



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2000/04/26
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2000/11/02
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2001/10/26
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2000/001112
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2000/065109
 (30) Priorité/Priority: 1999/04/27 (99/05484) FR

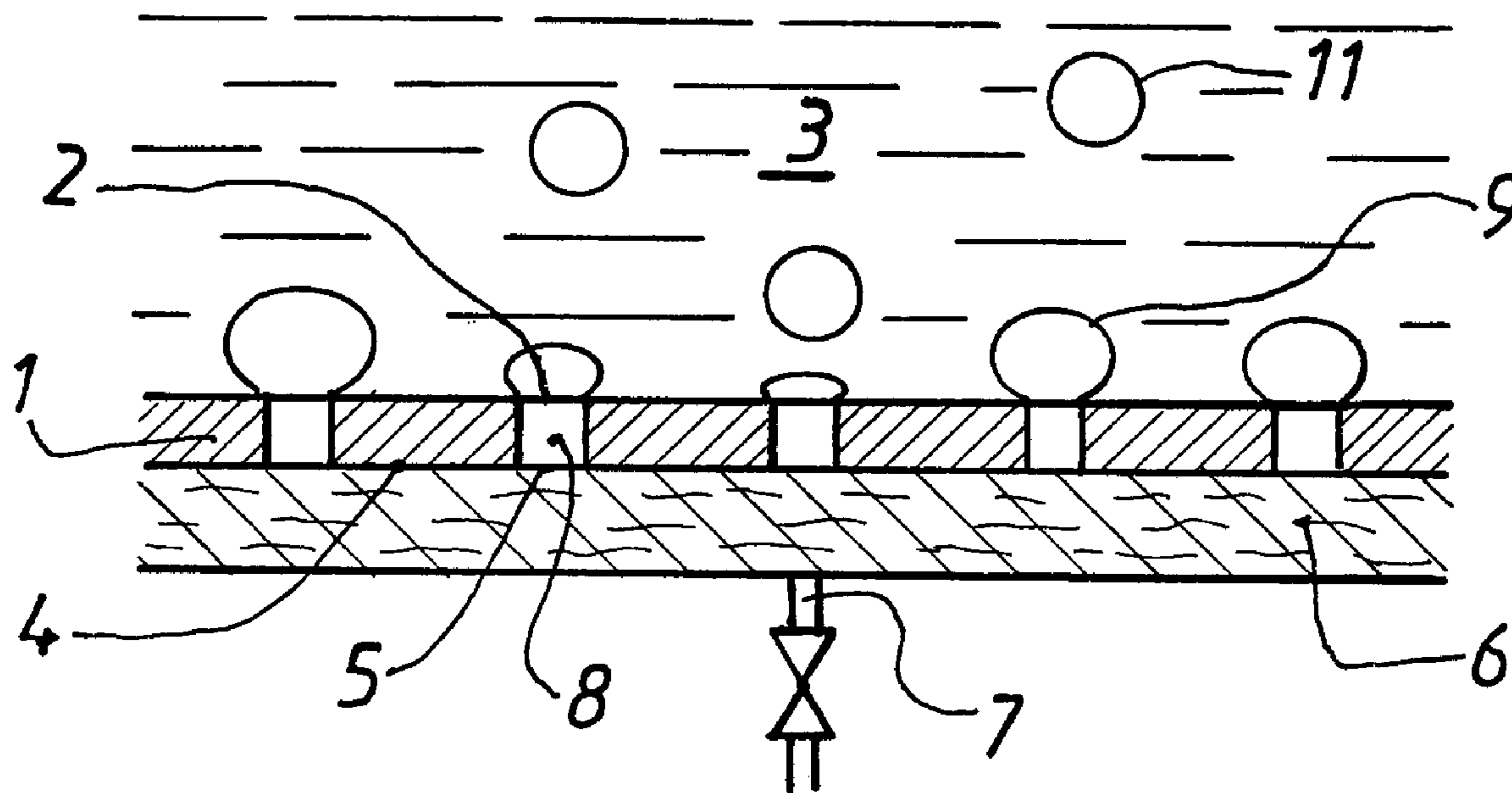
(51) Cl.Int.⁷/Int.Cl.⁷ C22B 9/05, B01F 3/04, C22B 21/06

(71) Demandeurs/Applicants:
ALUMINIUM PECHINEY, FR;
PECHINEY RHENALU, FR

(72) Inventeurs/Inventors:
ALLIBERT, MICHEL, FR;
BERTHERAT, MARC, FR;
LESCUYER, HERVE, FR;
LE BRUN, PIERRE, FR

(74) Agent: OGILVY RENAULT

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF AMELIORES DE DEGAZAGE ET DE SEPARATION DES INCLUSIONS D'UN BAIN DE METAL LIQUIDE PAR INJECTION DE BULLES DE GAZ
 (54) Title: IMPROVED METHOD AND DEVICE FOR DEGASING AND SEPARATION OF INCLUSIONS IN A LIQUID METAL BATH BY INJECTION OF GAS BUBBLES



(57) Abrégé/Abstract:

Dispositif d'injection de bulles de gaz dans un métal liquide (3, 23) contenu dans un volume de traitement, de préférence une cuve de traitement, une goulotte de circulation du métal liquide ou un four, ledit dispositif comprenant au moins une pièce statique (1, 21) d'injection en matériau inerte, ladite pièce statique (1, 21) comportant une pluralité d'orifices (2, 22) et le matériau et/ou l'implantation des orifices étant tels que le rapport du diamètre de la surface de contact entre chaque bulle émise et ledit matériau à la sortie de l'orifice (2, 22) sur le diamètre de l'orifice, ou rapport d'étalement, est inférieur à 5, de préférence à 3 ou plus avantageusement à 1,5, au moment où ladite bulle se détache du matériau.



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁷ : C22B 9/05, 21/06, B01F 3/04	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 00/65109 (43) Date de publication internationale: 2 novembre 2000 (02.11.00)
--	----	---

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/01112

(22) Date de dépôt international: 26 avril 2000 (26.04.00)

(30) Données relatives à la priorité:
99/05484 27 avril 1999 (27.04.99) FR(71) Déposants (*pour tous les Etats désignés sauf US*): PECHINEY RHENALU [FR/FR]; 7, place du Chancelier Adenauer, F-75116 Paris (FR). ALUMINIUM PECHINEY [FR/FR]; 7, place du Chancelier Adenauer, F-75218 Paris 16ème (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*US seulement*): LE BRUN, Pierre [FR/FR]; Rue de Saint Jean, F-38110 Saint Jean de Soudain (FR). LESCUYER, Hervé [FR/FR]; 16, rue du Petit Jean, F-38610 Gières (FR). BERTHERAT, Marc [FR/FR]; 46 Route de la Gare, F-74370 Charvonnex (FR). ALLIBERT, Michel [FR/FR]; 23, avenue Marcellin Berthelot, F-38100 Grenoble (FR).

(81) Etats désignés: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée

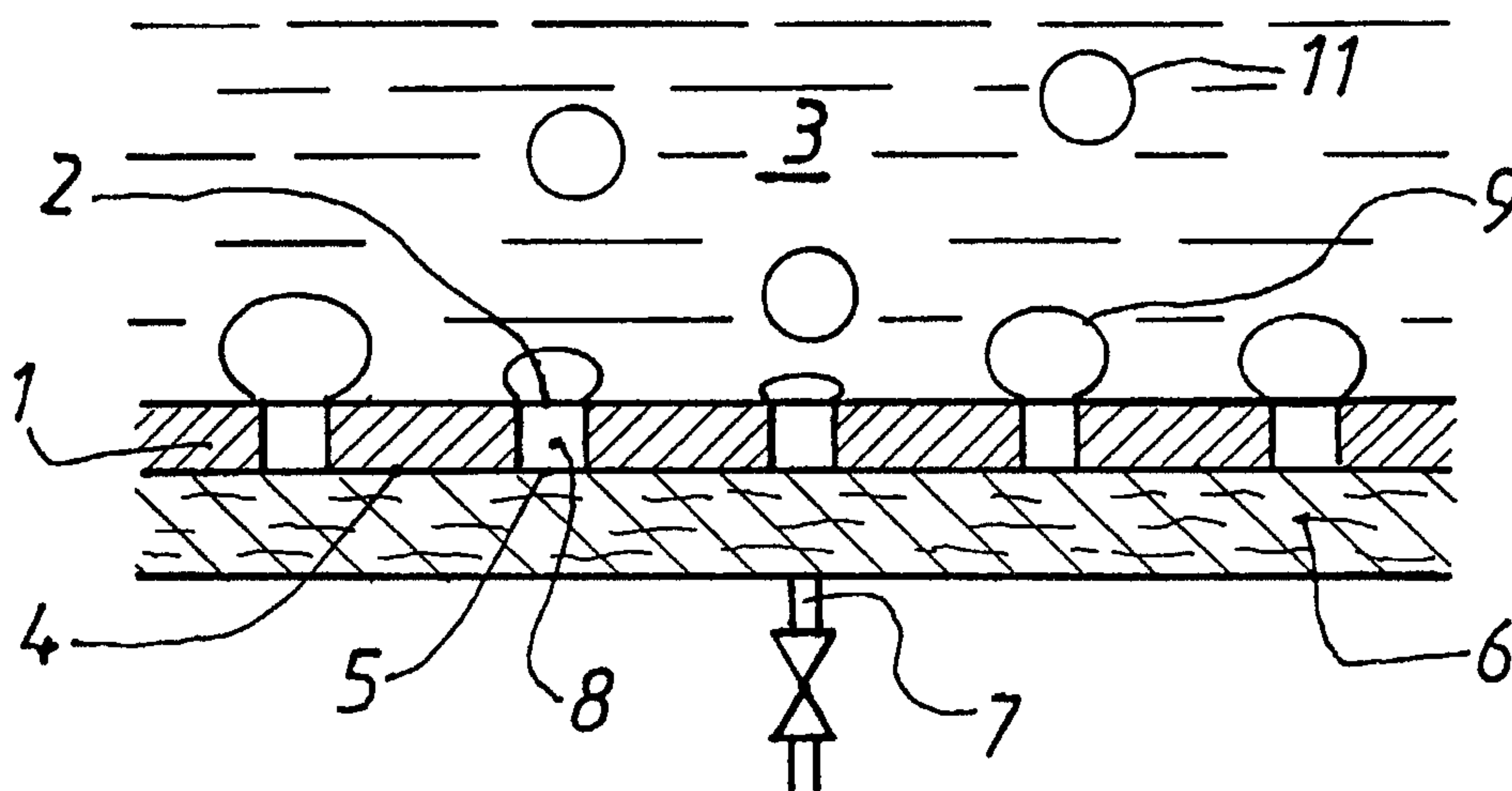
Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: IMPROVED METHOD AND DEVICE FOR DEGASING AND SEPARATION OF INCLUSIONS IN A LIQUID METAL BATH BY INJECTION OF GAS BUBBLES

(54) Titre: PROCÉDE ET DISPOSITIF AMÉLIORÉS DE DEGAZAGE ET DE SÉPARATION DES INCLUSIONS D'UN BAIN DE MÉTAL LIQUIDE PAR INJECTION DE BULLES DE GAZ

(57) Abstract

A device for injecting gas bubbles into a liquid metal (3, 23) contained in a treatment volume, preferably a treatment vessel, a circulation chute for liquid metal or an oven. The inventive device comprises at least one static inert-material injection part (1, 21) (1, 21) provided with a plurality of orifices (2, 22) and the material and/or lay-out of said orifices are such that the ratio between the diameter of the contact surface between each emitted bubble and the material at the exit of the orifice (2,22) on the diameter of said orifice, or the expansion ratio, is less than 5, preferably 3 or more advantageously 1.5 at the time when the bubble is detached from the material.



(57) Abrégé

Dispositif d'injection de bulles de gaz dans un métal liquide (3, 23) contenu dans un volume de traitement, de préférence une cuve de traitement, une goulotte de circulation du métal liquide ou un four, ledit dispositif comprenant au moins une pièce statique (1, 21) d'injection en matériau inerte, ladite pièce statique (1, 21) comportant une pluralité d'orifices (2, 22) et le matériau et/ou l'implantation des orifices étant tels que le rapport du diamètre de la surface de contact entre chaque bulle émise et ledit matériau à la sortie de l'orifice (2, 22) sur le diamètre de l'orifice, ou rapport d'étalement, est inférieur à 5, de préférence à 3 ou plus avantageusement à 1,5, au moment où ladite bulle se détache du matériau.

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.

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

**PROCEDE ET DISPOSITIF AMELIORES DE DEGAZAGE ET DE
SEPARATION DES INCLUSIONS D'UN BAIN DE METAL LIQUIDE
PAR INJECTION DE BULLES DE GAZ**

5 Domaine technique

L'invention concerne un procédé et un dispositif pour améliorer le traitement de dégazage et la séparation des inclusions d'un bain de métal liquide, en particulier l'aluminium, le magnésium ou leurs alliages, par injection et dispersion d'un gaz dans le dit métal liquide.

10 Etat de la technique

On sait qu'avant d'obtenir par coulée des produits métallurgiques semi finis, tels que l'aluminium, le magnésium ou leurs alliages, il est nécessaire de traiter le métal brut liquide pour le débarrasser des gaz dissous (en particulier l'hydrogène), des impuretés dissoutes (en particuliers les alcalins) et des inclusions solides ou liquides qui nuiraient
15 à la qualité des pièces coulées.

Ce traitement est habituellement effectué par insufflation d'un gaz approprié, par exemple un gaz inerte et insoluble dans le métal liquide, du type Ar pouvant contenir quelques pour-cents de gaz réactif du type chlore.

Pour que ce traitement soit efficace les bulles doivent être du plus petit diamètre
20 possible afin qu'il y ait une surface de contact importante entre le gaz et le métal.

Il est connu, par exemple de la demande FR 2727432 de la demanderesse, d'insuffler le gaz à l'aide d'un matériau poreux inerte vis-à-vis du métal liquide généralement à base de graphite ou d'alumine.

Mais une telle façon de procéder ne permet pas de contrôler le débit et la taille des
25 bulles de gaz émises. En effet quand les pores sont trop gros, d'une part les bulles sont trop grosses, manquent d'efficacité, le gaz étant insuffisamment dispersé dans le métal

liquide, et provoquent des remous de surface préjudiciables, d'autre part il est nécessaire de ne pas arrêter le passage du gaz dans les pores pour empêcher le métal liquide d'y pénétrer, en particulier pendant les périodes de repos entre deux coulées. Par contre quand les pores sont trop petits les bulles s'étalent et restent grosses; de plus il est
5 difficile d'introduire un débit de gaz élevé dans le métal liquide.

Ainsi le dispositif de la demande précitée tend à contourner cette difficulté de contrôler le diamètre des bulles et d'obtenir des bulles de petit diamètre, à l'aide d'un agencement particulier des dispositifs émetteurs de gaz.

De même un procédé pour réduire le diamètre des bulles émises par un milieu poreux
10 est décrit dans le brevet US 4714494. Ce procédé consiste à traiter le métal liquide dans une goulotte de grande longueur dont la sole est en matériau poreux servant à introduire le gaz et dans laquelle le dit métal liquide circule à une vitesse d'au moins 0,1 cm/sec et de préférence d'au moins 2,5 cm/sec. Même si ce procédé permet de réduire le diamètre des bulles celui-ci demeure néanmoins important. Par ailleurs la mise en œuvre du métal
15 liquide à grande vitesse n'est pas simple, peut présenter des risques pour la sécurité et peut ne pas être compatible avec une bonne qualité du métal liquide compte tenu des remous qui se produisent en son sein.

Ainsi plusieurs procédés connus utilisant des diffuseurs poreux permettent au mieux d'obtenir des bulles de l'ordre de 30 à 50 mm de diamètre même avec des porosités très
20 fines, par exemple inférieures à 1 mm, ou des vitesses de circulation du métal liquide de l'ordre de grandeur de celles décrites dans le brevet US 4714494.

Le brevet américain US 4 290 590 décrit un dispositif d'injection de bulles de gaz comprenant une plaque en matériau inerte et une série de protubérances munies d'un orifice dans leur partie supérieure et alimentées par une source de gaz dans leur partie
25 inférieure. L'orifice des protubérances doit être aussi petit que possible, ce qui présente l'inconvénient de nécessiter un grand nombre de protubérances pour obtenir un débit de gaz suffisant.

La demanderesse a poursuivi ses efforts pour essayer de contrôler et diminuer le diamètre des bulles émises par un dispositif statique d'insufflation de gaz et le rendre ainsi plus efficace.

Description de l'invention

5 L'invention est un dispositif d'injection de bulles de gaz dans un métal liquide contenu dans un volume de traitement, le dit dispositif comprenant au moins une pièce statique d'injection (appelé aussi émetteur) en matériau substantiellement inerte, ladite pièce statique comportant une pluralité d'orifices, ledit dispositif étant caractérisé en ce que le matériau et/ou l'implantation des orifices sont tels que le rapport du diamètre de la
10 surface de contact entre chaque bulle émise et le dit matériau à la sortie de l'orifice, sur le diamètre de sortie de l'orifice, ou rapport d'étalement, est inférieur à 5, de préférence à 3 ou mieux à 1,5.

Le volume, ou conteneur, de traitement est généralement une cuve à un ou plusieurs compartiments, une goulotte de circulation de métal liquide, un four, etc.

15 Le diamètre de l'orifice est au plus égal au diamètre de la bulle à obtenir et le rapport d'étalement est d'autant plus faible que l'on veut obtenir un petit diamètre de bulle. Le dispositif selon l'invention est surtout utile dès que l'on veut obtenir des bulles ayant un diamètre d'au plus 20 mm et avantageusement d'au plus 10 mm même lorsque le métal est calme ou circule à faible vitesse. Quand le métal liquide circule à vitesse plus élevée,
20 le diamètre des bulles peut être encore plus petit.

Le rapport d'étalement recherché peut être obtenu en utilisant un matériau mouillable par le métal liquide, c'est-à-dire dont l'angle de mouillage est inférieur à 90°, et/ou en limitant géométriquement la surface d'étalement disponible autour de l'orifice ; cette dernière solution permet d'utiliser des diffuseurs en matériaux non mouillables par le
25 métal liquide.

La figure 1 (a et b) illustre la différence de comportement d'un matériau mouillable et non mouillable dans le cadre de l'invention.

En (1) on voit le corps de l'émetteur statique, en (2) l'orifice d'arrivée du gaz où se forme une bulle (9) en surface de l'émetteur, le dit orifice (2) étant alimenté en gaz à l'aide d'un petit canal pratiqué dans l'émetteur.

Quand le matériau est mouillable par le métal liquide (cas de la fig. 1a), l'angle de mouillage (10) défini par la tangente à la bulle (9) à son point de contact avec l'émetteur et par l'émetteur est inférieur à 90° . On voit que le métal mouillant bien le matériau de l'émetteur contrarie l'étalement de la bulle (9) et en limite le diamètre. Ce mécanisme, qui survient même si la surface entourant l'orifice (2) forme un angle différent de 90° avec la surface interne de l'orifice, permet de faire sortir le gaz par des protubérances en matériau mouillable par le métal ayant la forme, par exemple, de cônes percés dont l'orifice passe par l'axe de symétrie, c'est-à-dire que les orifices peuvent être situés au sommet de protubérances de forme conique. L'utilisation d'un émetteur statique sans protubérance présente toutefois l'avantage de simplifier la réalisation du dispositif, de réduire les risques d'évolution de la géométrie par érosion et de limiter l'encrassement du dispositif. Les protubérances peuvent éventuellement être formées de pièces distinctes qui sont fixées en place par les moyens mécaniques, tels que par visserie, ce qui permet de les changer aisément en cas d'endommagement.

Quand le matériau n'est pas mouillable par le métal liquide (cas de la fig. 1b), l'angle de mouillage (10) est supérieur à 90° . On voit que le métal ayant de la difficulté à mouiller l'émetteur permet à la bulle de s'étaler ; dans ce cas il est important de limiter mécaniquement ou géométriquement la surface d'étalement de la dite bulle, comme cela sera vu plus loin, pour qu'elle ait un petit diamètre.

Ladite surface de contact s'entend de la surface de contact maximale A entre chaque bulle émise et le dit matériau à la sortie de l'orifice. Lors du développement d'une bulle, la surface de contact évolue en général assez rapidement vers sa valeur maximale. La surface de contact maximale peut être mesurée à l'aide de tout moyen permettant de visualiser la formation des bulles de gaz, tel que des rayons X.

Dans le cas de l'aluminium ou du magnésium ou de leurs alliages liquides, le matériau mouillable du diffuseur peut être choisi parmi certains métaux réfractaires

substantiellement inertes vis-à-vis des dits métaux liquides, comme Mo, W, V, Ti, Cr, Fe, aciers, ..., ou leurs alliages, ou parmi des céramiques comme TiB_2 , nitrures (AlN , BN), carbures (Al_4C_3 , TiC_{1-x}), On peut noter à ce sujet que normalement le graphite ou l'alumine ne sont pas mouillables par ces métaux liquides. Le ZrO_2 et le SiC sont
5 aussi des matériaux non mouillants de l'aluminium et de ses alliages. Le comportement mouillant d'un matériau dépend aussi de la rugosité et de l'état d'oxydation de sa surface. Le matériau est de préférence mouillant car on obtient alors plus facilement un rapport d'étalement faible.

Pour limiter physiquement la surface d'étalement, le diffuseur peut comporter une
10 pluralité de petites protubérances dont la surface sommitale correspond à la dite surface de contact ou d'étalement de la bulle et comprend au moins un orifice d'émission de gaz. Avec un tel diffuseur on voit qu'il est alors possible d'utiliser des matériaux non mouillables par le métal liquide ; dans ce cas il est préférable de ne disposer qu'un seul orifice à la surface supérieur de la protubérance. Ces protubérances ont de préférence
15 une hauteur au moins égale à leur diamètre et une forme qui peut être celle d'un plot cylindrique droit ou incliné ou tronconique. Les protubérances (32), ou une partie de celles-ci, peuvent être amovibles, c'est-à-dire qu'elles forment des inserts, ce qui permet de les remplacer en cas d'usure ou d'endommagement. Les protubérances (ou plots) amovibles peuvent être fixés au corps de la pièce statique (21) par visserie ou tout autre
20 moyen qui permette un remplacement aisé des protubérances.

Le diffuseur peut se présenter sous forme d'une seule pièce ou d'un assemblage de pièces élémentaires, généralement de faible épaisseur dans laquelle ont été percés de petits canaux. L'extrémité supérieure de ces canaux constitue l'orifice d'injection, situé à la surface du dit diffuseur en contact avec le métal liquide, et leur extrémité inférieure
25 constitue l'orifice recevant le flux de gaz d'alimentation à injecter dans le métal liquide. La distance entre deux orifices d'injection voisins est typiquement légèrement supérieure à celle correspondant au diamètre de la surface d'étalement et est telle que les bulles en cours de formation ne se touchent pas. Les canaux peuvent correspondre à un système de pores ou communiquer par un réseau de canaux d'alimentation creusés dans la masse.

Pour mieux contrôler le diamètre des bulles, il est important que la pression du gaz au niveau de l'orifice de sortie, à l'interface entre le métal et la surface de l'émetteur, soit sensiblement constante quel que soit le débit de gaz, en particulier lors de la formation et du détachement de la bulle. Pour cela il est avantageux de concevoir le dispositif de façon à ce que le volume tampon situé entre l'orifice de sortie de gaz et le plus proche organe de réglage de l'alimentation en gaz (vanne, débitmètre,...) soit aussi réduit que possible, et/ou d'utiliser un débitmètre massique adapté, et/ou d'introduire une perte de charge locale juste en amont de l'orifice de sortie à l'aide par exemple d'un matériau poreux.

10 En vue de diminuer encore le diamètre des bulles, on peut avantageusement introduire dans le métal liquide une énergie de cisaillement, par exemple à l'aide d'ultrasons ou d'un agitateur rotatif, pour favoriser le décollage des bulles.

Le dispositif d'injection selon l'invention est avantageusement utilisé pour le traitement de volumes d'aluminium, de magnésium ou de leurs alliages liquides. Il peut par exemple être installé dans le fond de cuves de traitement du métal liquide ou de compartiments de ces mêmes cuves, mais également dans le fond de goulottes de circulation du dit métal liquide.

La taille des bulles (11, 31) peut être mesurée par une méthode consistant à irradier le bain de métal liquide (3, 23) dans lequel les bulles sont émises à l'aide de rayons X, à visualiser les dites bulles après récupération de l'image par une caméra et à les mesurer après étalonnage de la chaîne d'acquisition et à déterminer le rapport d'étalement.

L'invention concerne également tout procédé de traitement de métal liquide à l'aide de bulles de gaz de diamètre d'au plus 20 mm, ou de préférence d'au plus 10 mm générées par un diffuseur statique, les produits obtenus par ce procédé et le dispositif correspondant. Les essais réalisés avec le dispositif selon l'invention ont montré qu'il était possible d'atteindre des efficacités de dégazage atteignant 50 % avec des bulles d'un diamètre de l'ordre de 5 mm, alors qu'elles restaient inférieures à 5 % avec des bulles d'un diamètre de l'ordre de 40 mm. L'invention concerne également tout procédé de traitement de métal liquide par injection de gaz utilisant le dispositif statique d'injection

de la présente invention. Pour la mise en œuvre du procédé de traitement, le matériau et/ou l'implantation des orifices de la pièce statique (1, 21) peuvent être choisis en fonction de la nature du métal liquide et, éventuellement, en fonction de la composition du gaz et/ou de la température du métal liquide.

- 5 Le procédé peut comprendre la mesure de la taille des bulles en cours de traitement, par exemple à l'aide de rayons X, de sondes sonores ou d'ultrasons.

Les dessins et les exemples suivants illustrent l'invention.

La figure 2 représente une vue partielle, en coupe, d'un exemple de diffuseur permettant d'obtenir le rapport d'étalement selon l'invention et la figure 3 une vue dans les mêmes
10 conditions d'un autre diffuseur selon l'invention.

Sur la figure 2 on voit en (1) le diffuseur statique sous forme d'une pièce en matériau mouillable par le métal liquide, généralement installé dans le fond d'un volume de traitement d'aluminium liquide (non représenté), comportant un pluralité d'orifices d'injection (2) en contact avec le métal liquide (3). Sur la face inférieure (4) de la pièce
15 (1) débouche un orifice (5) d'alimentation en gaz de traitement, lequel sera acheminé vers l'orifice d'injection (2) par l'intermédiaire du volume tampon (8). Le diffuseur repose sur des supports non représentés et plusieurs diffuseurs peuvent être installés dans un même volume de traitement comme cela est indiqué dans la demande FR 2727432 citée ci-dessus.

20 Avec une pièce (1) en Ti (mouillable par l'aluminium) d'épaisseur 0,2 cm et des orifices (2) de diamètre 1,0 mm espacés les uns des autres de 15 mm, la bulle en formation (9) montre un angle de mouillage (10) d'environ 70° et un rapport d'étalement d'environ 1. Le diamètre des bulles formées (11) a été mesuré par une méthode aux rayons X consistant essentiellement à irradier le bain de métal liquide, dans lequel les bulles de
25 gaz sont émises, et à visualiser les dites bulles en clair sur fond sombre après récupération de l'image par une caméra; leur diamètre est alors mesuré après un étalonnage de la chaîne d'acquisition.

Le diamètre est de 5 mm alors que le métal est calme et sans apport d'énergie de cisaillement extérieure.

La figure 3 montre le détail d'un autre moyen permettant de limiter le rapport d'étalement. Le diffuseur statique (21) placé dans le fond d'un volume de traitement du métal liquide (23), se présente sous forme d'une pièce comportant des orifices d'injection (22) par où est diffusé le gaz de traitement dans le métal liquide (23). Ces orifices sont situés au sommet de protubérances (32) dont le diamètre sommital, en combinaison avec le diamètre de l'orifice, sert à calculer le dit rapport d'étalement. Les orifices d'injection (22) sont reliés à l'orifice d'alimentation (25) situé sur la face inférieure (24) de la pièce (21) par l'intermédiaire du volume tampon (28) aussi réduit que possible. En amont de la dite face inférieure (24) se trouve comme précédemment le dispositif d'alimentation à pression constante (26).

Avec une pièce en graphite (non mouillable par l'aluminium) ayant des orifices (22) de diamètre 2 mm situés au sommet de petits cylindres de diamètre 10 mm, représentant ainsi un rapport d'étalement de 5, ayant une hauteur de 10 mm au dessus de la surface du reste du diffuseur et espacés les uns des autres de 40 mm, il est possible d'obtenir des bulles (31) ayant un diamètre d'environ 10 mm. On voit que la bulle en cours de formation (29) ne dépasse pas la périphérie du plot cylindrique (32) bien individualisé, non mouillable, sur lequel elle se forme.

En amont de la face inférieure (4, 24), et typiquement au niveau de l'orifice (5, 25), se trouve le dispositif d'alimentation en gaz à pression constante (6, 26) comportant, par exemple, un feutre en graphite introduisant une perte de charge entre le flux de gaz d'alimentation (7, 27) et le volume tampon aussi réduit que possible (8, 28).

Les essais réalisés avec le dispositif de l'invention ont montré que le choix du matériau et de l'implantation des orifices permet à lui seul de contrôler efficacement la taille des bulles, même si ce choix peut être fait en fonction de la nature du métal à traiter et/ou, dans certains cas, en fonction de la composition du gaz et/ou de la température du métal liquide.

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'injection de bulles de gaz dans un métal liquide (3, 23) contenu dans un volume de traitement, de préférence une cuve de traitement, une goulotte de circulation du métal liquide ou un four, le dit dispositif comprenant au moins une
5 pièce statique (1, 21) d'injection en matériau inerte, ladite pièce statique (1, 21) comportant une pluralité d'orifices (2, 22), ledit dispositif étant caractérisé en ce que le matériau et/ou l'implantation des orifices sont tels que le rapport du diamètre de la surface de contact entre chaque bulle émise et le dit matériau à la sortie de
10 l'orifice (2, 22) sur le diamètre de l'orifice, ou rapport d'étalement, est inférieur à 5, de préférence à 3 ou plus avantageusement à 1,5.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rapport d'étalement est obtenu en utilisant une pièce statique (1, 21) en un matériau mouillable par le métal liquide (3, 23).
- 15 3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que, quand le métal liquide (3, 23) est l'aluminium, le magnésium ou leurs alliages, le matériau mouillable est choisi parmi les métaux réfractaires, tels que W, Mo, Ti, V, Cr, Fe ou les aciers, ou leurs alliages, ou parmi les céramiques réfractaires, tels que TiB_2 , les nitrures (AlN , BN) ou les carbures (Al_4C_3 , TiC_{1-x}).
- 20 4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que les orifices sont situés au sommet de protubérances de forme conique.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le rapport d'étalement est obtenu en limitant mécaniquement ou géométriquement la dite surface de contact.
- 25 6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que, pour obtenir géométriquement la limitation de la surface de contact, les orifices (2, 22) sont situés au sommet de protubérances (32) situées sur la pièce statique (1, 21).

7. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que, quand le matériau de la pièce statique (21) est en matériau non mouillable, chaque protubérance (32) ne comporte qu'un orifice (22) d'émission de gaz.
8. Dispositif selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce qu'au moins une des protubérances (32) est amovible.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour que la pression du gaz au niveau de l'orifice de sortie soit essentiellement constante quel que soit le débit de gaz.
10. Dispositif selon la revendications 9, caractérisé en ce que les dits moyens comportent un volume tampon situé entre l'orifice de sortie du gaz et le plus proche organe de réglage de l'alimentation en gaz aussi réduit que possible, et/ou un débitmètre massique adapté et/ou un moyen poreux introduisant une perte de charge locale juste en amont de l'orifice de sortie du gaz.
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'on introduit dans le métal liquide (3, 23) une énergie de cisaillement, de préférence à l'aide d'ultrasons ou d'un agitateur rotatif.
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les orifices (2, 22) sont séparés les uns des autres par une distance telle que les bulles en formation n'entrent pas en contact.
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la pièce statique d'injection (1, 21) est en un seul ou plusieurs éléments assemblés.
14. Procédé de traitement d'un métal liquide (3, 23) par injection d'un gaz à l'aide d'un dispositif d'injection de gaz statique (1, 21) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que les bulles (11, 31) du gaz de traitement introduites dans le métal liquide (3, 23) ont un diamètre inférieur à 20 mm et de préférence à 10 mm, le métal liquide (3, 23) étant au repos.

15. Procédé de traitement d'un métal liquide (3, 23) par injection d'un gaz mettant en œuvre le dispositif d'injection de gaz statique de l'une quelconque des revendications 1 à 13.
- 5 16. Procédé de traitement de l'une quelconque des revendications 14 ou 15, caractérisé en ce que la taille des bulles (11, 31) est mesurée par une méthode consistant à irradier le bain de métal liquide (3, 23) dans lequel les bulles sont émises à l'aide de rayons X, à visualiser les dites bulles après récupération de l'image par une caméra et à les mesurer après étalonnage de la chaîne d'acquisition.

1/1

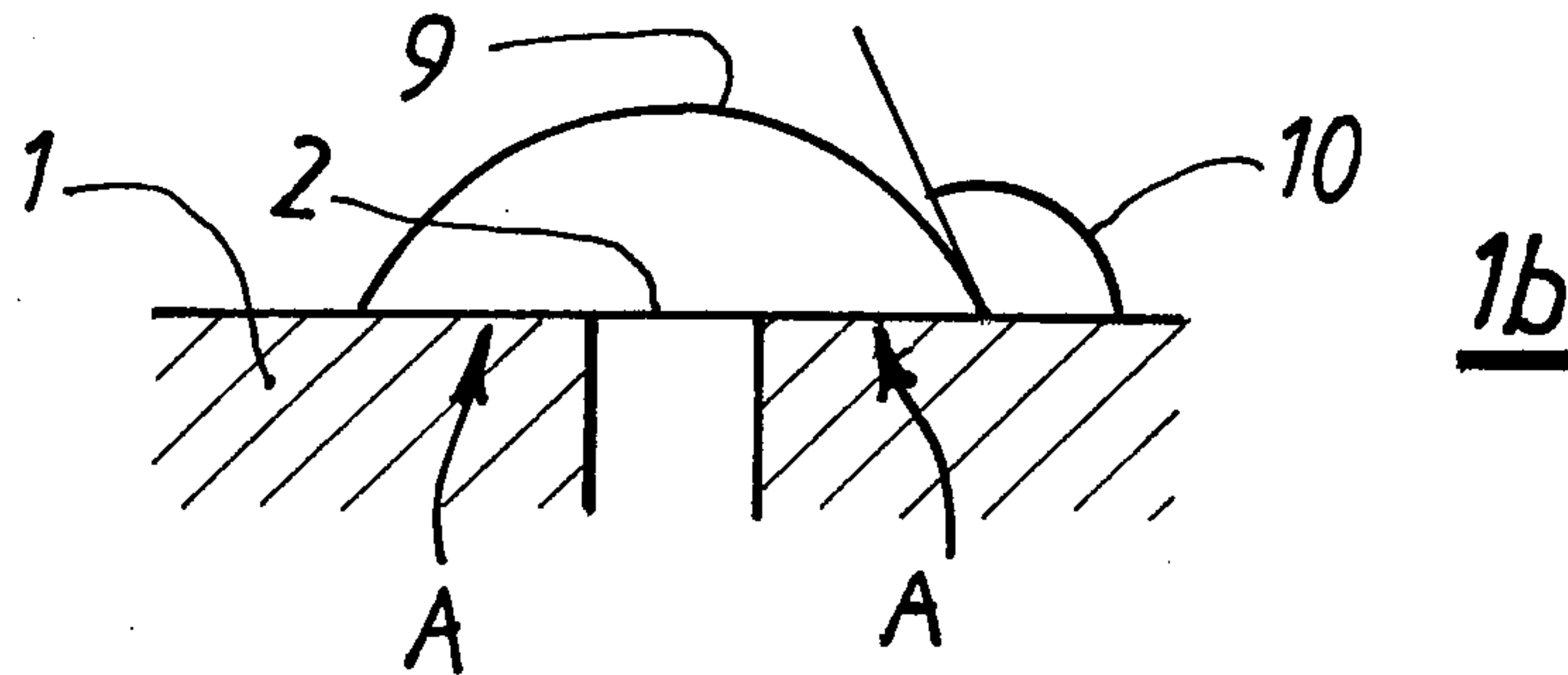
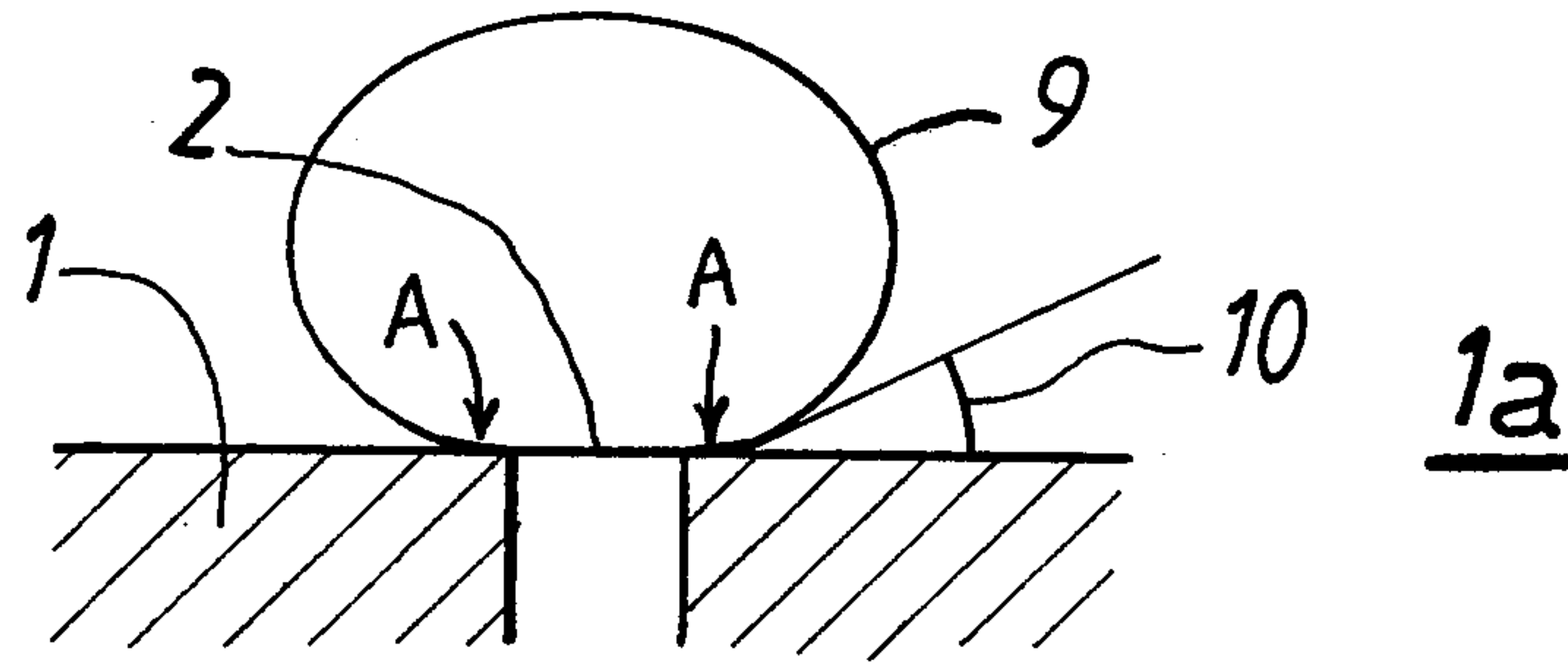


FIG.1

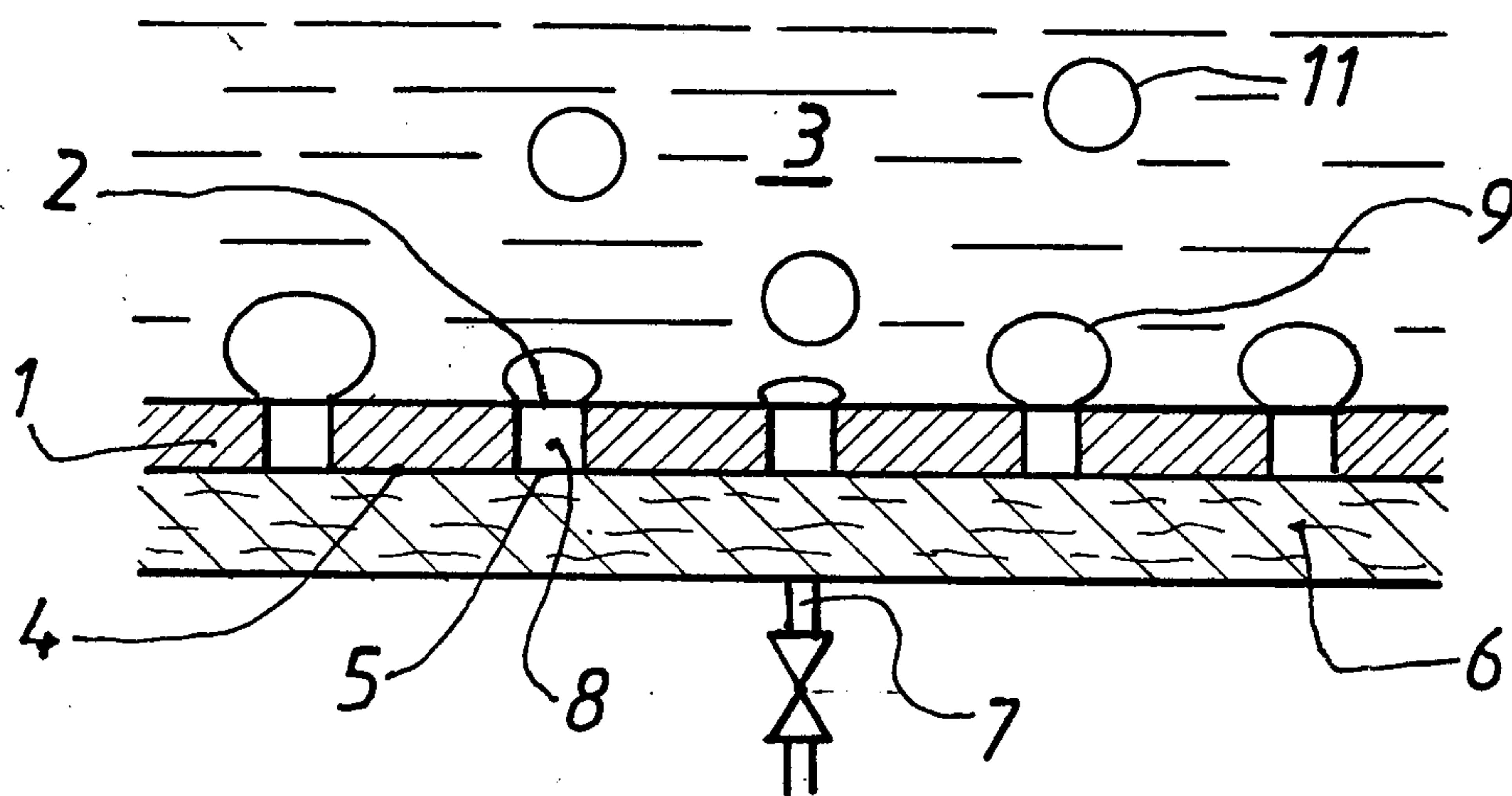


FIG.2

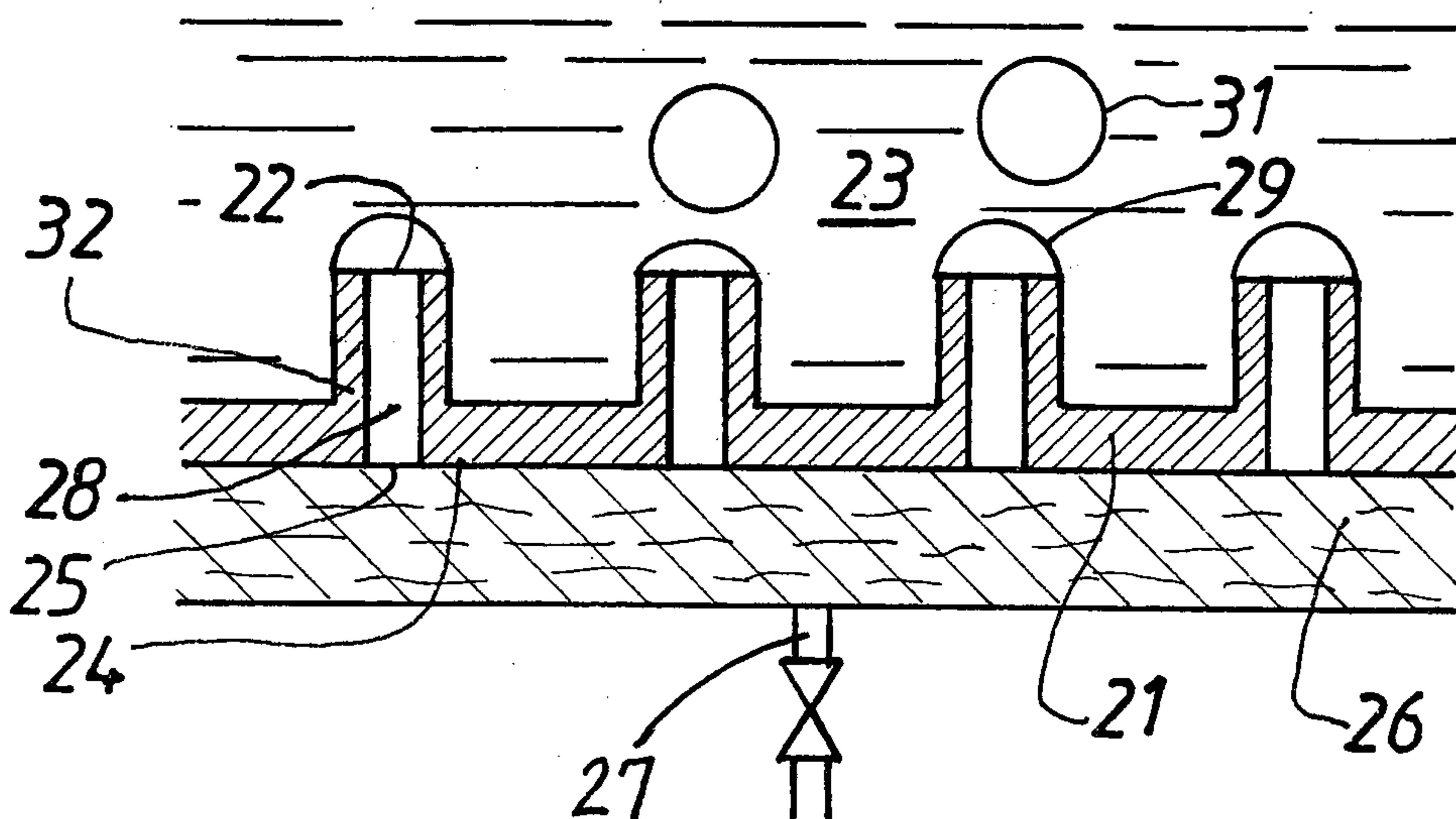


FIG.3

