



⑪ Numéro de publication : **0 667 198 A1**

⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑲ Numéro de dépôt : **95400273.9**

⑤① Int. Cl.⁶ : **B22D 11/00, B22D 11/06**

⑳ Date de dépôt : **10.02.95**

③⑦ Priorité : **14.02.94 FR 9401796**

④③ Date de publication de la demande :
16.08.95 Bulletin 95/33

⑧④ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES GB GR IE IT LI LU NL PT SE

⑦① Demandeur : **UNIMETAL, Société Française des Aciers Longs**
25, rue de L'Usine
F-57120 Rombas (FR)

⑦② Inventeur : **Stouvenot, François**
1A, rue Neuve
F-54800 Jarny (FR)

Inventeur : **Le Coq, Xavier**
30, bd du 26 RI,
Bât 3

F-54000 Nancy (FR)
Inventeur : **Ganser, Christophe**
6, rue du Cimetière
F-57158 Montigny-Lès-Metz (FR)

Inventeur : **Tavernier, Hervé**
20, rue du trou du Lièvre
F-57070 Metz Vallieres (FR)
Inventeur : **Gatellier, Christian**
6, rue des Près
F-57158 Montigny-Lès-Metz (FR)

⑦④ Mandataire : **Ventavoli, Roger**
TECHMETAL PROMOTION
Immeuble Pacific
11-13, cours Valmy
La Défense 7 -TSA 10001
F-92070 PARIS LA DEFENSE CEDEX (FR)

⑤④ **Réservoir de métal liquide pour une installation de coulée continue de filaments métalliques.**

⑤⑦ L'invention a pour objet un réservoir (1) destiné à contenir du métal liquide et à être utilisé sur une installation de coulée continue de filaments métalliques de très faible diamètre directement à partir dudit métal liquide, muni d'un couvercle étanche (3), et comportant à son extrémité inférieure une filière dont le diamètre intérieur final détermine le diamètre desdits filaments, caractérisé en ce que au moins la partie terminale de ladite filière est constituée par une pastille (8) traversée par un orifice (9) et indépendante dudit réservoir (1), et en ce qu'il comporte des moyens amovibles pour plaquer ladite pastille (8) contre l'extrémité inférieure dudit réservoir (1).

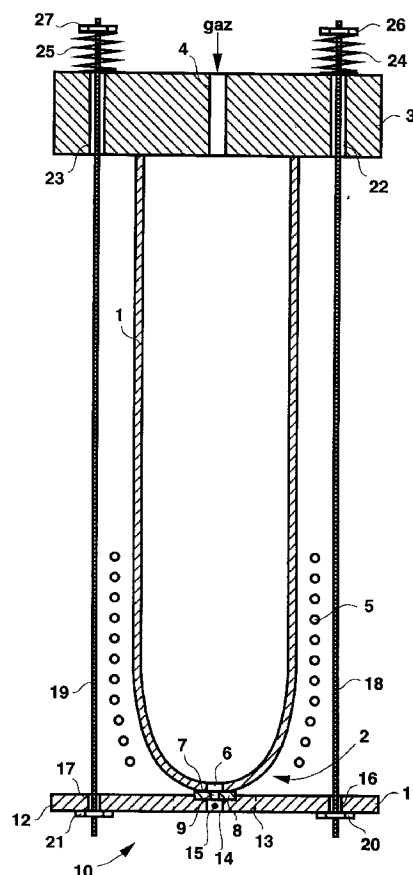


Fig. 1a

La présente invention concerne le domaine de la coulée continue de fils de très faible diamètre, ou filaments, obtenus directement à partir de métal liquide.

Les dernières années ont vu le développement d'un procédé de coulée permettant d'obtenir, directement à partir de métal liquide, des filaments métalliques de longueur indéfinie, de section substantiellement circulaire et de diamètre dit "micrométrique", c'est à dire de quelques centaines de μm , par exemple 150 à 400 μm , mais pouvant descendre jusqu'à 80 μm , voire moins. Ce procédé est décrit notamment dans le Brevet Européen EP 0039169. Il consiste à former un jet de métal à partir d'un réservoir de métal liquide muni de moyens de chauffage et d'un orifice de sortie jouant le rôle d'une filière, dont le diamètre terminal est égal ou légèrement supérieur au diamètre du filament désiré. Ce jet de métal pénètre ensuite dans une couche de liquide refroidissant, tel que de l'eau ou une solution aqueuse d'un sel qui peut être, par exemple, du chlorure de sodium, de magnésium ou de zinc, et qui assure la solidification du filament métallique. Cette couche de liquide est en mouvement dans une direction transversale à celle du jet de métal. Elle s'écoule sur une surface solide qui lui communique son propre mouvement, et qui peut être constituée par l'intérieur d'un tambour en rotation (Brevet Européen EP 0039169 déjà cité) ou par une portion horizontale ou concave d'une courroie rainurée en défilement formant une boucle (Brevet Européen EP 0089134).

Le filament, au fur et à mesure de sa coulée, est enroulé à l'intérieur du tambour sous l'effet de la force centrifuge, ou bobiné à l'extérieur de la machine de coulée.

Grâce à la vitesse de refroidissement élevée qu'il procure, ce procédé permet, si le métal est amorphisable, d'obtenir des filaments amorphes de dimension uniforme présentant, entre autres propriétés, une résistance à la traction très élevée. On peut ainsi couler des filaments amorphes en alliages à base de divers métaux tels que le fer, le cuivre, le cobalt, l'or, l'aluminium, etc.

Le réservoir de métal liquide, et en particulier son orifice de sortie, constitue une pièce essentielle de ces installations de coulée. En effet, il est clair que ce procédé de coulée nécessite, pour que le filament produit soit réellement continu et ait des dimensions stables, que l'orifice de sortie ne s'érode pas trop rapidement et, inversement, ne soit pas obstrué par des impuretés. Ces impuretés peuvent être des inclusions non-métalliques contenues initialement dans le métal solide qui a été introduit puis fondu dans le réservoir préalablement à la coulée. Elles peuvent aussi avoir pour origine l'érosion des réfractaires constituant la paroi interne du réservoir. Pour ces raisons, la durée d'utilisation possible de l'orifice de sortie s'avère nettement inférieure à celle du restant du ré-

servoir.

Actuellement, dans la plupart des cas, le réservoir est constitué par une pièce monobloc, dont la partie inférieure présente un rétrécissement progressif (voir, par exemple, le document EP 0039169). La filière y est ménagée par exemple par simple perçage. On a également proposé (voir le document WO 92/21460) d'utiliser une pièce conique rapportée, insérée à demeure dans le fond du réservoir et perforée de manière à définir ladite filière. Mais dans tous les cas, un bouchage ou une érosion de la filière oblige à changer l'ensemble du réservoir, ce qui grève le prix de revient d'une coulée.

Le but de l'invention est de proposer une configuration du réservoir de métal liquide d'une installation de coulée continue directe de filaments qui rende indépendantes l'une de l'autre les durées d'utilisation respectives de la filière et du restant du réservoir.

A cet effet, l'invention a pour objet un réservoir destiné à contenir du métal liquide et à être utilisé sur une installation de coulée continue de filaments métalliques directement à partir dudit métal liquide, muni d'un couvercle étanche, et comportant à son extrémité inférieure une filière dont le diamètre intérieur final détermine le diamètre desdits filaments, caractérisé en ce que au moins la partie terminale de ladite filière est constituée par une pastille traversée par un orifice et indépendante dudit réservoir, et en ce qu'il comporte des moyens amovibles pour plaquer ladite pastille contre l'extrémité inférieure dudit réservoir.

Comme on l'aura compris, l'invention consiste à utiliser comme filière (ou au moins comme élément terminal de ladite filière) une pastille perforée indépendante du réservoir. Un dispositif de maintien la plaque contre l'extrémité inférieure du réservoir. A chaque interruption de la coulée, elle peut, si nécessaire, être aisément changée, alors que le restant du réservoir est réutilisé pour les coulées suivantes jusqu'à ce que sa propre usure soit intolérablement prononcée.

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

- les figures 1a et 1b qui représentent un premier exemple de mise en oeuvre de l'invention ;
- la figure 2 qui représente un deuxième exemple de mise en oeuvre de l'invention.

L'exemple de mise en oeuvre de l'invention représenté sur les figures 1a et 1b comporte un réservoir 1 en un matériau réfractaire (tel que de la silice vitreuse), de forme générale cylindrique, et terminé, à sa partie inférieure, par une portion hémisphérique 2. Ce réservoir 1 (vu en coupe longitudinale sur la figure 1a, comme les autres éléments du dispositif), est destiné à contenir le métal à couler. Il est coiffé de manière étanche par un couvercle 3, dans lequel est ménagé un canal 4 permettant d'introduire un gaz neutre dans le réservoir 1. Ce gaz neutre a pour fonc-

tions d'inertier l'atmosphère au contact de laquelle se trouve le métal liquide pendant la coulée, et de créer une surpression de quelques bars de façon à éjecter le métal liquide hors du réservoir 1. Sur la portion de sa hauteur qui est susceptible de contenir le métal li-

5 quide, le réservoir 1 est entouré par un moyen de chauffage, par exemple, comme représenté, une bobine d'induction 5. Celle-ci assure la fusion du métal déposé sous forme solide dans le réservoir 1 préalablement à la coulée, puis le chauffage et le maintien à une température donnée du métal liquide ainsi obtenu. L'extrémité inférieure du réservoir 1 comporte une filière pour l'écoulement du métal liquide. Cette filière est d'abord constituée par un trou 6 cylindrique percé dans le fond du réservoir 1, et dont le diamètre est de l'ordre de quelques mm, de préférence de 0,5 à 1 mm. Autour de l'orifice extérieur de ce trou 6, sur la paroi externe du réservoir 1, est ménagée une portée plane 7 contre laquelle vient s'appliquer une pastille 8 constituant la partie terminale de ladite filière. Cette pastille 8 est, par exemple, de forme cylindrique, d'un diamètre extérieur de l'ordre, par exemple, de 3 à 10 mm et d'une épaisseur de l'ordre de quelques mm, au mieux de 0,5 à 2 mm. Elle est percée en son centre d'un orifice 9 dont le diamètre est égal ou légèrement supérieur à celui du filament très mince que l'on veut couler. Cette pastille est en un matériau présentant une grande dureté, afin qu'elle puisse résister suffisamment longtemps à la pression exercée par le métal contenu dans le réservoir 1 et à l'abrasion causée par l'écoulement du métal liquide. Ce matériau doit aussi présenter une très faible réactivité chimique vis-à-vis dudit métal et une bonne résistance aux chocs thermiques. Pour la coulée d'alliage ferreux, on peut, par exemple, utiliser une pastille 8 en une céramique frittée, telle que de la zircone stabilisée, ou en un composite du type Sialon^R, ou une pastille 8 usinée en nitrure de bore, ou en un composite à base de nitrure de bore (tel qu'un mélange zircone-nitrure de bore), ou encore une pastille 8 formée par découpe d'un tube en céramique issu d'un procédé d'extrusion. La pastille 8 doit être plaquée contre la portée plane 7 du réservoir 1 avec la meilleure étanchéité possible pour éviter les fuites de métal liquide au niveau de leur contact. D'autre part, optimalement, l'orifice 9 de la pastille 8 doit être centré sur l'axe longitudinal du réservoir 1. Il est donc important d'utiliser des moyens assurant un positionnement précis et un maintien de la pastille 8. Dans l'exemple représenté sur les figures 1a et 1b, ces moyens comportent un support 10 de quelques mm d'épaisseur, composé de deux bras latéraux 11, 12 reliés à une partie centrale 13 de forme circulaire. Cette partie centrale 13 comporte un orifice 14 ménagé par une opération de lamage. La partie supérieure de cet orifice 14 définit un logement pour la pastille 8, logement dont les dimensions sont adaptées à cet usage. En particulier, son diamètre est égal à celui de la pas-

tille 8 et sa profondeur est légèrement inférieure à l'épaisseur de la pastille 8, de telle manière que la surface supérieure de cette dernière puisse être appliquée sur la portée plane 7 du réservoir 1. Quant à la partie inférieure de l'orifice 14, elle se présente comme un trou cylindrique de diamètre supérieur à celui de l'orifice 9 de la pastille 8, et étant sensiblement coaxial à cet orifice 9. Optimalement, un perçage horizontal 15 est ménagé dans la partie centrale circulaire 13 du support 10 et débouche dans la partie inférieure de l'orifice 14, donc sous la pastille 8. Ce perçage 15 est connecté à une source de gaz neutre non représentée, de manière à contrôler la composition de l'atmosphère entourant le jet de métal liquide sortant de l'orifice 9 de la pastille 8. Selon les cas, on pourra souhaiter que cette atmosphère soit oxydante, neutre ou réductrice. Comme le réservoir est placé, par rapport à la couche de liquide refroidissant, de telle manière que la face inférieure du support 10 ne soit distante que d'environ 1 cm au maximum de ladite couche, cet inertage peut se prolonger sur l'ensemble du parcours du jet de métal liquide avant sa pénétration dans le liquide refroidissant.

Afin de réaliser un placage ferme de la pastille 8 contre la portée plane 7 du réservoir 1, une force de rappel verticale vers le haut doit être exercée sur le support 10. A cet effet, dans l'exemple décrit et représenté sur la figure 1a, les bras 11, 12 du support 10 sont chacun percés par un trou 16, 17 à travers chacun desquels passe une tige filetée 18, 19. Vers leurs extrémités inférieures, les tiges filetées 18, 19 sont chacune munies d'une rondelle amovible 20, 21 dite rondelle supérieure, pouvant prendre appui sur les faces inférieures des bras 11, 12 du support 10. D'autre part, les tiges filetées 18, 19 traversent chacune un trou 22, 23 ménagé dans le couvercle 3 du réservoir 1. Des ressorts 24, 25 entourent chacun l'une des tiges filetées 18, 19. Ils prennent appui chacun d'une part sur la face supérieure du couvercle 3 et d'autre part sur une rondelle dite rondelle supérieure 26, 27 disposée au voisinage de l'extrémité supérieure de chaque tige filetée 18, 19. Les ressorts 24, 25 exercent ainsi un effort de répulsion vers le haut sur les tiges filetées 18, 19 par l'intermédiaire des rondelles supérieures 26, 27, effort qui est transmis aux bras 11, 12 du support 10 par l'intermédiaire des rondelles inférieures 20, 21. On crée ainsi une force de rappel qui tend à plaquer la pastille 8 contre la portée plane 7 du réservoir 1. Pour que cette force de rappel soit efficace, il faut qu'elle puisse excéder les efforts exercés sur la pastille par le métal liquide, du fait de son propre poids et de la surpression régnant dans le réservoir 1.

Le changement de la pastille 8, lorsqu'elle est bouchée ou usée, peut être réalisé très facilement en ôtant les rondelles 20 et 21, ce qui permet de dégager le support 10 avec la pastille 8 qu'il renferme. Le support 10 porteur d'une nouvelle pastille 8 peut ensuite

être remis en place tout aussi aisément, et on peut ainsi restaurer rapidement des conditions de coulée convenables sans être obligé de changer l'ensemble du réservoir 1 si l'usure de ses autres parties n'est pas encore très prononcée.

La figure 2 montre schématiquement, vu en section longitudinale, un autre mode de mise en oeuvre de l'invention. Dans ce mode de réalisation, le réservoir 1 destiné à contenir le métal liquide est terminé à sa partie inférieure par une portion de forme générale tronconique 28 pourvue d'un orifice 29. La partie interne de cette partie inférieure comporte une portée conique 30 contre laquelle on fixe, lors de la construction du réservoir 1, une pièce usinée 31 en un réfractaire tel que du nitrure de bore ou un composite à base de nitrure de bore. Cette pièce 31 présente la forme d'un entonnoir dont la partie supérieure tronconique 32 prend appui sur la portée conique 30 du réservoir 1, et dont la partie inférieure cylindrique 33 traverse l'orifice 29 du réservoir 1 et dépasse de quelques mm à l'extérieur de celui-ci. Cette partie inférieure cylindrique 33 constitue le premier élément de la filière de sortie du métal liquide. La position terminale de cette partie inférieure cylindrique 33 de la pièce en entonnoir 31 porte sur sa paroi externe un filetage qui reçoit un écrou 34. Cet écrou 34 est réalisé dans le même matériau que la pièce en entonnoir 31, ou en un matériau métallique (acier inox, alliage de titane, alliage de nickel,...). Dans ce dernier cas, ce matériau métallique doit avoir un coefficient de dilatation proche de celui du matériau de la pièce en entonnoir 31. L'écrou 34 présente sur sa face inférieure un orifice 35 qui, lorsque l'écrou 34 est en place, prolonge le conduit interne 36 de la pièce en entonnoir 31, sans avoir forcément le même diamètre. Il présente aussi dans sa partie interne un logement 37 dans lequel, avant de visser l'écrou 34 sur la pièce en entonnoir 31, on place une pastille 8 comportant un orifice 9, identique dans sa forme, sa constitution et sa fonction à celle qui a été décrite dans l'exemple précédent de mise en oeuvre de l'invention. Le vissage de l'écrou 34 sur la pièce en entonnoir 31 a donc pour conséquence de plaquer la pastille 8 contre l'extrémité inférieure de la pièce en entonnoir 31 et la pastille 8 peut ainsi jouer son rôle de partie terminale de la filière lors de la coulée du métal liquide sous forme de fil de très faible diamètre. Afin de mieux maintenir et rigidifier l'ensemble, l'écrou 34 peut être également fileté sur sa paroi externe, de manière à recevoir un deuxième écrou 38 prenant appui sur l'extrémité inférieure de la portion tronconique 28 du réservoir 1.

La partie inférieure de l'écrou 34 peut être pourvue d'un perçage 39 débouchant dans l'orifice 35, en-dessous de la pastille 8. En connectant ce perçage 39 à une source de gaz, il est ainsi possible, comme dans l'exemple précédent, de réaliser un inertage du jet de métal liquide après sa sortie de la pastille 8.

Là encore, le changement de la pastille 8 peut

être réalisé très rapidement, par simple dévissage des écrous 34, 38, remplacement de la pastille 8 et revissage des écrous 34, 38 sur la pièce en entonnoir 31.

En variante, au lieu de prévoir une pièce rapportée usinée 31 en forme d'entonnoir insérée dans le fond du réservoir 1, on peut simplement conformer l'extrémité inférieure du réservoir 1 lui-même de telle manière qu'elle présente une protubérance cylindrique, filetée sur sa surface extérieure.

Bien entendu, l'invention n'est aucunement limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et représentés. D'autres formes de mise en oeuvre de l'invention sont envisageables, du moment qu'elles permettent d'appliquer contre l'extrémité inférieure du réservoir de métal liquide une pastille perforée aisément remplaçable, dont la fonction est de déterminer le diamètre du jet de métal liquide destiné à former le filament très mince à couler. Un réservoir ainsi équipé peut être utilisé sur tout dispositif de coulée directe de filament très mince, quel que soit la manière dont le jet de métal liquide est ensuite solidifié.

Revendications

1) Réservoir (1) destiné à contenir du métal liquide et à être utilisé sur une installation de coulée continue de filaments métalliques directement à partir dudit métal liquide, muni d'un couvercle étanche (3) et comportant à son extrémité inférieure une filière dont le diamètre intérieur final détermine le diamètre desdits filaments, caractérisée en ce que au moins la partie terminale de ladite filière est constituée par une pastille (8) traversée par un orifice (9) et indépendante dudit réservoir (1), et en ce qu'il comporte des moyens amovibles pour plaquer ladite pastille (8) contre l'extrémité inférieure dudit réservoir (1).

2) Réservoir (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens amovibles pour plaquer ladite pastille (8) contre l'extrémité inférieure dudit réservoir (1) comportent un perçage (15, 39) connecté à une source de gaz et débouchant en-dessous de ladite pastille (8).

3) Réservoir (1) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits moyens amovibles pour plaquer ladite pastille (8) contre l'extrémité dudit réservoir (1) comportent un support (10) percé par un orifice (14) définissant un logement pour ladite pastille (8), et des moyens pour exercer sur ledit support (10) une force de rappel verticale vers le haut.

4) Réservoir (1) selon la revendication 3, caractérisé en ce que lesdits moyens pour exercer sur ledit support (10) une force de rappel verticale vers le haut comportent des tiges filetées (18, 19) traversant ledit support (10) et ledit couvercle (3), des rondelles inférieures (20, 21) amovibles disposées au voisinage des extrémités inférieures desdites tiges filetées (18,

19), des rondelles supérieures (26, 27) disposées au voisinage des extrémités supérieures desdites tiges filetées (18, 19) et des ressorts (24, 25) s'appuyant contre la face supérieure dudit couvercle (3) et les faces inférieures desdites rondelles supérieures (26, 27).

5

5) Réservoir (1) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite extrémité dudit réservoir (1) est constituée par une protubérance cylindrique (33), sur la surface extérieure de laquelle est ménagé un filetage, et en ce que lesdits moyens amovibles pour plaquer ladite pastille (8) contre ladite extrémité inférieure sont constitués par un écrou (34) comportant un logement (37) pour ladite pastille (8) et vissé sur ledit filetage.

10

15

6) Réservoir (1), selon la revendication 5, caractérisé en ce que sa partie inférieure présente intérieurement une surface tronconique, et en ce que ladite protubérance cylindrique (33) constitue la partie inférieure d'une pièce usinée (31) en forme d'entonnoir insérée à l'intérieur dudit réservoir (1).

20

25

30

35

40

45

50

55

5

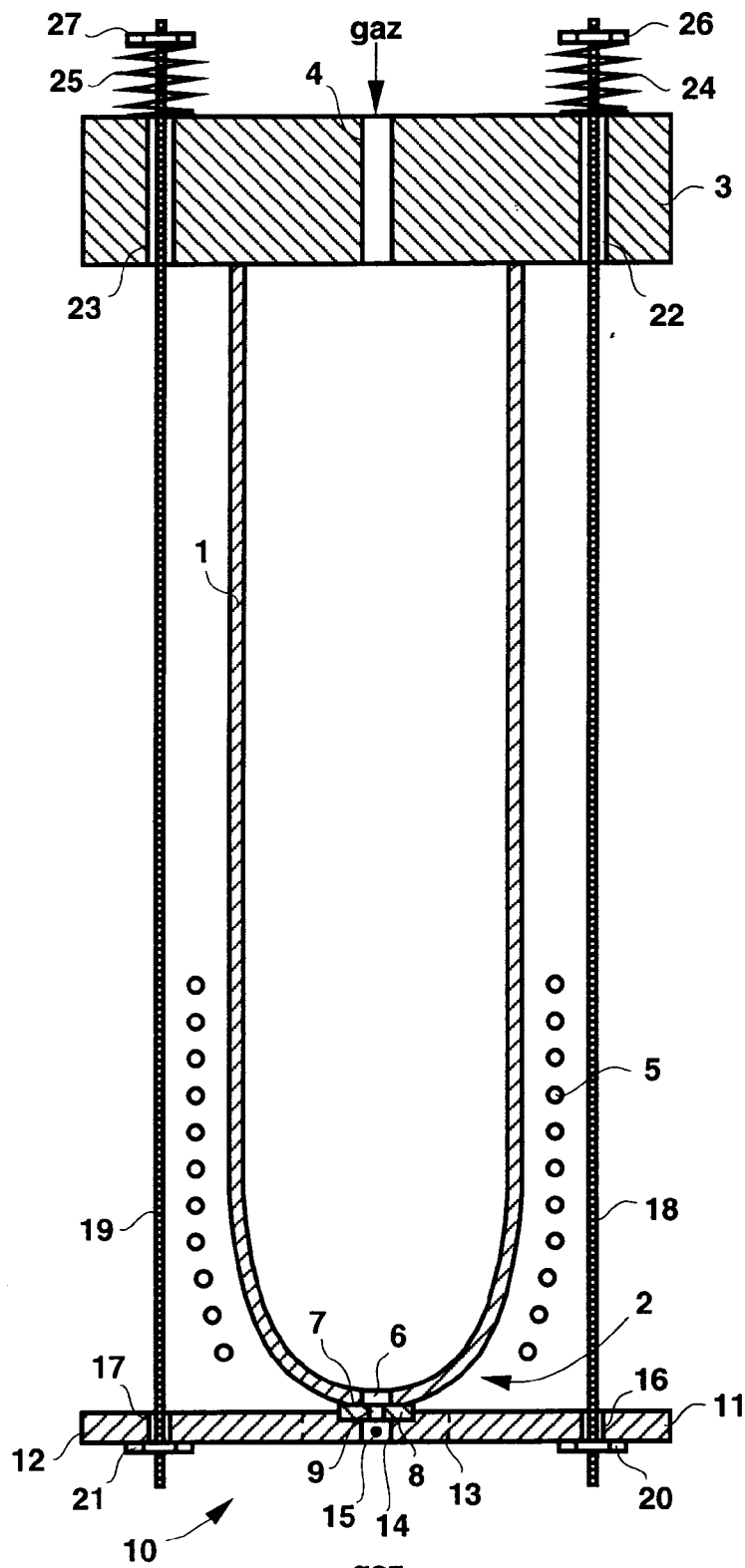


Fig. 1a

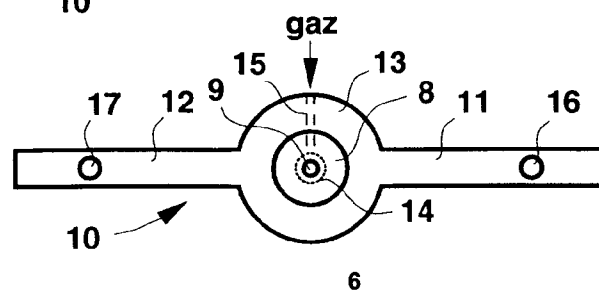
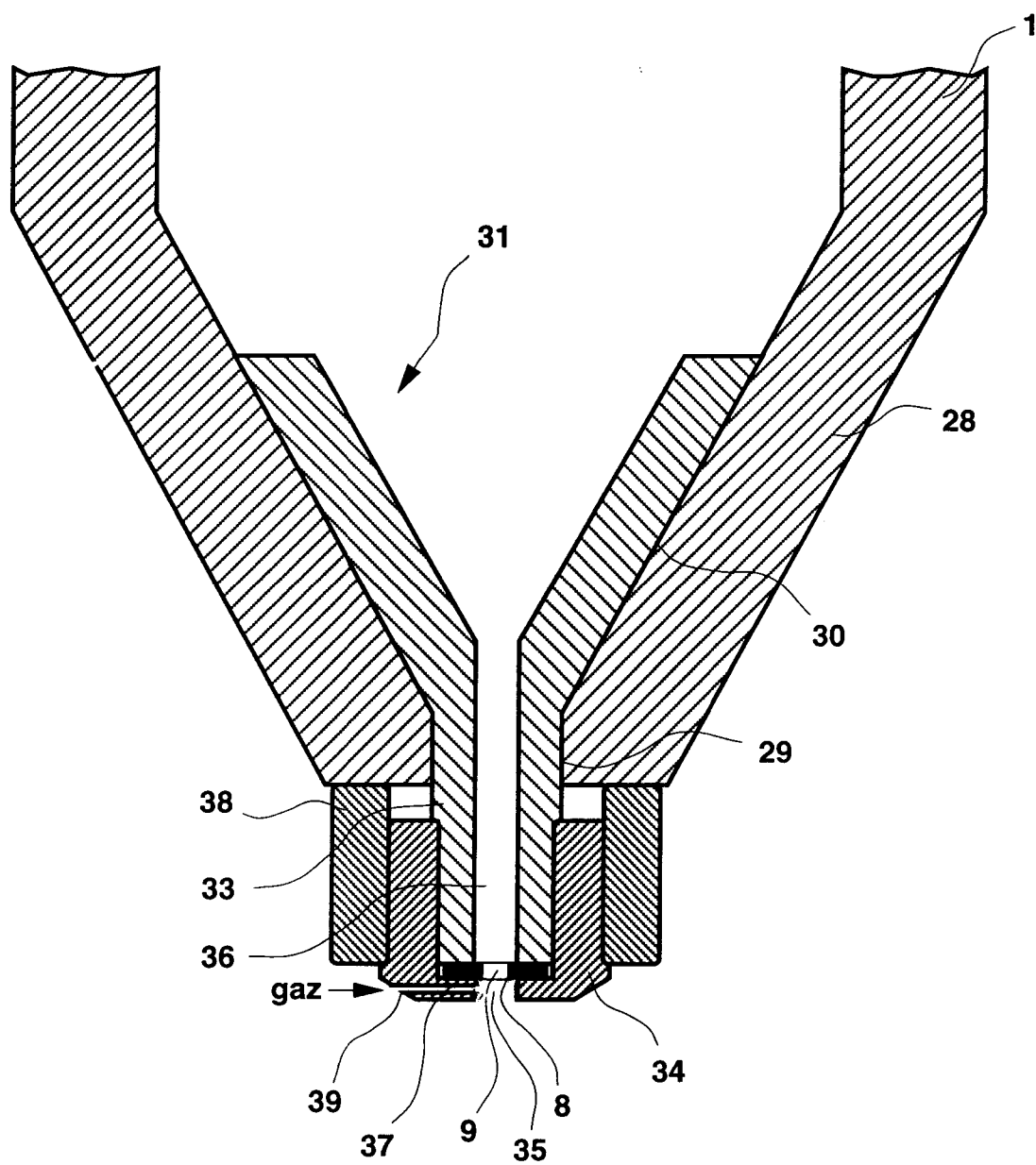


Fig. 1b





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 40 0273

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	CH-A-472 250 (MONSANTO COMPANY) * colonne 16, ligne 16 - colonne 16, ligne 21; figure *	1-5	B22D11/00 B22D11/06
A	US-A-3 771 982 (MONSANTO COMPANY) * revendications; figure 1 *	1-3	
A	EP-A-0 055 827 (ALLIED CORPORATION) * abrégé; figure 3 *	1,2,6	
A	DE-C-271 277 (GEBRÜDER GECK) * figure 2 *	6	
D,A	WO-A-92 21460 (DOUSSAINT)		
D,A	EP-A-0 039 169 (UNITIKA LIMITED)		
D,A	EP-A-0 089 134 (UNITIKA LTD)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B22D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18 Mai 1995	Examineur Hodiamont, S
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 01.92 (P04C02)