	**UZ**	Ouzbékistan
GA	Gabon	**MR**	Mauritanie	**VN**	Viet Nam

PROCEDE D'ELABORATION DE L'ACIER DANS UN FOUR ELECTRIQUE A ARC, ET FOUR ELECTRIQUE A ARC POUR SA MISE EN ŒUVRE

L'invention concerne l'élaboration de l'acier dans les fours électriques à arc. Plus précisément, elle concerne le mode d'injection dans l'enceinte du four de l'oxygène gazeux qui a pour fonction d'accélerer la fusion des ferrailles et de réaliser la combustion complète des gaz carbonés issus du bain de métal liquide.

Les fours électriques à arc d'aciérie servent à effectuer la fusion des matières premières ferrifères (ferrailles, fonte ou minerai de fer préréduit) destinées à former le bain d'acier liquide, ainsi qu'au moins les premières étapes du réglage de la composition de cet acier liquide préalablement à sa coulée. Dans le cas des fours alimentés en courant alternatif, l'apport d'énergie nécessaire à la fusion puis au réglage de la température de la charge métallique est majoritairement réalisé par un arc électrique établi entre le bain et trois électrodes en graphite qui traversent la voûte coiffant la cuve du four, et sont disposées au-dessus du bain. Dans le cas des fours alimentés en courant continu, le courant circule entre au moins une électrode de voûte en graphite et au moins une électrode implantée dans la sole du four et mise au contact du bain.

Actuellement, on tend de plus en plus à substituer à une partie de cet apport d'énergie électrique, ou à lui ajouter, un apport d'énergie fossile, fondé sur la combustion par de l'oxygène gazeux du carbone contenu initialement dans la charge solide, voire également de matières carbonées ajoutées délibérément à la charge solide et/ou au bain liquide. Il est également connu d'assurer un chalumage des ferrailles au moyen de brûleurs à oxygène, au fioul ou au gaz naturel. Au total, cet apport d'énergie fossile peut constituer de 25 à 50 % de l'énergie potentielle totale introduite lors de la fusion et de l'élaboration de la charge.

Les réactions successives de combustion complète du carbone grâce auxquelles l'apport énergétique par l'oxygène est réalisé s'écrivent:

$$\underset{25°C}{C} + \underset{25°C}{\tfrac{1}{2} O_2} \rightarrow \underset{1600°C}{CO} \qquad \Delta H = 1{,}35 \text{ kWh/kg de carbone}$$

et

$$\underset{1600\ °C}{CO} + \underset{25\ °C}{\tfrac{1}{2} O_2} \rightarrow \underset{1600\ °C}{CO_2} \qquad \Delta H = 6 \text{ kWh/kg de carbone}$$

C'est clairement la réaction d'oxydation du CO en CO_2, que l'on désigne habituellement par le terme "post-combustion du CO", qui représenterait l'apport énergétique le plus intéressant pour la charge métallique. Mais, dans la pratique, il n'y a bien souvent qu'une faible partie du carbone disponible qui est brûlée complètement en CO_2 au voisinage immédiat du métal solide ou liquide. La décarburation de l'acier liquide, qu'elle se produise naturellement ou soit consécutive à l'insufflation d'oxygène dans le bain métallique, forme du CO qui à sa sortie du bain ne trouve pas de

conditions suffisamment favorables à son oxydation totale en CO_2. En fait, cette oxydation ne se produit significativement que dans la partie supérieure du four, lorsque le CO entre en contact avec l'air qui pénètre dans le four de manière incontrôlée par les ouvertures du four et par les interstices séparant la voûte et le bord supérieur de la cuve sur lequel elle repose. La zone préférentielle de post-combustion du CO est donc trop éloignée de la charge métallique et la température de combustion est trop faible pour que cette post-combustion contribue de manière très significative au chauffage des ferrailles en cours de fusion ou du bain de métal liquide.

On a imaginé (voir le document EP0257450) d'implanter des lances à oxygène dans la paroi latérale du four (au-dessus du niveau du bain liquide), afin d'accentuer le phénomène de post-combustion du CO en CO_2. Ces lances sont inclinées d'un angle de 30 à 60° par rapport à la verticale, et orientent leurs jets tangentiellement à un cylindre imaginaire défini soit par l'électrode elle-même dans le cas où le four est un four mono-électrode, soit par le cylindre dans lequel s'inscrivent les électrodes dans le cas d'un four à trois électrodes. Elles visent les zones du four qui sont habituellement relativement les plus froides et où la fusion des ferrailles est la plus lente. L'expérience montre, cependant, que l'efficacité d'un tel équipement n'est pas encore optimale.

Le but de l'invention est de proposer une méthode efficace pour réaliser une post-combustion aussi complète que possible du CO produit dans le four en CO_2, et de faire en sorte que la chaleur produite par cette post-combustion soit exploitée au mieux pour le réchauffage du bain de métal liquide.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé d'élaboration de l'acier dans un four électrique à arc du type comportant une cuve renfermant un bain d'acier en fusion, une voûte coiffant ladite cuve et une électrode de voûte unique ou une pluralité d'électrodes de voûte inscrites dans un cylindre, selon lequel on insuffle un gaz oxygéné sous forme de jets gazeux dans ladite cuve en direction de la surface dudit bain, de manière à ce que les zones d'impact desdits jets sur ladite surface ne recouvrent pas ladite électrode ou ledit cylindre, caractérisé en ce que lesdits jets sont insufflés à partir de la partie supérieure du four, et en ce qu'ils ont une faible profondeur de pénétration dans ledit bain..

L'invention a également pour objet un four électrique à arc d'aciérie, du type comportant une cuve destinée à renfermer l'acier en fusion, une voûte coiffant ladite cuve, une électrode de voûte unique ou une pluralité d'électrodes de voûte inscrites dans un cylindre, et des moyens pour insuffler des jets d'un gaz oxygéné dans ladite cuve en direction de la surface dudit acier, les zones d'impact desdits jets sur ladite surface ne recouvrant pas ladite électrode ou ledit cylindre, caractérisé en ce que lesdits moyens sont constitués par des tuyères implantées dans ladite voûte.

Comme on l'aura compris, l'invention consiste à réaliser une post-combustion du CO produit dans le four au moyen d'une multiplicité de jets d'oxygène envoyés sur les matières ferrifères en cours de fusion ou déjà fondues, mais en veillant à ce que ces jets ne provoquent pas une combustion des électrodes en graphite, et ne pénètrent pas trop profondément dans le bain de métal liquide, pour des raisons qui seront explicitées plus loin.

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

- la figure 1 qui représente schématiquement vue de dessus la cuve d'un four électrique d'aciérie permettant de mettre en œuvre l'invention;

- la figure 2 qui représente schématiquement le même four électrique vu de face et en coupe selon II-II.

Le four électrique à arc d'aciérie schématisé sur les figures 1 et 2 comporte classiquement une cuve 1, dont la paroi latérale est équipée de panneaux 1' refroidis à l'eau, et dont la partie inférieure est revêtue intérieurement de réfractaires 1". C'est cette partie inférieure qui renferme l'acier en cours d'élaboration, représenté pour partie formant un bain 2 complètement liquide, et pour le reste sous forme de ferrailles 2' non encore fondues. La cuve 1 est coiffée d'une voûte 3 que traversent, dans l'exemple décrit, trois électrodes en graphite 4, 5, 6 connectées à une alimentation électrique non représentée. La cuve 1 comporte également, de manière classique, une porte de décrassage 7 par laquelle on peut évacuer périodiquement le laitier (non représenté) surmontant l'acier liquide 2, et un bec de coulée 8 (non représenté sur la figure 2) par lequel a lieu la coulée de l'acier liquide 2 hors du four.

Afin de mettre en œuvre le procédé selon l'invention, trois tuyères 9, 10, 11 d'insufflation d'oxygène sont implantées dans la voûte 3. Les jets d'oxygène 12, 13, 14 qui en sont issus, et dont les contours sont dessinés en pointillés, sont orientés de haut en bas en direction de la surface du bain d'acier liquide 2. Pour que cette mise en œuvre ait une efficacité maximale, les impacts 15, 16, 17 des jets sur le bain 2, dont les limites sont schématisées en pointillés sur la figure 1, doivent recouvrir la plus grande fraction possible de la surface du bain 2. On vise ainsi à oxyder en CO_2 à proximité immédiate du métal liquide 2 la majeure partie du CO s'en échappe, et à optimiser ainsi le transfert au métal liquide 2 ou solide 2' de l'énergie thermique dégagée par cette oxydation. Il est cependant nécessaire que ces impacts 15, 16, 17 ne recouvrent pas le cercle 18 dans lequel sont inscrites les trois électrodes 4, 5, 6, afin de ne pas provoquer une combustion excessive des électrodes 4, 5, 6. Dans le cas d'un four mono-électrode, les impacts 15, 16, 17 doivent être tenus à l'écart de l'électrode elle-même, pour des raisons identiques. De même, il est préférable que les jets d'oxygène 12, 13, 14 ne

viennent pas percuter les parois réfractaires du four 1, afin de ne pas les user exagérément et inutilement.

Une autre condition fondamentale pour l'obtention d'une combustion secondaire du CO satisfaisante est que les jets 12, 13, 14 ne doivent pas percuter le bain 2 de manière trop violente. Si cela se produisait, l'oxygène pénètrerait profondément dans l'acier liquide 2 et contribuerait à sa décarburation par formation de CO, alors que ce n'est pas son rôle (à cet effet, on injecte souvent de l'oxygène directement dans le bain 2 par des lances immergées ou des tuyères intégrées à la sole de la cuve 1). Le rendement de la post-combustion s'en trouverait détérioré. D'autre part, la pénétration des jets d'oxygène 12, 13, 14 dans le bain 2 génère des projections de gouttelettes d'acier liquide 19. Ces gouttelettes métalliques peuvent réduire le CO_2 en CO Cette réaction est endothermique, et les inventeurs se sont aperçu que cet effet contribuait à annihiler partiellement et sensiblement l'effet de la post-combustion. Ces projections sont d'autant plus intenses que la profondeur de pénétration des jets d'oxygène dans l'acier liquide 2 est grande, et il est donc très important que les jets d'oxygène insufflés par les tuyères de voûte 9, 10, 11 soient des jets relativement "mous". L'expérience des inventeurs montre que leur profondeur de pénétration dans le bain de métal liquide 2 ne doit optimalement pas excéder 5 cm environ.

Cette profondeur peut être estimée au moyen de modélisations mathématiques. A titre d'exemple, on peut citer la méthode exposée dans l'article "A model study on jet penetration and sloping in the LD converter (Tetsu To Hagane 58 (1972) N°1, pp. 76-84)", selon laquelle la profondeur de pénétration dans l'acier liquide d'un jet d'oxygène issu d'une tuyère émergée à un trou s'exprime en mm par:

$$\text{Pénétration} = A\, e^{-0,78\, H / A \cos\beta}$$

avec:

$$A = 63\, (Q / d)^{2/3}$$

où:

- Q est le débit d'oxygène en Nm^3/h;
- d est le diamètre du trou de la tuyère en mm;
- H est la distance entre l'extrémité de la tuyère et la surface du bain d'acier liquide 2 en mm;
- β est l'angle d'inclinaison de la tuyère par rapport à l'horizontale.

Les tuyères 9, 10, 11 peuvent également être utilisées pour chalumer les matières ferrifères avant le début de leur fusion pour accélérer celle-ci. Leur nombre doit être suffisant pour obtenir une couverture aussi satisfaisante que possible de la surface du bain 2, selon les critères qui ont été précédemment exposés. Il est toutefois préférable que les jets gazeux 12, 13, 14 soient bien séparés les uns des autres, pour obtenir des conditions aérodynamiques bien maîtrisées à l'intérieur du four.

Comme on l'a dit, une injection d'oxygène dans le bain d'acier liquide 2 est parfois pratiquée à travers la sole de la cuve 1 par des tuyères de sole 20, pour favoriser la décarburation du métal. Une injection par ces mêmes tuyères de sole 20 de gaz non oxydant (azote, argon) a également un effet bénéfique sur la cinétique de décarburation, et aussi sur la vitesse de fusion des matières ferrifères encore solides 2' grâce au brassage du métal liquide 2 qu'elle provoque. Il est avantageux que les impacts 15, 16, 17 des jets d'oxygène 12, 13, 14 issus des tuyères de voûte 9, 10, 11 surplombent les sites d'implantation des tuyères de sole 20, car ces zones constituent des sites priviligiés de dégagement de CO. Mais dans ce cas, il est encore plus crucial de bien contrôler la profondeur de pénétration des jets d'oxygène 12, 13, 14 dans le bain 2, car l'injection de gaz par la sole génère elle-même des projections de gouttelettes de métal liquide 19, et il importe que l'oxygène provenant de la voûte n'augmente pas trop l'intensité de ces projections, pour les raisons qui ont été dites, qui tiennent à la nécessité de limiter la réduction du CO_2 déjà formé.

On a supposé jusqu'ici que les tuyères 9, 10, 11 étaient implantées dans la voûte 3 du four. Mais, il est aussi concevable qu'elles soient implantées dans la paroi latérale de la cuve 1, dans la mesure où les conditions géométriques et aérodynamiques requises par le procédé selon l'invention sont bien réunies. Cependant, disposer les tuyères dans la voûte 3 présente des avantages qui contribuent à rendre optimale la mise en œuvre du procédé selon l'invention. En premier lieu, par comparaison avec des tuyères implantées dans la paroi latérale et qui couvriraient les mêmes portions du bain, des tuyères de voûte 9, 10, 11 délivrent des jets présentant une plus faible inclinaison par rapport à la verticale. Cela diminue l'effet de mise en circulation, tangentiellement à la paroi, des gaz présents dans le four, qui provoque des usures localisées des réfractaires. Il est également plus aisé de régler les dimensions et les orientations des jets 12, 13, 14 de manière à ce qu'ils ne viennent pas percuter la paroi du four ou les électrodes 4, 5, 6. Un autre avantage est qu'avec un jet 12, 13, 14 faiblement incliné issu d'une tuyère de voûte 9, 10, 11, la zone d'impact du jet sur le métal en cours de fusion varie peu au fur et à mesure que les ferrailles fondent et que leur hauteur dans le four diminue. Un jet fortement incliné issu d'une tuyère de paroi serait beaucoup plus sensible à ces variations de hauteur, et on ne serait plus sûr que l'extrémité de la flamme issue de la tuyère est bien en contact permanent avec le métal. Or, c'est cette extrémité qui est le point le plus chaud du jet, et son contact avec le métal 2 est une condition importante pour l'optimisation des transferts thermiques. Cette optimisation est donc plus aisée avec des tuyères de voûte 9, 10, 11 qu'avec des tuyères de paroi. D'autre part, on diminue l'intensité des projections de laitier, car un jet proche de la verticale tend à repousser le laitier qu'il rencontre, plutôt qu'à le projeter en direction des parois du four. L'usure des réfractaires revêtant le four est donc, également pour cette raison,

plus faible avec des tuyères de voûte 9, 10, 11 qu'avec des tuyères de paroi. Enfin, et surtout, pour les mêmes raisons liées à la moindre inclinaison du jet d'oxygène par rapport à la verticale, les projections de métal issues de la zone d'impact du jet sur le métal liquide 2 sont elles aussi diminuées par l'implantation des tuyères dans la voûte 3 plutôt que dans la paroi latérale de la cuve 1 du four. Et on a vu que ces projections qui tendent à réduire le CO_2 déjà formé étaient très préjudiciables au bon déroulement de la post-combustion du CO.

On a intérêt à ce que, dans les couches supérieures de l'atmosphère du four, on trouve très majoritairement du CO_2, et à ce que la présence d'oxygène y soit circonscrite à des zones aussi limitées que possible en nombre et en étendue, cela pour éviter que de l'oxygène qui devrait servir à la post-combustion ne soit aspiré hors du four par l'installation de captation des gaz de combustion. De préférence, il faut donc que les jets d'oxygène ne soient pas très nombreux (trois, par exemple), et que les tuyères leur donnent une forme conique avec un angle d'ouverture assez important pour maximaliser la surface du bain couverte par leurs impacts.

En variante, au lieu d'oxygène pur, il est possible d'utiliser de l'air fortement préchauffé ou, de manière générale, un gaz oxygéné, l'essentiel étant qu'il procure une température de flamme élevée (de l'ordre de 2000°C) lors de la combustion du CO.

Avec le procédé selon l'invention, il est donc possible d'exploiter au mieux l'oxygène insufflé dans le four pour assurer la post-combustion du CO formé. Cela peut conduire, au choix de l'opérateur, par rapport aux pratiques antérieures, soit à raccourcir la durée de l'élaboration à ajouts d'énergie électrique, de carbone et d'oxygène constants, puisque les températures visées pour l'acier liquide sont atteintes plus rapidement, soit à diminuer l'apport d'énergie électrique et les quantités d'oxygène et de carbone introduites dans le four, en conservant la durée d'élaboration habituelle.

REVENDICATIONS

1) Procédé d'élaboration de l'acier dans un four électrique à arc du type comportant une cuve renfermant un bain d'acier en fusion, une voûte coiffant ladite cuve et une électrode de voûte unique ou une pluralité d'électrodes de voûte inscrites dans un cylindre, selon lequel on insuffle un gaz oxygéné sous forme de jets gazeux dans ladite cuve en direction de la surface dudit bain, de manière à ce que les zones d'impact desdits jets sur ladite surface ne recouvrent pas ladite électrode ou ledit cylindre, caractérisé en ce que lesdits jets sont insufflés à partir de la partie supérieure du four, et en ce qu'ils ont une faible profondeur de pénétration dans ledit bain.

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits jets sont insufflés à partir de la voûte dudit four.

3) Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la profondeur de pénétration desdits jets dans ledit bain est inférieure à 5 cm environ.

4) Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on insuffle un gaz neutre ou oxydant à travers la sole du four à l'aplomb des zones d'impact desdits jets sur ledit bain.

5) Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on maintient dans la partie supérieure du four une atmosphère majoritairement composée de CO_2.

6) Four électrique à arc d'aciérie, du type comportant une cuve (1) destinée à renfermer de l'acier liquide (2) et des matières ferrifères (2') en cours de fusion, une voûte (3) coiffant ladite cuve (1), une électrode de voûte unique ou une pluralité d'électrodes de voûte (4, 5, 6) inscrites dans un cylindre, et des moyens pour insuffler des jets (12, 13, 14) d'un gaz oxygéné dans ladite cuve (1) en direction de la surface dudit acier (2) les zones d'impact desdits jets (12, 13, 14) sur ladite surface ne recouvrant pas ladite électrode ou ledit cylindre, caractérisé en ce que lesdits moyens sont constitués par des tuyères (9, 10, 11) implantées dans ladite voûte (3).

7) Four électrique à arc d'aciérie selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (20) pour insuffler un gaz neutre ou oxydant à travers la sole du four, lesdits moyens étant placés à l'aplomb des zones d'impact (15, 16, 17) desdits jets (12, 13, 14) sur l'acier liquide (2).

1/1

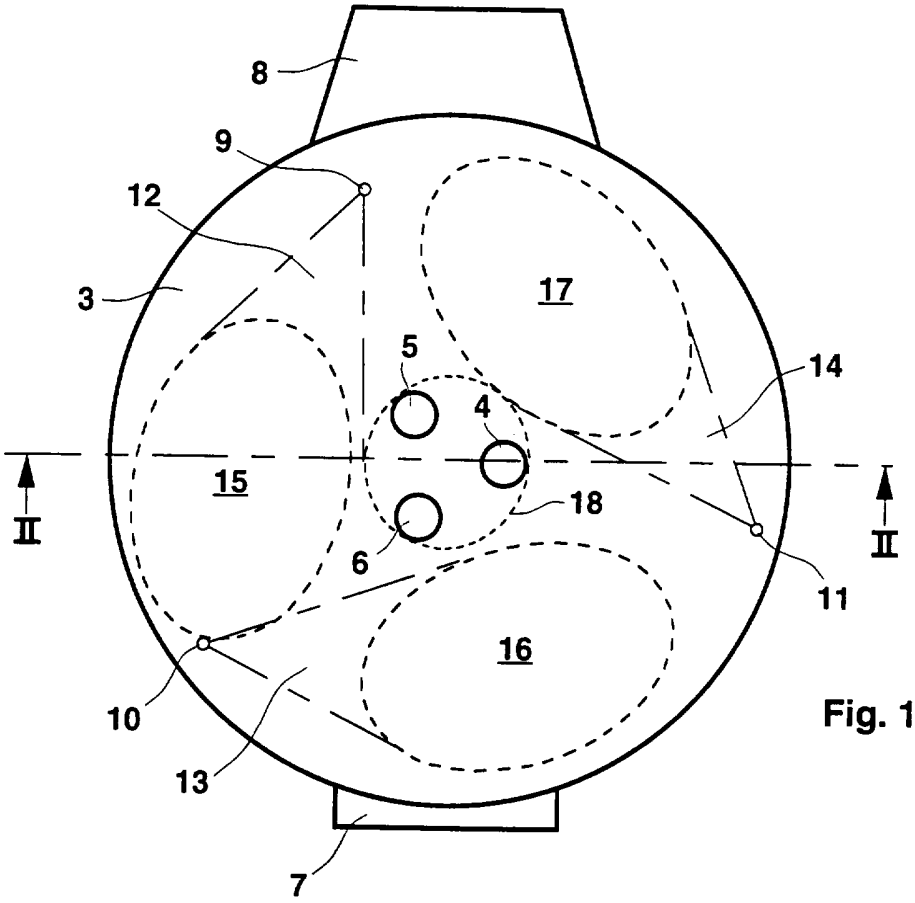

8
9
12
3
17
5
14
4
15
18
II
II
6
11
16
10
13
7

Fig. 1

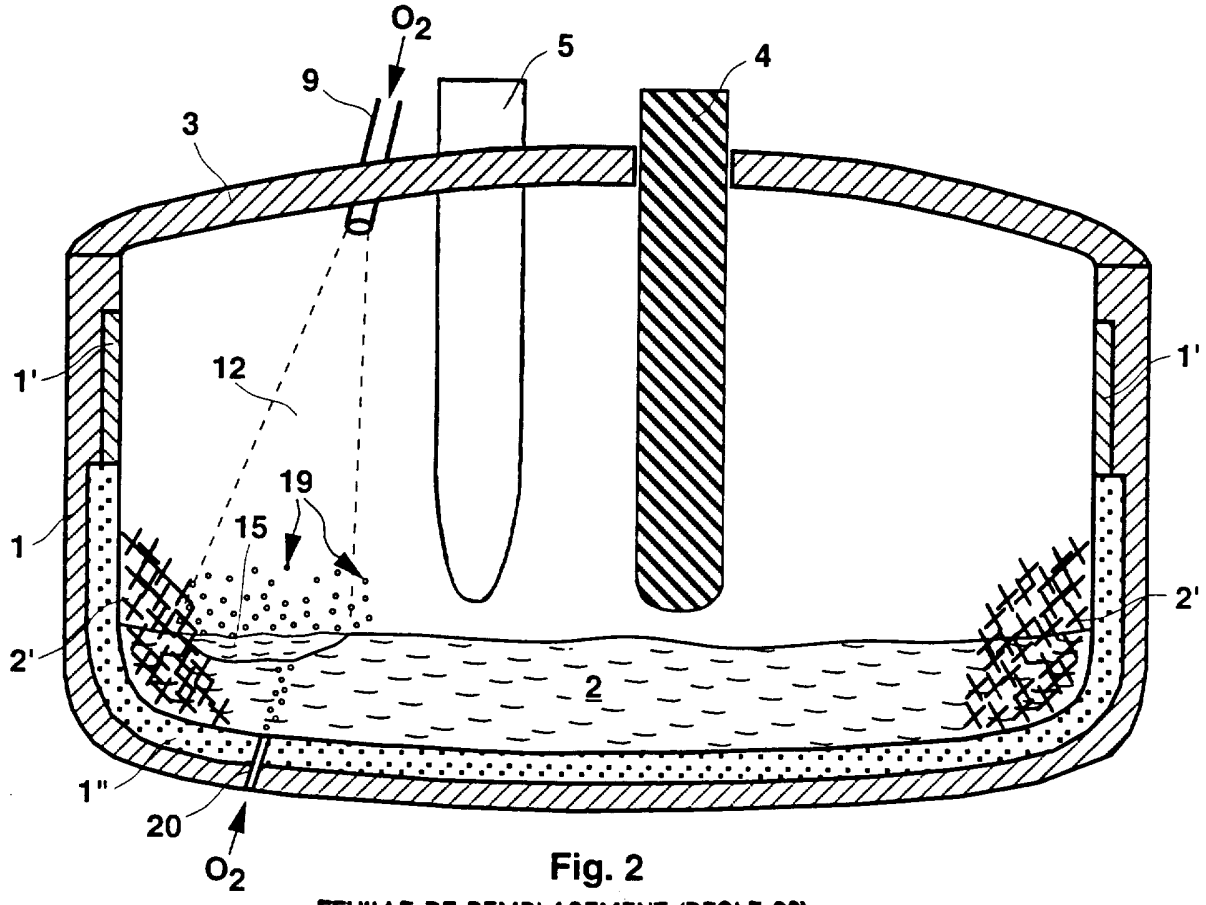

O_2
5
4
9
3
1'
12
1'
19
1
15
2'
2'
2
1"
20
O_2

Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte onal Application No
PCT/FR 96/00365

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 C21C5/52 F27B3/22

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 6 C21C F27B

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US,A,5 375 139 (BENDER MANFRED) 20 December 1994	1,2,6
X	see column 2, line 45 - column 3, line 22; claims; figure 2	1,2,6
Y		3-5,7

X	EP,A,0 630 977 (VOEST ALPINE IND ANLAGEN) 28 December 1994	1,2,6
	see abstract; claims; figure 1	
Y		3-5,7

A	US,A,5 112 387 (LAZCANO-NAVARRO ARTURO) 12 May 1992	

A	US,A,4 730 336 (HERNEISEN EDWARD L ET AL) 8 March 1988	

	-/--	

[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

1

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 June 1996	11. 07. 96

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	Oberwalleney, R

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter nal Application No
PCT/FR 96/00365

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP,A,0 257 450 (KLOECKNER CRA TECH) 2 March 1988 cited in the application ---	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 95, no. 4, 31 May 1995 & JP,A,07 026318 (KAWASAKI STEEL CORP.), 27 January 1995, see abstract -----	

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter onal Application No
PCT/FR 96/00365

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US-A-5375139	20-12-94	DE-A-	4432924	13-04-95
		DE-C-	19517151	07-03-96
EP-A-0630977	28-12-94	CA-A-	2126148	22-12-94
		CN-A-	1100145	15-03-95
		JP-A-	7003323	06-01-95
		US-A-	5454852	03-10-95
US-A-5112387	12-05-92	NONE		
US-A-4730336	08-03-88	NONE		
EP-A-0257450	02-03-88	DE-A-	3629055	03-03-88
		AU-B-	583742	04-05-89
		AU-B-	7743587	03-03-88
		CA-A-	1320526	20-07-93
		CZ-B-	280147	15-11-95
		JP-B-	1037449	07-08-89
		JP-C-	1583881	22-10-90
		JP-A-	63125611	28-05-88
		RU-C-	2025499	30-12-94
		US-A-	4827486	02-05-89

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem · Internationale No
PCT/FR 96/00365

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 C21C5/52 F27B3/22

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 6 C21C F27B

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

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US,A,5 375 139 (BENDER MANFRED) 20 Décembre 1994	1,2,6
X	voir colonne 2, ligne 45 - colonne 3, ligne 22; revendications; figure 2	1,2,6
Y		3-5,7

X	EP,A,0 630 977 (VOEST ALPINE IND ANLAGEN) 28 Décembre 1994	1,2,6
	voir abrégé; revendications; figure 1	
Y		3-5,7

A	US,A,5 112 387 (LAZCANO-NAVARRO ARTURO) 12 Mai 1992	

A	US,A,4 730 336 (HERNEISEN EDWARD L ET AL) 8 Mars 1988	

	-/--	

[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'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention 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

1

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
24 Juin 1996	11. 07. 96

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	Oberwalleney, R

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

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem · Internationale No
PCT/FR 96/00365

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Categorie *	Identification des documents cités, avec, le cas echéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visees
A	EP,A,0 257 450 (KLOECKNER CRA TECH) 2 Mars 1988 cité dans la demande ---	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 95, no. 4, 31 Mai 1995 & JP,A,07 026318 (KAWASAKI STEEL CORP.), 27 Janvier 1995, voir abrégé -----	

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No
PCT/FR 96/00365

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US-A-5375139	20-12-94	DE-A- 4432924	13-04-95
		DE-C- 19517151	07-03-96
EP-A-0630977	28-12-94	CA-A- 2126148	22-12-94
		CN-A- 1100145	15-03-95
		JP-A- 7003323	06-01-95
		US-A- 5454852	03-10-95
US-A-5112387	12-05-92	AUCUN	
US-A-4730336	08-03-88	AUCUN	
EP-A-0257450	02-03-88	DE-A- 3629055	03-03-88
		AU-B- 583742	04-05-89
		AU-B- 7743587	03-03-88
		CA-A- 1320526	20-07-93
		CZ-B- 280147	15-11-95
		JP-B- 1037449	07-08-89
		JP-C- 1583881	22-10-90
		JP-A- 63125611	28-05-88
		RU-C- 2025499	30-12-94
		US-A- 4827486	02-05-89