



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑲ Numéro de dépôt : **93402277.3**

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup> : **B22D 41/50, B22D 41/52**

⑳ Date de dépôt : **17.09.93**

⑳ Priorité : **21.09.92 FR 9211218**

④ Date de publication de la demande :  
**30.03.94 Bulletin 94/13**

⑧ Etats contractants désignés :  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL PT SE**

⑦ Demandeur : **SOLLAC**  
**Immeuble Elysées-La Défense, 29 Le Parvis**  
**F-92800 Puteaux (FR)**

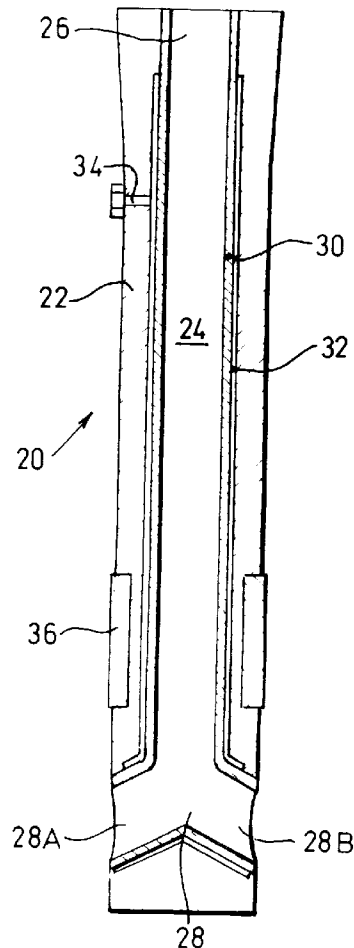
⑦ Inventeur : **Poirier, Jacques**  
**32, rue des Frères Lumière**  
**F-59240 Dunkerque (FR)**  
Inventeur : **Thillou, Bruno**  
**101, avenue des Bains, Résidence Fenelon**  
**F-59240 Dunkerque (FR)**  
Inventeur : **Provost, Gilbert**  
**1, rue du Lieutenant Girbal, Les Bréviaires**  
**F-78610 Le Perray en Yvelines (FR)**

⑦ Mandataire : **Polus, Camille et al**  
**c/o Cabinet Lavoix 2, Place d'Estienne d'Orves**  
**F-75441 Paris Cedex 09 (FR)**

⑤ **Busette de coulée de métal et procédés de fabrication de cette busette.**

⑤ Busette de coulée de métal comportant un corps (22) en matériau réfractaire dans lequel est ménagé un canal (24) d'écoulement du métal en fusion. La busette comporte une chambre annulaire (32) ménagée dans le corps (22), disposée autour du canal (24) à proximité de la périphérie de ce canal, s'étendant à peu près sur toute la longueur du canal, raccordée à des moyens (34) de mise en dépression par rapport à l'environnement de la busette. La chambre (32) forme écran à la migration de produits gazeux, tels que le monoxyde de carbone, vers le canal. La busette peut comporter également une chemise (30) en matériau réfractaire interposée entre la périphérie du canal (24) et la chambre (32). La busette est utilisée de préférence pour la coulée continue d'acier.

FIG.2



La présente invention concerne une busette de coulée de métal et des procédés de fabrication de cette busette.

Elle s'applique en particulier aux busettes de coulée continue d'acier, notamment d'acier calmé à l'aluminium.

De façon classique, une installation de coulée continue d'acier comprend au moins une lingotière alimentée par un répartiteur d'acier en fusion.

L'acier en fusion s'écoule dans la lingotière à travers le canal d'au moins une busette fixée sur le fond du répartiteur, au droit de l'ouverture supérieure de la lingotière.

Pour résister aux contraintes thermiques au contact du métal en fusion, les busettes sont fabriquées habituellement dans un matériau réfractaire. Les busettes sont par ailleurs recouvertes de couches d'émail interne et externe permettant d'éviter l'oxydation du matériau réfractaire durant le préchauffage habituel des busettes et permettant également de rendre imperméable le matériau réfractaire poreux pendant l'utilisation des busettes.

Selon la nuance de l'acier coulé ou le type de matériau constituant les busettes, il se pose des problèmes de dégradation des busettes par corrosion, ou des problèmes de bouchage des busettes par des dépôts d'oxydes sur la surface du canal d'écoulement de l'acier. Ces dépôts d'oxydes comprennent par exemple de l'alumine, de l'aluminate de chaux ou du titanate d'alumine.

Il est connu de fabriquer des busettes dans un matériau réfractaire de silice vitreuse ( $\text{SiO}_2$ ). Les busettes fabriquées dans ce matériau résistent bien aux chocs thermiques et au bouchage par des dépôts d'oxydes, mais résistent peu à la corrosion par certaines nuances d'acier contenant, par exemple, du manganèse.

Il est également connu de fabriquer des busettes dans un matériau composite comprenant principalement de l'alumine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) et du graphite associés par une liaison carbonée. Ces busettes comportent habituellement entre 20 et 30% en masse de graphite. La teneur élevée en graphite favorise la résistance de ces busettes aux chocs thermiques. Ces dernières résistent également bien à l'usure. Par contre, les busettes en alumine-graphite se bouchent relativement vite.

Le bouchage des busettes est particulièrement rapide lorsque l'acier coulé est calmé à l'aluminium. Dans ce cas, il se forme dans le canal des busettes des dépôts d'oxydes contenant essentiellement de l'alumine. Ceci limite les longueurs de séquence et peut conduire à l'arrêt de la coulée en cas de bouchage complet des busettes.

Par ailleurs, une certaine quantité des oxydes déposés est susceptible d'être entraînée par l'acier coulé et donc de former des inclusions dégradant les propriétés métallurgiques de l'acier.

Afin de comprendre le phénomène de bouchage, trois essais ont été réalisés.

D'une part, un barreau en alumine-carbone a été plongé pendant deux heures dans un bain d'acier XC 38 à  $1550^\circ\text{C}$  auquel on a ajouté 0,25% d'aluminium, dans une enceinte sous atmosphère contrôlée.

Après deux heures, on constate la présence d'un dépôt d'alumine sur les parois du barreau.

D'autre part, on a plongé un barreau d'alumine pure, sans carbone dans le même bain pendant deux heures.

Après deux heures, aucun dépôt ne se trouve sur le barreau.

Enfin, on a plongé un barreau d'alumine-carbone revêtu d'une épaisse couche d'alumine pure dans le bain d'acier pendant deux heures.

Après deux heures, on constate un dépôt d'alumine sur le barreau.

Compte tenu de ces essais, l'idée admise jusqu'alors que le bouchage des busettes était dû uniquement à l'alumine contenue en tant qu'inclusions dans l'acier coulé qui se colle sur la paroi réfractaire de la busette, est fautive.

En effet, si c'était le cas, le barreau d'alumine pure devrait avoir un dépôt après deux heures comme le barreau d'alumine-carbone revêtu d'une épaisse couche d'alumine pure.

En fait, le bouchage des busettes est dû à deux phénomènes :

- l'alumine contenue en tant qu'inclusions dans l'acier se collant sur les parois réfractaires de la busette,
- l'aluminium contenu dans l'acier qui lorsqu'il entre en contact avec les parois de la busette s'oxyde pour former de l'alumine  $\text{Al}_2\text{O}_3$  et germer contre la paroi.

En effet, en plongeant un échantillon constitué d'un barreau en alumine-graphite dans un bain d'acier en fusion contenant des éléments avides d'oxygène tels que de l'aluminium, on observe les équilibres chimiques décrits ci-dessous.

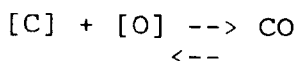
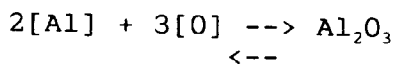
L'échantillon en alumine-graphite comporte des impuretés sous forme d'oxydes ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,...) qui sont réduits par le carbone C de l'échantillon pour former du monoxyde de carbone CO gazeux.

Le CO est libéré à la surface de l'échantillon et se dissocie en éléments intermédiaires [C] et [O].

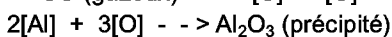
Cette dissociation à la surface de l'échantillon perturbe localement l'équilibre entre les éléments [C] et [O] contenus dans le bain d'acier. On a alors oxydation des éléments avides d'oxygène du bain par l'oxygène libéré et donc précipitation et croissance d'oxydes à la surface de l'échantillon.

Dans le cas d'un bain d'acier calmé à l'aluminium, on a en particulier :

- dans une région éloignée de la surface de l'échantillon, les équilibres chimiques stables suivants:



- dans une région voisine de la surface de l'échantillon, une évolution des équilibres chimiques dans le sens suivants :



Dans le cas d'une busette fabriquée avec le matériau  $Al_2O_3-C$ , le monoxyde de carbone se dissocie à la surface du canal d'écoulement de l'acier et provoque sur cette surface la précipitation d'oxydes, en particulier d'alumine, produits à partir d'éléments contenus dans l'acier coulé, en particulier l'aluminium. Les dépôts d'oxydes bouchent progressivement le canal de la busette.

De plus, le monoxyde de carbone se forme non seulement à partir de l'oxygène provenant des impuretés sous forme d'oxydes contenues dans la busette, mais encore à partir de l'oxygène de l'air environnant la busette. L'oxygène de l'air s'infiltré à travers la jonction de la busette et du répartiteur et à travers les parois de la busette en matériau réfractaire poreux. L'oxygène de l'air se combine avec le carbone contenu dans la busette pour former du monoxyde de carbone gazeux qui migre à la surface du canal. Cette migration est favorisée par la dépression créée dans le canal par l'écoulement de l'acier liquide.

L'invention a pour but de remédier au bouchage des busettes en matériau réfractaire comportant notamment de l'alumine-carbone, en évitant la formation de dépôts d'oxydes à la surface du canal d'écoulement de métal en fusion, ceci avec des moyens simples et faciles à mettre en oeuvre.

A cet effet, l'invention a pour objet une busette de coulée de métal, notamment de coulée continue d'acier, comportant un corps en matériau réfractaire dans lequel est ménagé un canal d'écoulement du métal liquide, caractérisée en ce qu'elle comporte une chambre annulaire ménagée dans le corps, disposée autour du canal à proximité de la périphérie de ce canal, s'étendant à peu près sur toute la longueur du canal, raccordée à des moyens de mise en dépression par rapport à l'environnement de la busette ou d'insufflation d'un gaz neutre, de manière que la chambre forme écran à la migration de produits gazeux tels que le monoxyde de carbone vers le canal, et en ce qu'elle comporte de plus une chemise en matériau réfractaire sans carbone, interposée entre la périphérie du canal et la chambre annulaire.

Suivant d'autres caractéristiques de l'invention :

- la chemise est fabriquée dans un matériau réfractaire sans carbone comprenant par exemple de l'alumine, de la zircone, des nitrures d'aluminium (AlN) ou de bore (BN), des spinel-

les, de la magnésie, des borures notamment de zirconium ( $ZrB_2$ ) ;

- le corps de busette est fabriqué dans un même matériau réfractaire que la chemise ;
- le corps est fabriqué dans un matériau composite comprenant de l'alumine et du graphite.

L'invention a également pour objet des procédés de fabrication d'une busette telle que définie ci-dessus.

Selon un premier procédé de fabrication :

- on réalise la busette par pressage isostatique d'un matériau réfractaire dans lequel est incorporé un élément fusible occupant le volume d'une chambre annulaire que l'on veut ménager autour d'un canal d'écoulement du métal en fusion,
- on cuit l'ensemble de la busette à une température élevée faisant fondre l'élément fusible de façon à libérer le volume formant la chambre annulaire.

Selon un second procédé de fabrication :

- on fabrique séparément un insert tubulaire et un corps tubulaire de busette, par compression isostatique et cuisson de matériaux réfractaires, l'insert étant destiné à délimiter un canal d'écoulement du métal en fusion;
- on fixe l'insert dans le corps coaxialement à ce dernier de façon que l'espace libre entre l'insert et le corps forme une chambre annulaire autour du canal.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Fig.1 est une vue schématique d'une partie d'une installation de coulée continue d'acier comportant une busette selon l'invention;
- la Fig.2 est une vue en coupe longitudinale, à grande échelle, de la busette selon l'invention;
- les Fig.3 à 5 sont des vues en coupe longitudinale représentant des éléments utilisés pour la fabrication de busettes selon l'invention.

On voit sur la figure 1, une partie d'une installation de coulée continue d'acier désignée par la référence générale 10, destinée par exemple à la fabrication de demi-produits métalliques tels que des blooms ou des brames.

De façon classique, l'installation comporte un répartiteur 12 d'acier en fusion alimentant une lingotière 14 comportant un moule 16 supérieur et des rouleaux 18 d'entraînement et de guidage du demi-produit en cours de solidification.

Le répartiteur 12 est lui-même alimenté en acier en fusion par une poche de coulée non représentée sur la figure.

L'acier en fusion s'écoule par gravité dans la lingotière 14 en passant à travers au moins une busette 20 selon l'invention, fixée, par des moyens connus,

sur le fond du répartiteur 12 au droit de l'ouverture supérieure de la lingotière 14.

On décrira maintenant plus en détail la busette 20 en regard de la figure 2.

La busette 20 comporte un corps 22 de busette, de forme générale tubulaire, fabriquée dans un matériau réfractaire, de préférence un matériau composite comprenant principalement de l'alumine ( $Al_2O_3$ ) et du graphite (C).

Le corps 22 comprend un canal 24 d'écoulement de l'acier en fusion. Le canal comporte une extrémité supérieure 26 destinée à être raccordée, par des moyens connus, à un orifice d'écoulement d'acier du répartiteur, et une extrémité inférieure 28 formant deux branches 28A, 28B débouchant à l'extérieur de la busette par des orifices diamétralement opposés.

La périphérie du canal 24 est délimitée sur presque toute la longueur de ce dernier par la surface interne d'une chemise cylindrique 30, en matériau réfractaire sans carbone, fixée dans le corps 22 de busette par des moyens et des procédés qui seront décrits ultérieurement.

Une chambre annulaire 32, coaxiale au canal 24, entoure la surface externe de la chemise 30 en s'étendant à peu près sur toute la longueur de cette dernière. La paroi de la chambre 32 a une épaisseur faible par rapport à l'épaisseur de la paroi du corps 22 de busette.

Les branches d'extrémité 28A, 28B du canal, sont également entourées par des parties correspondantes de la chemise 30 et de la chambre 32.

La chambre 32 est disposée au voisinage de la périphérie du canal 24 en étant séparée de ce canal par la paroi de la chemise 30 interposée entre la périphérie du canal et la chambre.

De façon classique, les surfaces interne et externe de la busette sont recouvertes de couches d'émail, non représentées sur les figures, de manière à préserver la busette contre l'oxydation et à imperméabiliser les surfaces poreuses des matériaux réfractaires.

La chambre 32 est reliée par l'intermédiaire d'un orifice 34 à une source de vide de type connu, non représentée sur les figures, pour la mise en dépression de la chambre par rapport à l'environnement de la busette ou une source d'insufflation d'un gaz neutre, par exemple de l'argon.

On a également représenté sur la Fig.2, une bague 36, disposée de façon classique autour du corps 22 de busette, constituée d'un produit réfractaire, en général de zircone graphite, destiné à résister à la corrosion par la poudre du moule.

Dans l'exemple décrit, la busette 20 a un diamètre externe de 100 mm, le canal 24 a un diamètre de 70 mm, la paroi de la chemise 30 a une épaisseur de 4 mm et la paroi de la chambre annulaire 32 a une épaisseur de 2 mm.

La chambre 32 permet, d'une part, de recueillir

les produits gazeux, en particulier le monoxyde de carbone, se formant dans le matériau réfractaire du corps 22 de busette et migrant vers le canal 24, et, d'autre part, d'évacuer ces produits gazeux par l'orifice 34.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, la chemise 30 est fabriquée dans un matériau réfractaire sans carbone comprenant, par exemple, de l'alumine, de la zircone, des nitrures d'aluminium (AlN) ou de bore (BN), des spinelles, de la magnésie, des borures notamment de zirconium ( $ZrB_2$ ).

Ainsi, en absence de carbone, il n'y a pas de formation de monoxyde de carbone dans la paroi de la chemise 30 séparant la chambre 32 du canal 24.

Selon un second mode de réalisation de l'invention, le corps 22 est fabriqué dans un matériau réfractaire, identique à celui de la chemise 30 de la busette, comportant de l'alumine sans carbone. Dans ce cas, la chemise 30 peut être venue de matière avec le corps 22 et former un seul bloc avec celui-ci.

On décrira maintenant deux procédés de fabrication d'une busette selon l'invention, en regard des figures 3 à 5.

Le premier procédé de fabrication permet de réaliser une busette dans laquelle la chemise 30 est venue de matière avec le corps 22 et forme un seul bloc avec ce dernier. Ce procédé comporte les étapes suivantes.

Dans un premier temps, on réalise la busette par pressage isostatique d'un matériau réfractaire dans lequel est incorporé un élément fusible ou volatil 32A occupant le volume de la chambre annulaire 32 que l'on veut ménager dans la busette (voir Fig.3).

L'élément fusible 32A est fabriqué par exemple en un matériau polymère ou en cire.

On cuit ensuite l'ensemble à une température élevée d'environ  $1000^\circ$  faisant fondre le polymère. Le polymère fondu se vaporise à travers la paroi en matériau réfractaire poreux et libère le volume qu'il occupait initialement. Ce volume forme une chambre annulaire autour du canal de la busette.

On obtient alors une busette 20 telle que représentée sensiblement à la Fig.2, la chemise 30 étant venue de matière avec le corps 22.

Le second procédé de fabrication de la busette comporte les étapes suivantes.

On fabrique séparément un insert tubulaire 30 et un corps tubulaire 22 de busette, tels que représentés respectivement aux figures 4 et 5, par pressage isostatique et cuisson de matériaux réfractaires, selon un procédé connu.

On fixe ensuite l'insert 30 dans le corps 22 coaxialement à ce dernier, par exemple avec un ciment de type connu, de façon que l'espace libre entre l'insert 30 et le corps 22 de busette forme une chambre annulaire autour du canal de la busette.

Comme on peut le voir à la Fig.4, l'insert et fabriqué en trois parties, une première partie 30A, coaxia-

le au corps étant introduite par l'extrémité supérieure du corps et les deux autres parties 30B, 30C, formant les branches de l'insert, étant introduites par les orifices inférieurs du corps.

L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation décrits.

Le corps de busette et la chemise interne peuvent être fabriqués dans des matériaux réfractaires divers.

La busette peut être utilisée dans des installations de coulée continue ou discontinue et peut alimenter en métal en fusion des lingotières de types divers.

L'invention comporte de nombreux avantages.

Le bouchage d'une busette classique se faisant par oxydation du carbone contenu dans le matériau réfractaire, la chambre annulaire en dépression d'une busette selon l'invention permet d'éviter la migration du monoxyde de carbone gazeux dans le canal de la busette.

En fabriquant la chemise interne de la busette dans un matériau réfractaire sans carbone, on évite la formation du monoxyde de carbone gazeux à la périphérie du canal et, dans le cas d'une coulée continue d'acier à très faible teneur en carbone, on évite un transfert indésirable de carbone dans l'acier passant dans le canal de la busette.

## Revendications

1. Busette de coulée de métal, notamment de coulée continue d'acier, comportant un corps (22) en matériau réfractaire dans lequel est ménagé un canal (24) d'écoulement du métal liquide, caractérisée en ce qu'elle comporte une chambre annulaire (32) ménagée dans le corps (22), disposée autour du canal (24) à proximité de la périphérie de ce canal, s'étendant à peu près sur toute la longueur du canal (24), raccordée à des moyens (34) de mise en dépression par rapport à l'environnement de la busette ou d'insufflation d'un gaz neutre, de manière que la chambre (32) forme écran à la migration de produits gazeux tels que le monoxyde de carbone vers le canal (24), et en ce qu'elle comporte de plus une chemise (30), en un matériau réfractaire sans carbone, interposée entre la périphérie du canal (24) et la chambre annulaire (32).

2.- Busette selon la revendication 1, caractérisée en ce que la chemise (30) est fabriquée dans un matériau réfractaire sans carbone comprenant par exemple de l'alumine, de la zircone, des nitrures d'aluminium (AlN) ou de bore (BN), des spinelles, de la magnésie, des borures notamment de zirconium ( $ZrB_2$ ).

3. Busette selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le corps de busette (22) est fabriqué dans un même matériau réfractaire que la chemise (30).

4.- Busette selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le corps (22) est fabriqué dans un matériau composite comprenant de l'alumine et du graphite.

5. Procédé de fabrication d'une busette selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que :

- on réalise la busette par pressage isostatique d'un matériau réfractaire dans lequel est incorporé un élément fusible (32A) occupant le volume d'une chambre annulaire (32) que l'on veut ménager autour d'un canal d'écoulement du métal en fusion,
- on cuit l'ensemble de la busette (22) à une température élevée faisant fondre l'élément fusible de façon à libérer un volume formant la chambre annulaire (32).

6. Procédé de fabrication d'une busette selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que :

- on fabrique séparément un insert tubulaire (30) et un corps tubulaire (22) de busette, par compression isostatique et cuisson de matériaux réfractaires, l'insert (30) étant destiné à délimiter un canal (24) d'écoulement du métal en fusion;
- on fixe l'insert (30) dans le corps (22) coaxialement à ce dernier de façon que l'espace libre entre l'insert (30) et le corps (22) forme une chambre annulaire (32) autour du canal (24).

FIG.1

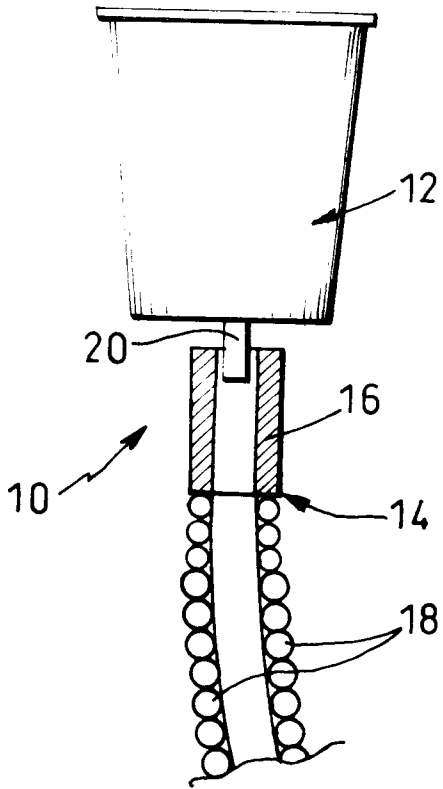
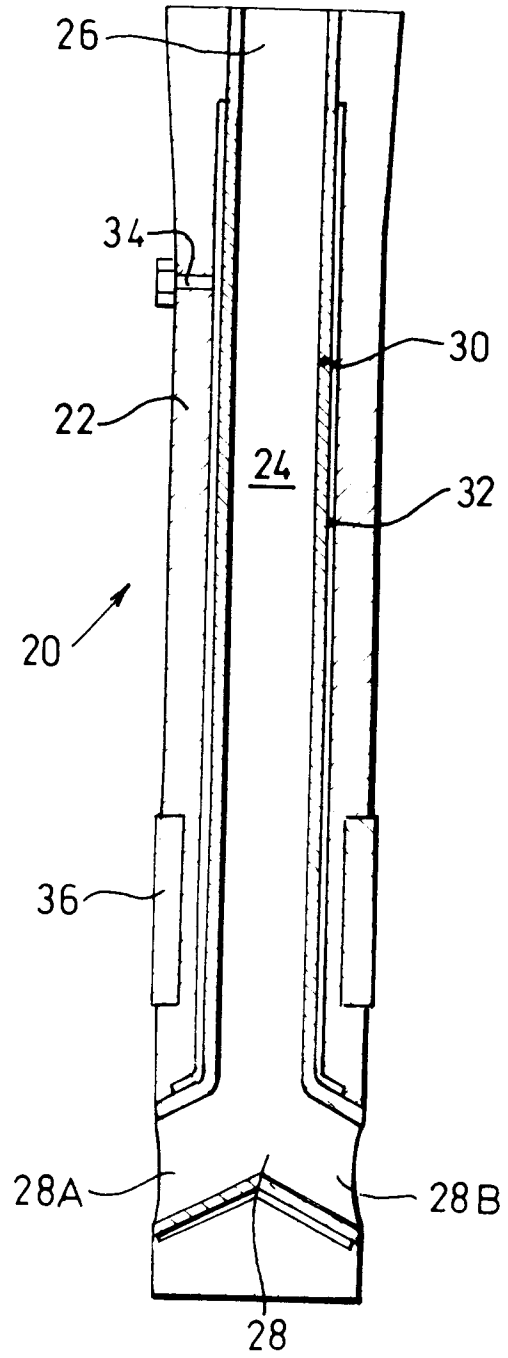


FIG.2



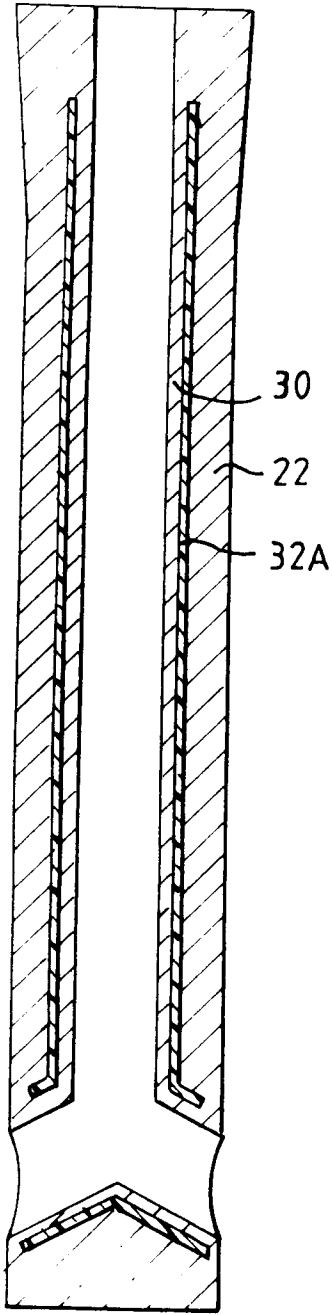


FIG. 3

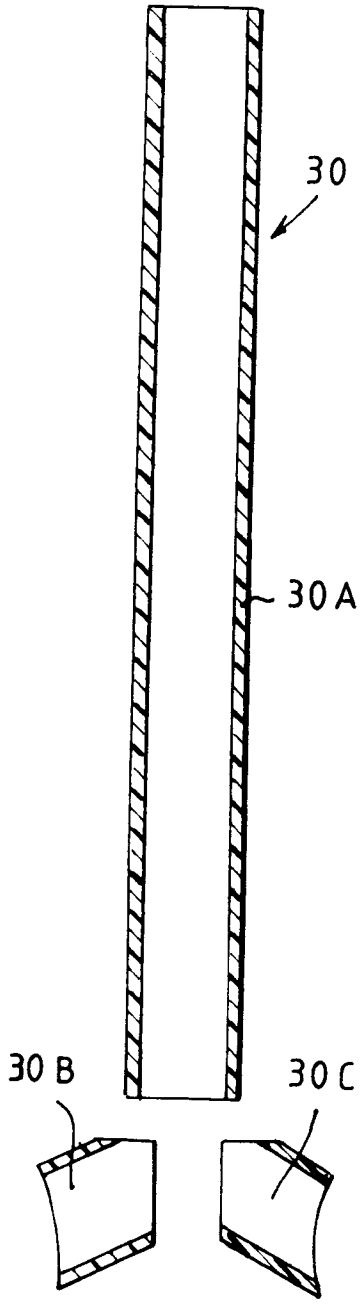


FIG. 4

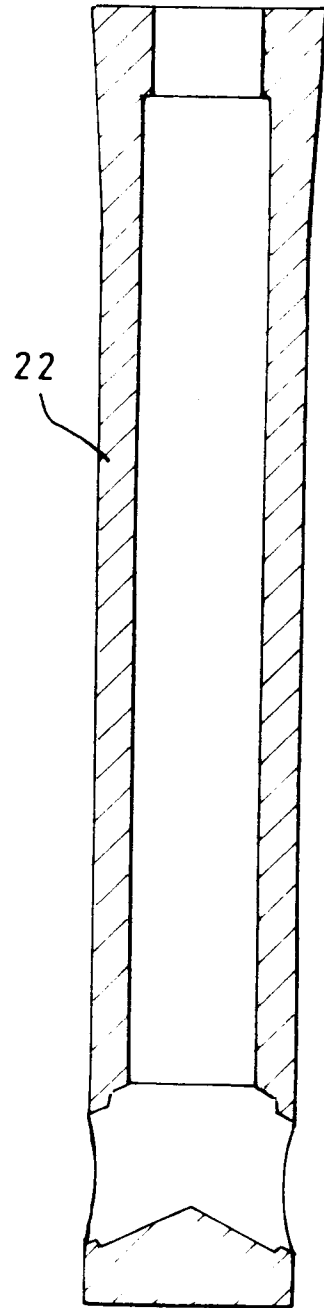


FIG. 5



Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 93 40 2277

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.5)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 14, no. 103 (M-941)(4046) 26 Février 1990 & JP-A-13 009 768 (KAWASAKI STEEL CORP) 14 Décembre 1989 * abrégé *	1	B22D41/50 B22D41/52
Y	---	5,6	
Y	DE-B-27 03 657 (BÜSCHER KG) * le document en entier *	1-6	
Y	---		
Y	EP-A-0 306 751 (DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.P.A.) * colonne 7, ligne 40 - colonne 8, ligne 36; figures 6,7,8 *	1-6	
Y	---		
Y	WO-A-84 04477 (THORNTON J.) * page 4, ligne 32 - page 5, ligne 35; figure 3 *	5	
Y	---		
Y	US-A-4 108 339 (LUNDE) * abrégé; figures 1-3 *	5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
Y	---		
Y	GB-A-2 148 765 (DIDIER-WERKE AG) * page 2, ligne 42 - ligne 63; figure 2 *	6	B22D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 28 Décembre 1993	Examineur Mailliard, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1530 (04.82) (FR/CO)