(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 990 474 B1

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
17.12.2003 Bulletin 2003/51

(51) Int Cl.[7]: **B22D 11/10**

(21) Numéro de dépôt: **99402209.3**

(22) Date de dépôt: **09.09.1999**

(54) **Dispositif d'inertage pour lingotière de coulée continue des métaux**

Inertgasabschirmvorrichtung für Kokillen zum Stranggiessen von Metall

Inert gas shrouding device for moulds for the continuous casting of metals

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(30) Priorité: **28.09.1998 FR 9812128**

(43) Date de publication de la demande:
05.04.2000 Bulletin 2000/14

(73) Titulaires:
- **ASCOMETAL (Société anonyme)**
  F-92800 Puteaux (FR)
- **UGINE-SAVOIE IMPHY**
  73400 Ugine (FR)
- **SOLLAC**
  92800 Puteaux (FR)
- **SOCIETE ANONYME DES FORGES ET ACIERIES DE DILLING**
  66748 Dillingen-Sarre (DE)

(72) Inventeurs:
- **Perrin, Eric**
  Villa no. 1, 13090 Aix en Provence (FR)
- **Salaris, Cosimo**
  57158 Montigny lès Metz (FR)
- **Weisseldinger, Edouard**
  57120 Rombas (FR)

(74) Mandataire: **Neyret, Daniel Jean Marie**
USINOR
Direction Propriété Industrielle
Immeuble Pacific
11, cours Valmy - TSA 10001
La Défense 7
92070 La Défense Cedex (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 505 035
EP-B- 0 137 118
DE-C- 445 983
FR-A- 2 250 594
SU-A- 1 675 049

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 0 990 474 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] L'invention concerne la coulée continue des métaux tels que l'acier. Plus précisément, elle concerne les dispositifs assurant la protection du métal liquide présent dans la lingotière contre les possibles réactions chimiques avec l'air ambiant.

[0002] Les installations de coulée continue de l'acier comportent une lingotière sans fond, dont les parois sont énergiquement refroidies intérieurement par une circulation d'eau, et sont réalisées en un métal bon conducteur de la chaleur tel que le cuivre ou ses alliages. L'acier liquide est introduit en continu dans la lingotière, en provenance d'un récipient appelé « répartiteur » qui la surplombe, et il y amorce sa solidification en formant une croûte solide contre les parois internes de la lingotière. Le produit (appelé brame, bloom ou billette selon sa forme et ses dimensions) est continûment extrait de la lingotière et achève sa solidification à coeur hors de la lingotière, grâce à un refroidissement externe par aspersion d'eau.

[0003] L'acier liquide qui pénètre dans la lingotière doit être protégé de l'air ambiant, afin d'éviter une augmentation de sa teneur en azote et la formation d'inclusions oxydées en son sein. A cet effet, le jet de métal liquide s'écoulant du répartiteur est le plus souvent protégé par un tube en matériau réfractaire dont l'extrémité inférieure plonge dans le bain métallique présent dans la lingotière. D'autre part, habituellement, la surface libre de l'acier liquide présent dans la lingotière est recouverte par une poudre à base d'oxydes, appelée « poudre de couverture ». Ses fonctions sont multiples. Outre la protection de l'acier contre l'air ambiant, elle arrête le rayonnement de la surface, et ainsi diminue les pertes thermiques du métal. Et en s'infiltrant entre la croûte solidifiée et la lingotière, elle assure une lubrification de l'interface lingotière-produit qui permet que l'extraction du produit s'effectue sans risque de déchirement de la croûte solidifiée. Cette extraction est également facilitée par des oscillations verticales, et aussi éventuellement des vibrations ultrasonores imprimées à la lingotière.

[0004] Il y a cependant des cas où l'utilisation d'une poudre de couverture n'est pas possible, à savoir lorsque le produit coulé est de petit format et que l'utilisation d'un tube de protection risquerait de provoquer la formation de « ponts » de métal solidifié entre le tube et la lingotière. Il faut alors couler avec un jet de métal exposé à l'atmosphère ambiante, dont l'impact sur une surface revêtue de poudre de couverture provoquerait un entraînement de poudre au sein du métal, donc une grave pollution du produit. La présence de poudre de couverture doit donc être exclue, et la lubrification de l'interface lingotière-produit est alors assurée par une amenée de lubrifiant liquide sur la surface du métal, voire aussi à travers la paroi de la lingotière, à différents points de l'interface paroi-croûte solidifiée. La combustion de l'huile réduit la teneur en oxygène de l'atmosphère ambiante, mais elle ne peut assurer qu'imparfaitement la protection du métal contre les réoxydations. Il faut alors compléter cette action par un inertage gazeux de l'environnement de la surface du métal. Cet inertage est classiquement réalisé par une insufflation d'argon (ou d'azote pour la coulée de nuances qui tolèrent des teneurs importantes en cet élément) autour du jet et sur la surface libre du métal liquide. Pour réaliser un meilleur confinement de cette atmosphère protectrice, on relie souvent le fond du répartiteur et le bord supérieur de la lingotière par un soufflet en réfractaire fibreux qui, par sa souplesse, autorise les déplacements verticaux de la lingotière oscillante. L'amplitude de ces déplacements peut atteindre quelques dizaines de mm. L'expérience montre cependant que ces méthodes de protection ne sont pas totalement satisfaisantes et n'empêchent parfois pas suffisamment le métal de se réoxyder. On ne mesure que très rarement une teneur en oxygène au voisinage de la surface inférieure à 3%, ce qui est encore trop élevé. Cette oxydation excessive du métal se traduit par la formation d'inclusions oxydées dont certaines décantent à la surface du métal et doivent être périodiquement enlevées manuellement par les opérateurs. Mais si on utilise un soufflet isolant l'environnement de la lingotière de l'atmosphère extérieure, cet enlèvement n'est pas possible. Quant aux inclusions qui ne décantent pas, elles demeurent au sein du métal et détériorent sa qualité.

[0005] Le but de l'invention est de proposer un dispositif d'inertage de l'environnement de la surface du bain de métal liquide en lingotière plus efficace que les dispositifs existants.

[0006] A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif d'inertage de l'espace environnant la surface libre du métal liquide coulé dans une lingotière de coulée continue des métaux située sous un répartiteur, selon la revendication 1.

[0007] Comme on l'aura compris, l'invention consiste à interposer entre le fond du répartiteur et le bord supérieur de la lingotière un joint annulaire que l'on gonfle par un gaz sous pression. Il est réalisé en une matière résistant à la chaleur et suffisamment perméable aux gaz (de préférence sous l'effet de sa porosité naturelle) pour que du gaz fuyant du joint vienne remplir l'espace délimité par le joint, le fond du répartiteur et le rebord supérieur de la lingotière, et dans lequel se trouvent le jet de coulée et la surface libre du métal liquide coulé dans la lingotière. Ce joint est fixé au fond du répartiteur ou au rebord supérieur de la lingotière, et doit, une fois gonflé, présenter une épaisseur telle qu'elle suffise à combler l'espace séparant le répartiteur et la lingotière lorsque cet espace présente sa largeur maximale (c'est à dire lorsque la lingotière, au cours de son cycle d'oscillation, est dans sa position la plus basse).

[0008] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, donnée en référence à la figure unique annexée, qui montre vu de face et en coupe transversale un dispositif selon l'invention, installé sur

une machine de coulée continue des métaux.

[0009] La figure unique montre schématiquement la partie supérieure d'une installation de coulée continue de billettes d'acier. De manière classique, elle comporte un répartiteur 1 renfermant de l'acier liquide 2, et dont seul le fond 3 est représenté. Le fond 3 comporte une busette calibrée 4 par laquelle s'écoule l'acier liquide 2 pour former un jet de coulée 5. Celui-ci pénètre dans l'espace intérieur d'une lingotière sans fond 6 dont les parois 7, 8, 9 sont énergiquement refroidies intérieurement par de l'eau circulant dans des canaux non représentés. L'acier liquide 2 présent dans la lingotière 6 se solidifie progressivement contre les parois 7, 8, 9 pour former la croûte extérieure 10 d'un produit coulé 11 qui est extrait de la lingotière 6 par des moyens connus non représentés. A sa sortie de la lingotière 6, le produit 11 est arrosé avec de l'eau par des buses 12, 13, 14, 15 pour accélérer son refroidissement. Une couche d'huile de lubrification 16 recouvre la surface 17 de l'acier liquide 2 présent dans la lingotière 6. Celle-ci est animée d'un mouvement d'oscillation verticale selon la flèche 18, grâce à des moyens connus non représentés. L'amplitude de ces oscillations peut être de l'ordre de quelques mm à quelques cm, et leur fréquence de l'ordre de quelques Hz. De l'huile peut aussi, de manière connue, être amenée en divers points de l'interface paroi 7, 8, 9-croûte 10 par des orifices (non représentés) ménagés dans les parois 7, 8, 9.

[0010] L'installation de coulée continue est munie d'un dispositif d'inertage évitant que le jet de coulée 5 et la surface 17 de l'acier liquide 2 présent dans la lingotière 6 ne soient exposés à une atmosphère réactive telle que l'air ambiant. Selon l'invention, ce dispositif comporte :

- une membrane gonflable 19 de forme annulaire, réalisée en un matériau réfractaire souple poreux, pouvant résister à des températures de l'ordre de 800 à 900°C environ ;
- une armature métallique tubulaire 20, logée à l'intérieur de la membrane 19 ; elle est pourvue de tuyaux 21, 22 d'amenée d'un gaz d'inertage neutre tel que de l'argon ou de l'azote dans son intérieur et d'orifices 23, 24 de quelques mm de diamètre par lesquels ce gaz neutre s'échappe à l'intérieur de la membrane 19 pour assurer son gonflage, puis l'inertage de l'espace environnant le jet de coulée 5 et la surface 17 de l'acier liquide 2 présent dans la lingotière 6 ;
- une plaque annulaire 25 à laquelle sont fixées les parties supérieures de la membrane 19 et de l'armature 20, et qui est elle-même fixée au fond 3 du répartiteur 1, de manière à ce que la membrane 19 entoure le jet de coulée 5.

[0011] Des moyens classiques non représentés d'insufflation d'un gaz neutre alimentent les tuyaux 21, 22 dans des conditions de débit et de pression telles que l'on obtient un gonflage de la membrane 19 qui lui procure une forme s'approchant de celle d'un tore. Les dimensions de la membrane sont calculées pour qu'une fois gonflée, elle puisse combler à l'état comprimé, à la manière d'un joint torique, l'espace séparant le fond 3 du répartiteur 1 et le rebord supérieur 26 de la lingotière 6, même lorsque la lingotière 6 et le répartiteur 1 se trouvent à leur distance maximale lors du cycle d'oscillation de la lingotière 6. Sous l'effet de la pression interne régnant dans la membrane 19, celle-ci est en permanence en contact souple et étanche avec le rebord supérieur 26 de la lingotière 6, qui est lui-même mis en mouvement par les oscillations de la lingotière 6.

[0012] Du fait du caractère poreux de la membrane 19, une fraction du gaz qui la gonfle s'échappe dans l'espace intérieur 27 délimité par la membrane 19, le répartiteur 1 et la lingotière 6, et contribue à rendre son atmosphère inerte vis-à-vis du jet de coulée 5 et de la surface 17 de l'acier liquide 2 présent dans la lingotière. Surtout si on assure également une bonne étanchéité du contact entre la plaque 25 et le fond 3 du répartiteur 1, on peut ainsi obtenir une teneur en oxygène de l'ordre de 0,5% dans l'espace 27, ce qui est suffisamment bas pour y supprimer les réoxydations significatives du métal liquide 2. On n'observe, en effet, plus de formation d'oxydes à la surface du bain 17, et il n'est plus nécessaire de procéder à un nettoyage périodique de cette surface 17.

[0013] A titre d'exemple, on peut utiliser une membrane 19 en feutre réfractaire à base de graphite, présentant une porosité de l'ordre de 70% et une épaisseur de 8 mm. Initialement, le feutre se présente sous la forme d'une bande du commerce que l'on enroule pour former un tube que l'on ferme selon une génératrice par couture ou collage, puis que l'on referme sur lui-même pour former un anneau. Pour assurer le gonflage de la membrane 19, on injecte 150 Nl/mn d'azote sous une pression de 1 bar. Cette injection gazeuse permet également de refroidir suffisamment la membrane 19 pour éviter sa détérioration thermique.

[0014] Optionnellement, on peut revêtir la membrane 19, sur sa portion tournée vers l'extérieur de l'espace 27, par un matériau étanche au gaz, de manière à ce que tout le gaz sortant de la membrane 19 soit effectivement introduit dans l'espace 27.

[0015] En variante, on peut aussi donner à la plaque 25 une épaisseur relativement importante et lui intégrer une fenêtre transparente, par laquelle on peut avoir un accès visuel à la surface 17 du métal liquide 2 en lingotière, de manière à rendre possible l'utilisation d'un dispositif de régulation du niveau de cette surface 17 d'un type comportant une caméra ou tout autre dispositif nécessitant un accès optique à la surface 17.

[0016] Une autre variante consisterait à fixer la plaque 25 non plus sur le fond 3 du répartiteur 1, mais sur le rebord supérieur 26 de la lingotière 6.

[0017] Bien entendu, la plaque 25 n'est qu'un exemple de moyen de fixation de la membrane 19, et tout

autre type de moyen de fixation pouvant jouer la même fonction est utilisable.

[0018] Le dispositif selon l'invention, outre son efficacité pour la protection du métal liquide, a pour avantages la facilité de sa mise en place et de son utilisation. En particulier, il est très tolérant vis-à-vis des légères variations de positionnement en hauteur du répartiteur 1 (quelques mm) que l'on peut habituellement rencontrer.

[0019] Le dispositif selon l'invention peut aussi être employé sur les installations de coulée qui comportent, au lieu d'une lingotière oscillante, une lingotière à laquelle on imprime des mouvements de faible amplitude et de forte fréquence au moyen d'émetteurs ultrasonores, ainsi qu'aux lingotières sur lesquelles de tels mouvements se superposent aux oscillations classiques. Il est également applicable au cas des lingotières qui sont prolongées vers le haut par une réhausse en matériau réfractaire à l'intérieur de laquelle on maintient la surface de l'acier liquide.

[0020] Il va de soi que le dispositif selon l'invention est utilisable aussi dans le cas où le jet de coulée 5 est lui-même protégé par un tube en matériau réfractaire. Il est applicable à la coulée de produits de tous formats. De même, il est applicable à la coulée continue d'autres métaux que l'acier.

Revendications

1. Dispositif d'inertage de l'espace environnant la surface libre d'un métal liquide coulé dans une lingotière de coulée continue des métaux située sous un répartiteur à partir duquel s'écoule un jet de coulée de métal liquide alimentant la lingotière, *dispositif comprenant* une membrane annulaire réalisée en matériau *réfractaire* souple perméable aux gaz, *associée à* une armature tubulaire *de maintien dotée de* moyens de fixation de la membrane dans une position telle qu'elle entoure le jet de coulée *et* pourvue d'une tubulure d'amenée d'un gaz d'inertage dans son intérieur et d'orifices de sortie par lesquels ledit gaz s'échappe à l'intérieur de ladite membrane et **caractérisé en ce que**, *dans le but de constituer un joint annulaire souple reliant le bord supérieur (26) de la lingotière (6) au fond (3) du répartiteur (1),*

   - *ladite membrane (19) présente*, à l'état gonflé, *une* épaisseur supérieure à la distance maximale séparant le rebord supérieur (26) de la lingotière (6) et le fond (3) du répartiteur (1) pendant la coulée;
   - *ladite* armature tubulaire (20) *est* logée à l'intérieur de la membrane (19);
   - et des moyens d'insufflation dudit gaz d'inertage dans ladite tubulure d'amenée (21, 22) *sont prévus* permettant d'assurer le gonflage de la membrane (19) et de la maintenir à l'état comprimé en contact étanche et simultané avec le fond (3) du répartiteur (1) et le rebord supérieur (26) de la lingotière (6).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite membrane (19) est réalisée en un feutre réfractaire à base de graphite.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ladite membrane (19) est revêtue, sur sa portion tournée vers l'extérieur de l'espace (27) environnant la surface libre (17) du métal liquide (2) présent dans la lingotière (6), par un matériau étanche au gaz d'inertage.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** *lesdits moyens de fixation de la membrane sont constitués par une* plaque annulaire (25) comportant une fenêtre en un matériau transparent donnant un accès optique à la surface libre (17) du métal liquide (2) présent dans la lingotière (6).

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Inertisierung des die freie Oberfläche eines in eine Kokille zum Stranggießen von Metall gegossenen flüssigen Metalls umgebenden Raums, wobei die Kokille unter einem Verteiler angeordnet ist, aus dem ein die Kokille speisender Gießstrahl ausströmt, welche Vorrichtung eine aus einem gasdurchlässigen, flexiblen, feuerfesten Material gefertigte Ringmembran aufweist, die mit einem röhrenförmigen Halterahmen verbunden ist, welcher Mittel zur Befestigung der Membran in einer Position aufweist, in der sie den Gießstrahl umgibt, und mit einem Stutzen zur Einspeisung eines Inertisierungsgases in ihr Inneres sowie Austrittsöffnungen versehen ist, durch welche das Gas im Innern der Membran ausströmt, und **dadurch gekennzeichnet ist, dass** zur Bildung einer flexiblen Ringdichtung, die den oberen Rand (26) der Kokille (6) mit dem Boden (3) des Verteilers (1) verbindet,

   - die Membran (19) im gefüllten Zustand eine Dicke aufweist, die größer ist als der maximale Abstand zwischen dem oberen Rand (26) der Kokille (6) und dem Boden (3) des Verteilers (1) während des Gießens;
   - der röhrenförmige Halterahmen (20) im Innern der Membran (19) gelagert ist;
   - und Mittel zum Einblasen des Inertisierungsgases in den Einspeisestutzen (21, 22) vorgesehen sind, die es ermöglichen, das Auffüllen der Membran (19) zu gewährleisten und sie im komprimierten Zustand in dichtem und gleichzeitigem Kontakt mit dem Boden (3) des Verteilers (1) und dem oberen Rand (26) der Ko-

kille (6) zu halten.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (19) aus einem feuerfesten Filz auf Graphitbasis gefertigt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (19) auf ihrem zur Außenseite des die freie Oberfläche (17) des flüssigen Metalls (2) in der Kokille(6) umgebenden Raums (27) gerichteten Abschnitt mit einem gegen das Inertisierungsgas dichten Werkstoff beschichtet ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Befestigung der Membran aus einer ringförmigen Platte (25) bestehen, welche ein Fenster aus einem transparenten Werkstoff aufweist, das einen optischen Zugang zur freien Oberfläche (17) des flüssigen Metalls (2) in der Kokille (6) verschafft.

Claims

1. Device for inerting the space surrounding the free surface of a liquid metal poured into a mould for the continuous casting of metals which is located beneath a tundish from which a pouring jet of liquid metal feeding the mould flows, which device comprises an annular membrane which is made of a gas-permeable flexible refractory material, said membrane being associated with a tubular support member that is provided with means for fastening the membrane in a position such that it surrounds the pouring jet and is provided with an inlet for injecting an inerting gas into its interior and with outlet holes via which said gas escapes inside said membrane, and **characterized in that**, for the purpose of forming a flexible annular seal connecting the upper rim (26) of the mould (6) at the bottom (3) of the tundish (1);

   - said membrane (19) has, in the inflated state, a thickness greater than the maximum distance separating the upper rim (26) of the mould (6) from the bottom (3) of the tundish (1) during casting;
   - said tubular support member (20) is housed inside membrane (19);
   - and means for blowing said inerting gas into said inlet (21,22) are provided, allowing the membrane (19) to be inflated and maintained in the compressed state in simultaneous sealed contact with the bottom (3) of the tundish (1) and with the upper rim (26) of the mould (6).

2. Device according to Claim 1, **characterized in that** said membrane (19) is made of a graphite-based refractory felt.

3. Device according to Claim 1 or 2, **characterized in that** said membrane (19) is coated, on its portion facing the outside of the space (27) surrounding the free surface (17) of the liquid metal (2) present in the mould (6), with a material impermeable to the inerting gas.

4. Device according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the said membrane fastening means consist of an annular plate (25) comprising a window made of a transparent material giving optical access to the free surface (17) of the liquid metal (2) present in the mould (6).

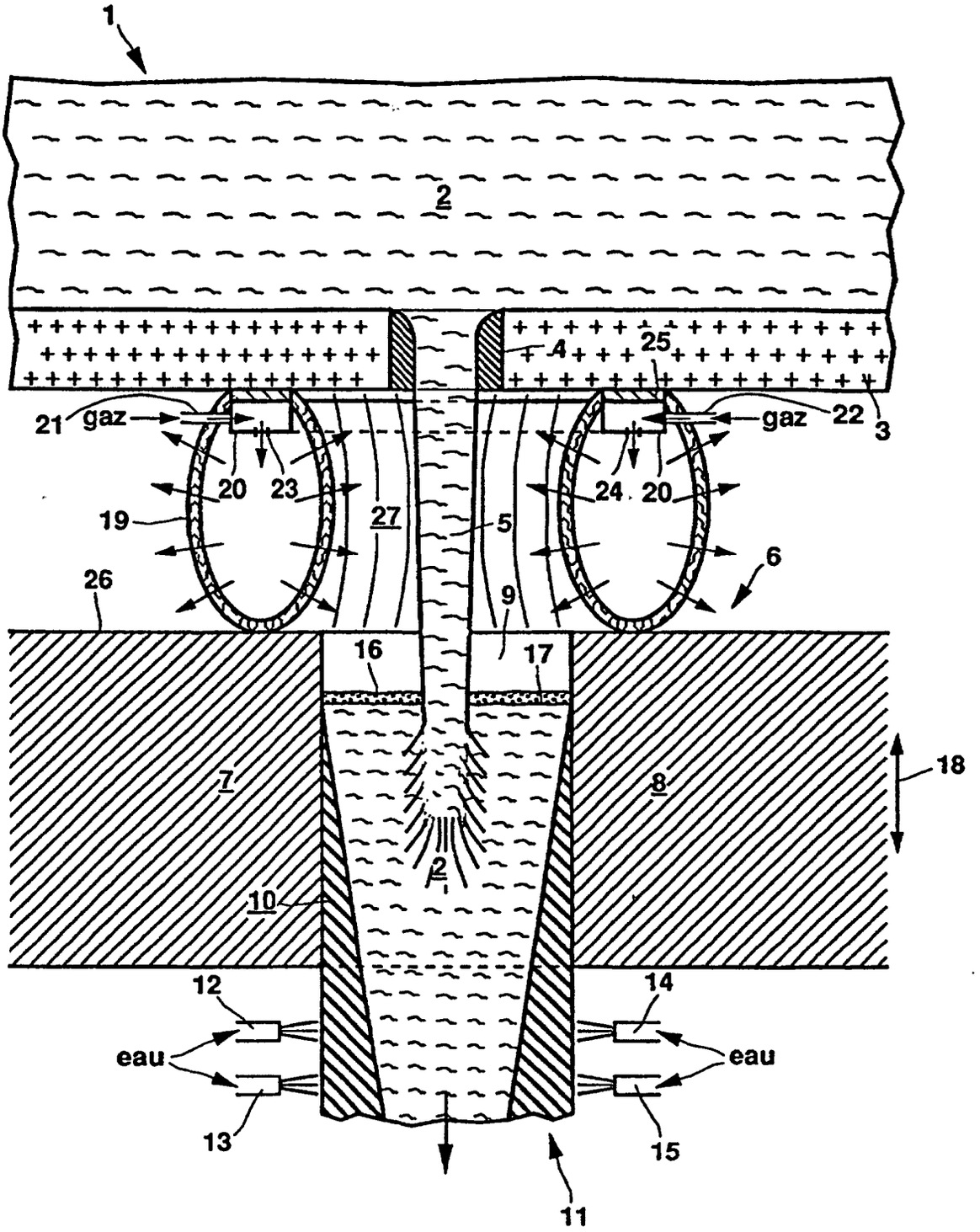

1
2
4
25
3
21
gaz
gaz
22
20
23
24
20
19
27
5
6
26
9
16
17
18
7
8
2
10
12
14
eau
eau
13
15
11

Fig. unique