



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**16.04.2003 Bulletin 2003/16**

(51) Int Cl.7: **B22D 41/52, B22D 41/50**

(21) Numéro de dépôt: **02292501.0**

(22) Date de dépôt: **10.10.2002**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR**  
**IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**  
 Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorité: **10.10.2001 FR 0113058**  
**15.01.2002 FR 0200440**

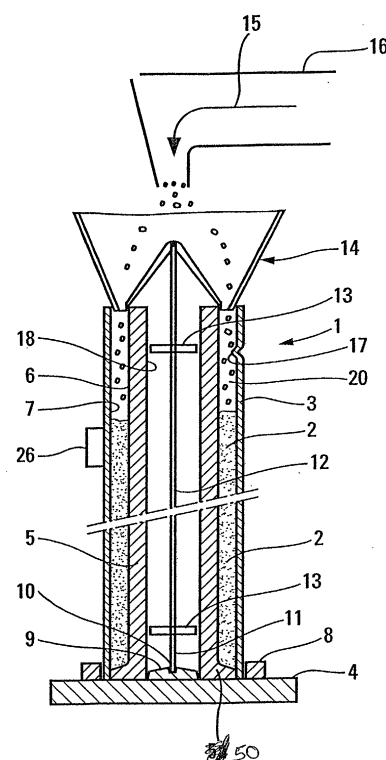
(71) Demandeurs:  
 • **Daussan, André**  
**1195 Dully (CH)**  
 • **Daussan, Jean-Charles**  
**57000 Metz (FR)**  
 • **Daussan, Gérard**  
**57050 Longeville Les Metz (FR)**

(72) Inventeurs:  
 • **Daussan, André**  
**1195 Dully (CH)**  
 • **Daussan, Jean-Charles**  
**57000 Metz (FR)**  
 • **Daussan, Gérard**  
**57050 Longeville-Lès-Metz (FR)**  
 • **Rozière, Jean**  
**57070 Metz (FR)**  
 • **Chastant, Marc**  
**57360 Amneville-Les-Thermes (FR)**  
 • **Gillot, Gérard**  
**57130 Vaux (FR)**

(74) Mandataire: **Rémont, Claude et al**  
**Novagraaf Technologies**  
**122, rue Edouard Vaillant**  
**92593 Levallois Perret Cedex (FR)**

(54) **Procédé pour réaliser un tube de coulée**

(57) On installe sur un support (4), en position sensiblement verticale, une virole métallique (3) sensiblement cylindrique et, à l'intérieur de la virole métallique (3), sensiblement coaxialement à celle-ci, un tube interne (5) de forme sensiblement cylindrique. Puis on introduit entre la surface extérieure (6) du tube interne (5) et la surface intérieure (7) de la virole métallique (3) une composition réfractaire frittée sensiblement sèche comprenant un liant minéral sensiblement sec durcissable à la chaleur ou auto-durcissable. Enfin, on chauffe l'ensemble pour faire durcir la composition durcissable et/ou pour éliminer toute trace d'eau.



**Fig. 1**

## Description

**[0001]** La présente invention concerne un procédé pour réaliser un tube de coulée adapté à ne donner lieu à aucun dégagement d'hydrogène lorsque du métal en fusion est coulé à l'intérieur dudit tube. Elle concerne également un tube de coulée réalisé par la mise en oeuvre de ce procédé.

**[0002]** On connaît un procédé pour réaliser un tube de coulée, ce procédé comprenant une étape de mise en place, à l'intérieur d'une virole métallique externe, d'une masse réfractaire durcissable et frittée constituée à partir d'une composition réfractaire en poudre comprenant un liant adapté à se décomposer ou à se désagréger lorsque du métal en fusion est coulé à l'intérieur dudit tube, et une étape de chauffage de l'ensemble pour faire durcir la masse durcissable.

**[0003]** On connaît, par exemple, par le FR-A-2 333 599, un procédé du type précité pour former un tube de coulée en matière thermiquement isolante et de faible densité constituée par un mélange de particules réfractaires et de fibres minérales enrobées dans un liant. Ce tube est formé autour d'un manchon perforé à partir d'un mélange pâteux et aqueux comprenant les constituants ci-dessus. Il est renforcé extérieurement par une armature métallique, puis est porté dans une étuve pour évaporer l'eau résiduelle et durcir le liant. Lors de la coulée du métal en fusion, les particules inorganiques frittent, ce qui permet d'assurer la cohésion du tube après décomposition ou désaggrégation du liant.

**[0004]** Un tel procédé permet de fabriquer des tubes de coulée fiables à un prix très compétitif. Par contre, la décomposition du liant, en particulier dans le cas d'un liant organique, entraîne le dégagement d'hydrogène qui peut être capté par le métal liquide.

**[0005]** Or, les utilisateurs de certains aciers sont de plus en plus exigeants sur la nature du métal qu'ils utilisent, et imposent des teneurs du métal coulé en hydrogène de plus en plus basses qui sont difficiles à obtenir en cas d'utilisation d'un tube de coulée du type précité.

**[0006]** On connaît également des tubes de coulée réfractaires à base d'alumine graphitée qui sont, au cours de leur fabrication, maintenus dans un four de cuisson à une température suffisamment élevée pour entraîner une prise céramique des particules constituant ces tubes. Ces tubes sont très fiables et n'entraînent aucun risque de dégagement d'hydrogène pouvant nuire à la qualité du métal coulé. Par contre, ces tubes sont fabriqués par mise en oeuvre d'un procédé complexe de sorte que ces tubes ont un prix unitaire élevé.

**[0007]** On connaît en outre, d'après le US-A-4 323 529, un procédé pour réaliser une plaque de coulissement de busette à tiroir. Ce procédé consiste à couler successivement deux éléments moulés coaxiaux en béton réfractaire. Ceci oblige à obtenir une prise au moins partielle de l'élément extérieur avant de couler l'élément intérieur. Il faut ensuite attendre la prise des deux éléments et chauffer l'ensemble, en général jusqu'à 400°C,

pour éliminer l'eau libre.

**[0008]** Ce procédé, long et onéreux, est adapté à la réalisation d'une plaque de glissement, mais n'est pas adapté à la réalisation d'une plaque de coulée.

**[0009]** En outre, le risque de dégagement d'hydrogène n'est pas obligatoirement éliminé.

**[0010]** Le but de la présente invention est de remédier aux inconvénients des procédés connus et de proposer un procédé du type ci-dessus permettant de réaliser un tube de coulée fiable et économique, ayant une structure simple, et évitant tout risque de dégagement d'hydrogène au cours de la coulée de métal en fusion.

**[0011]** Suivant la présente invention, le procédé du type précité est caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

a) on installe sur un support en position sensiblement verticale, une virole métallique externe sensiblement cylindrique et, à l'intérieur de la virole métallique externe, sensiblement coaxialement à celle-ci, un tube interne de forme sensiblement cylindrique;

b) on introduit entre la surface extérieure du tube interne et la surface intérieure de la virole métallique externe une poudre constituée par une composition réfractaire frittée sensiblement sèche comprenant un liant minéral sensiblement sec durcissable à la chaleur, ou auto-durcissable ;

c) on chauffe l'ensemble pour faire durcir la masse durcissable ainsi obtenue, et/ou pour éliminer toute trace d'eau.

**[0012]** La mise en oeuvre d'un tel procédé particulièrement simple permet d'obtenir un tube de coulée de fabrication simple et économique comprenant plusieurs couches tubulaires sensiblement coaxiales. La virole métallique externe et le tube interne ne génèrent aucun dégagement gazeux à la température du métal en fusion.

**[0013]** Quant à la couche intermédiaire constituée par la masse réfractaire frittée, elle ne contient aucune matière organique et ne contient pratiquement plus d'eau de constitution après l'étape de chauffage. Ainsi, lorsqu'elle est soumise aux températures atteintes pendant la coulée du métal en fusion, cette matière fritte sans générer pratiquement de dégagement d'hydrogène.

**[0014]** Une autre version de la présente invention concerne un tube de coulée réalisé par la mise en oeuvre du procédé précité.

**[0015]** D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description détaillée ci-après.

**[0016]** Aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe axiale illustrant la mise en oeuvre des étapes principales

d'un mode de réalisation du procédé selon la présente invention ;

- la figure 2 est une vue en coupe axiale d'un mode de réalisation d'un tube de coulée obtenu par la mise en oeuvre du procédé illustré à la figure 1;
- la figure 3 est une vue semblable à la figure 1 illustrant un autre mode de réalisation du procédé selon la présente invention;
- la figure 4 est une vue semblable à la figure 2 d'un tube de coulée obtenu par la mise en oeuvre du procédé illustré à la figure 3;
- la figure 5 est une vue semblable à la figure 4 d'un autre mode de réalisation du tube de coulée selon la présente invention;
- la figure 6 est une vue semblable à la figure 1 illustrant un autre mode de réalisation du procédé selon la présente invention;
- La figure 7 est une vue semblable à la figure 4 regroupant deux demi-vues illustrant chacune respectivement un autre mode de réalisation du tube de coulée selon la présente invention.

**[0017]** Le procédé illustré à la figure 1 est un procédé pour réaliser un tube de coulée 1 adapté à ne donner lieu à aucun dégagement d'hydrogène lorsque du métal en fusion est coulé à l'intérieur dudit tube.

**[0018]** Ce procédé comprend une étape de mise en place, à l'intérieur d'une virole métallique externe 3, d'une masse réfractaire durcissable et frittée constituée à partir d'une composition réfractaire frittée en poudre comprenant un liant adapté à se décomposer ou à se désagréger lorsque du métal en fusion est coulé à l'intérieur dudit tube, et une étape de chauffage de l'ensemble pour faire durcir la masse durcissable 2.

**[0019]** Un tel tube de coulée 1 est adapté à être mis en place, d'une façon classique connue qui n'a pas besoin d'être décrite en détail ici, sous le dispositif d'obturation de la busette de sortie de métal en fusion d'une poche de coulée remplie de ce métal.

**[0020]** La poche de coulée équipée de ce tube est ensuite placée au-dessus d'un répartiteur ou tundish adapté à recevoir le métal en fusion venant de la poche et à transférer ce métal à au moins une lingotière de coulée continue dudit métal.

**[0021]** Pendant la coulée du métal en fusion, la partie inférieure du tube de coulée est plongée dans le métal en fusion et est soumise à l'agression du métal en fusion et du laitier qui recouvre en général la surface supérieure dudit métal.

**[0022]** Suivant la présente invention, le procédé du type précité est caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

a) on installe sur un support, schématisé en 4, en position sensiblement verticale, la virole métallique externe 3 sensiblement cylindrique et, à l'intérieur de la virole métallique externe 3, sensiblement coaxialement à celle-ci, un tube interne 5 de forme

sensiblement cylindrique;

b) on introduit entre la surface extérieure 6 du tube interne 5 et la surface intérieure 7 de la virole métallique externe 3 une poudre constituée par une composition isolante et réfractaire frittée sensiblement sèche comprenant un liant minéral sensiblement sec durcissable à la chaleur ou autodurcissable ;

c) on chauffe l'ensemble ainsi obtenu, dans une enceinte d'un type connu quelconque, non représentée, pour faire durcir la masse durcissable 2 portée à une température suffisante pour obtenir le durcissement du liant et/ou pour éliminer toute trace d'eau.

**[0023]** Dans cet exemple, on utilise pour le tube interne 5 un tube réfractaire 5 en matière réfractaire durcie et/ou cuite au four de façon classique pour obtenir une prise céramique ou hydraulique.

**[0024]** On a illustré à la figure 1 un support 4 horizontal comportant une cale annulaire 8 permettant la mise en place de la virole métallique 3, et un plot central 9 permettant de positionner le tube réfractaire 5 dans une position prédéterminée sensiblement coaxiale par rapport à la virole métallique 3.

**[0025]** Le plot central présente en son milieu un trou central 10 adapté à recevoir l'extrémité inférieure 11 d'un axe central 12 portant des dispositifs de centrage 13, tels que des disques ou des croisillons, pour centrer l'axe 12 sensiblement dans l'axe du tube réfractaire 5.

**[0026]** Il est en général plus simple de mettre en place d'abord le tube réfractaire 5, puis la virole métallique 3.

**[0027]** L'axe 12 est plus haut que le tube 5 et la virole 3 et permet la mise en place d'un dispositif, d'un type connu quelconque, schématisé en 14, pour introduire la composition réfractaire durcissable et frittée dans l'espace libre 20 ménagé entre la virole métallique 3 et le tube réfractaire 5.

**[0028]** La composition réfractaire durcissable et frittée est amenée dans le dispositif 14 par des moyens quelconques schématisés par la flèche 15, par exemple par une goulotte 16.

**[0029]** Dans l'exemple représenté, le dispositif d'introduction 14 est un dispositif comportant une trémie annulaire permettant de distribuer en même temps la composition réfractaire sur toute la périphérie de l'espace 20 entre la virole 3 et le tube réfractaire 5.

**[0030]** Le distributeur 14 peut être remplacé par d'autres moyens équivalents quelconques, en particulier par des moyens pivotant autour de l'axe central 12.

**[0031]** Dans l'exemple représenté, le tube réfractaire 5 présente à son extrémité inférieure en contact avec le support 4 une collerette 50 en saillie radialement vers l'extérieur et sensiblement en contact avec la surface intérieure 7 de la virole 3, de façon à retenir ladite masse réfractaire 2 dans l'espace 20 entre la virole 3 et le tube 5 avant le durcissement de ladite masse.

**[0032]** On peut utiliser d'autres moyens connus quel-

conques non représentés, par exemple une collerette en tôle fixée à l'extrémité inférieure de la virole métallique 3, pour retenir la masse réfractaire 2 avant son durcissement dans l'espace 20.

**[0033]** Le tube réfractaire 5 peut être un tube monobloc, ou être réalisé à partir de plusieurs viroles sensiblement coaxiales assemblées l'une sur l'autre, par exemple au moyen d'une colle minérale à base de silicate ou de phosphate.

**[0034]** Le tube réfractaire 5 peut être réalisé en béton réfractaire, notamment en béton réfractaire auto-coulable, par exemple à base d'alumine tabulaire. On sait qu'un tel béton auto-coulable coule facilement et peut remplir parfaitement la cavité de moulage dans laquelle il est versé, ce qui permet d'obtenir après cuisson au four à une température adéquate permettant d'obtenir la prise céramique ou hydraulique des particules constituant ce béton et l'élimination de l'eau de préparation et de constitution de ce béton, un tube réfractaire de dimensions relativement précises.

**[0035]** Le tube réfractaire 5 peut être obtenu à partir d'une composition réfractaire appropriée par extrusion et frittage de cette composition pour obtenir la prise céramique.

**[0036]** Le tube réfractaire 5 a une forme sensiblement cylindrique. Ceci veut dire que la surface intérieure 18 et la surface extérieure 6 dudit tube 5 peuvent être parfaitement cylindriques ou que l'une ou l'autre ou chacune de ces deux surfaces peut être légèrement tronconique en s'évasant légèrement vers le haut ou vers le bas. De même, dans le cas où le tube réfractaire 5 est constitué de plusieurs viroles, ces viroles sont de préférence cylindriques mais pourraient également avoir leur surface intérieure et/ou leur surface extérieure légèrement tronconique.

**[0037]** Les surfaces intérieure 18 et extérieure 6 du tube réfractaire 5 sont de préférence coaxiales, mais pourraient être en cas de besoin légèrement décalées l'une par rapport à l'autre.

**[0038]** On peut réaliser un tube 5 ou des viroles ayant une épaisseur inférieure à 20 mm.

**[0039]** La virole métallique externe 3 a une forme connue quelconque. Elle est de préférence équipée de moyens pour faciliter l'accrochage de la composition durcissable 2 une fois durcie sur la surface intérieure 7 de la virole 3.

**[0040]** La virole externe 3 peut ainsi être de forme cylindrique, et présenter sur sa surface intérieure 7 des moyens, par exemple des aspérités en saillie vers l'intérieur ou vers l'extérieur, permettant l'accrochage de la composition réfractaire 2 après durcissement, et schématisés en 17 à la figure 1.

**[0041]** Après le chauffage provoquant le durcissement de la masse isolante réfractaire 2, le tube de coulée 1 est retourné de sorte que la collerette 50 en béton réfractaire ou en produit réfractaire cuit se trouve dans la partie supérieure 22 du tube de coulée 1. Cette collerette 50 constitue ainsi avantageusement une assise ré-

sistante permettant de fixer le tube de coulée 1 de façon sensiblement étanche sous une poche de coulée, non représentée, comme indiqué plus haut.

**[0042]** Dans les procédés illustrés aux figures 3 et 6, le tube interne 5a est un mandrin, agissant comme moule interne, que l'on retire après l'étape c) de chauffage ayant abouti au durcissement de la masse isolante réfractaire 2.

**[0043]** La masse isolante réfractaire 2 une fois durcie constitue un bloc monolithique à l'intérieur de la virole métallique externe 3.

**[0044]** Ce bloc monolithique est capable de résister par lui-même, au moins pendant un temps prédéterminé, aux conditions créées par la coulée de métal en fusion dans le canal central 29 ménagé dans l'axe de la masse isolante réfractaire 2 après extraction du tube interne 5a.

**[0045]** Le tube interne 5a peut-être réalisé en un matériau quelconque capable de supporter la température nécessaire pour le durcissement de la masse isolante réfractaire 2, ainsi que les efforts mécaniques générés lors de l'introduction de la poudre dans l'espace 20 compris entre le tube interne 5a et la virole métallique externe 3.

**[0046]** Le tube interne 5a destiné à être retiré après le durcissement de la masse isolante réfractaire 2 peut ainsi être constitué par un tube métallique, un tube ou un noyau en carton ou même en matière plastique capable de résister à la température d'environ 180°C, ce noyau pouvant être plein.

**[0047]** Dans le procédé illustré à la figure 3, on utilise une virole métallique externe 3 de forme légèrement tronconique s'évasant vers le haut du tube.

**[0048]** Dans ce procédé, la virole 3 est retournée pour que sa partie supérieure évasée 32 repose sur le support 4, autour d'un insert 30 en béton ou analogue enfilé sur le tube interne 5a.

**[0049]** L'insert 30 est conformé de manière à s'adapter à la forme de la surface inférieure du dispositif d'obturation sur lequel doit être monté le tube de coulée 1 après sa fabrication.

**[0050]** On réalise le tube de coulée 1 comme indiqué ci-dessus.

**[0051]** Après introduction et durcissement de la masse isolante réfractaire 2, on retire le tube interne 5a et on retourne le tube de coulée 1 qui présente ainsi à son extrémité supérieure évasée 22 l'insert 30 décrit ci-dessus.

**[0052]** Bien entendu, on pourrait retourner le tube avant chauffage à condition d'obturer d'une manière quelconque l'extrémité inférieure rétrécie 21 du tube de coulée 1.

**[0053]** Dans le procédé illustré à la figure 6, le tube interne 5a est constitué par un mandrin qui est d'une seule pièce avec le support 4.

**[0054]** Dans l'exemple représenté, la virole métallique 3 est placée sur le support 4 avec son extrémité évasée vers le haut.

**[0055]** Ceci permet après durcissement de la masse isolante réfractaire 2, de saisir le tube de coulée 1 terminé par les oreilles 19 et de l'extraire verticalement vers le haut, dans le sens de la flèche 31, pour le séparer de l'ensemble formé par le noyau 5a et le support 4.

**[0056]** La forme légèrement tronconique s'évasant vers le haut représentée par exemple aux figures 4, 5 et 6 présente notamment les avantages suivants :

**[0057]** Lorsque le tube de coulée 1 est, de façon classique connue, soutenu par des moyens, par exemple des oreilles, schématisées en 19 à la figure 2, en saillie vers l'extérieur par rapport à ladite virole 3, la composition réfractaire 2 durcie se trouve retenue dans sa position axiale par les aspérités 17 et/ou la forme de la surface intérieure 7 de la virole 3.

**[0058]** Ainsi, et de façon classique, l'enveloppe métallique extérieure 3 permet une manutention aisée du tube de coulée 1 et assure l'étanchéité à l'air de ce tube 1 pour éviter tout contact entre le métal en fusion coulé à l'intérieur du tube, et l'oxygène de l'air.

**[0059]** De façon générale, la masse isolante réfractaire 2 comprend des particules de l'un au moins des matériaux suivants utilisés de manière classique comme matériaux réfractaires : silice, zircon, carbure de silicium, alumine, matériaux silico-alumineux, chamotte, bauxite, mullite, magnésie, dolomie calcinée, chromite, chrome magnésie, olivine, forstérite, ou analogue.

**[0060]** La granulométrie de ces particules est comprise en général dans la plage de 0 à 3 mm, avantageusement dans la plage de 0 à 1 mm, et est prédéterminée de façon à obtenir, après durcissement du liant minéral, une porosité interne prédéterminée, par exemple comprise entre 40% et 50%, de manière à conférer à la masse réfractaire 2 des propriétés d'isolant thermique.

**[0061]** De ce fait, le tube ne rougit pas pendant la coulée de métal en fusion.

**[0062]** La composition réfractaire frittée est par exemple à base de magnésie calcinée dite aussi cuite à mort. Sa granulométrie est choisie de façon à obtenir un écoulement très fluide de cette composition lors de son introduction à l'intérieur de l'espace 20 du tube 1. Cette poudre est par exemple formée de grains de dimension principale inférieure à 1 mm, bien que des grains plus gros soient admissibles en fonction de l'épaisseur de l'espace 20.

**[0063]** D'une manière générale, le liant minéral comprenant de l'eau liée chimiquement ou physiquement est un sel cristallisé hydraté choisi parmi les silicates, carbonates, sulfates, nitrates, aluminates, borates et phosphates hydratés ou analogue.

**[0064]** Le liant minéral peut également être un liant acide et comprendre par exemple un sel hydraté et jusqu'à 50% en poids d'un acide organique tel que l'acide oxalique ou l'acide citrique.

**[0065]** On sait qu'un tel acide se décompose vers 180°C en dégageant de l'eau et du gaz carbonique. L'eau fait alors fondre le liant qui se répand dans la masse réfractaire, se déshydrate et fait sa prise, se solidifie.

**[0066]** Le liant minéral sensiblement sec durcissable à la chaleur est par exemple un métasilicate de sodium hydraté en poudre, utilisé par exemple dans une proportion comprise entre 0,1 et 10%, avantageusement entre 2 et 7% du poids total de la composition. On sait qu'un tel liant fond vers 80°C en laissant s'échapper son eau de cristallisation et en durcissant.

**[0067]** D'une manière générale, on peut utiliser tout liant minéral connu durcissable à la chaleur et/ou auto-durcissable.

**[0068]** On obtient un durcissement de la masse en chauffant le tube de coulée 1 entier dans toute sa masse à une température de l'ordre de 180°C, par exemple dans une étuve, pendant 1 heure ou 2 heures ou plus, ou par exemple par un rayonnement de micro-ondes.

**[0069]** On peut également ajouter à la composition, notamment pour compenser le rôle de fondant tenu par le liant, d'autres constituants connus tels que aluminium, magnésium ou ferro-silicium, à la teneur comprise entre 0,1 et 5%. On sait qu'un tel constituant a notamment pour effet de propager dans la masse isolante réfractaire 2 la réaction de fusion du liant minéral hydraté dans son eau de cristallisation, et donc de prise dudit liant, à partir d'un point d'amorçage unique. Un tel constituant augmente les propriétés réfractaires de la masse 2.

**[0070]** On peut ainsi utiliser par exemple une poudre ayant la composition suivante :

- poudre d'aluminium (de 0 à 0,15 mm) 3,5%
- MgO calcinée (de 0 à 1 mm) 91 %
- Metasilicate de soude 5,5%

**[0071]** On peut également rajouter au moins dans la partie inférieure 21 du tube de coulée 1 des corps connus pour rendre la composition plus résistante à l'agression par le laitier, par exemple de la poudre de carbone ou de l'oxyde de chrome.

**[0072]** La poudre ainsi introduite à l'intérieur du tube de coulée 1 a, par exemple, une masse volumique avant durcissement comprise avantageusement entre 1,5 et 2,2 g/cm<sup>3</sup>, par exemple de l'ordre de 1,6 à 1,8 g/cm<sup>3</sup>, ce qui lui donne une certaine porosité et donc un pouvoir isolant réfractaire.

**[0073]** La poudre utilisée est avantageusement légèrement humidifiée, avec environ 1 à 2% d'eau, pour faciliter son écoulement et faciliter la prise du liant minéral en poudre.

**[0074]** Ainsi, la magnésie MgO calcinée, qui garde encore une certaine hydraulicité ou avidité envers l'eau, est capable de se combiner avec un peu d'eau en générant un durcissement, tout spécialement en présence de micro-silice.

**[0075]** On peut ainsi, par exemple, utiliser une poudre ayant une composition du type :

- magnésie calcinée 94% environ
- micro-silice 5% environ

- lignosulfonate de 0,1 à 0,4% environ
- acide citrique de 0,001 à 0,06% environ

avec 1 à 2% environ de H<sub>2</sub>O.

**[0076]** Une telle composition est auto-durcissable dès que l'on ajoute un peu d'eau.

**[0077]** On peut bien entendu faire vibrer le support 4 et/ou la virole externe 3 pendant l'introduction de la masse réfractaire 2, de manière à diminuer la porosité et à augmenter la masse volumique de la masse réfractaire 2 une fois en place. On peut utiliser à cet effet un vibreur d'un type connu quelconque schématisé en 26 aux figures 1,3 et 6. On peut également déplacer le vibreur le long de la virole métallique externe 3, et/ou faire varier l'énergie de vibration dispensée par le vibreur, et/ou faire fonctionner le vibreur pendant une partie seulement de la période d'introduction de la masse réfractaire 2.

**[0078]** On peut également modifier axialement, de façon continue ou discontinue, la granulométrie et/ou la composition chimique entre la poudre adaptée à remplir la partie inférieure 21 du tube de coulée 1, d'une part, et celle destinée à remplir la partie supérieure 22 dudit tube de coulée 1, pour modifier l'une ou l'autre des caractéristiques de la masse 2 après son durcissement.

**[0079]** On peut ainsi diminuer la dimension moyenne des particules adaptées à remplir la partie inférieure 21, pour augmenter la compacité et la densité de la masse 2 contenue dans la partie inférieure 21 du tube de coulée 1, et/ou augmenter le pourcentage de poudre d'aluminium pour augmenter la résistance de la partie inférieure 21 du tube de coulée 1 à l'agression par le métal en fusion.

**[0080]** On peut au contraire augmenter la proportion de fondant dans la poudre constituant la masse 2 contenue dans la partie supérieure 22 du tube 1 pour faciliter le frittage de cette poudre qui n'est pas en contact avec le métal en fusion et est donc portée à une température inférieure à celle de la partie inférieure 21 du tube.

**[0081]** L'enveloppe métallique 3 peut porter également sur sa surface extérieure, de façon connue, des moyens, par exemple des plots schématisés en 24, permettant la fixation du tube de coulée 1, par exemple par vissage si ces plots sont disposés en hélice, sous la poche de coulée. Elle peut porter également un piquage tel que 25 permettant d'insuffler dans le canal central 29 à travers la masse poreuse 2 un gaz inerte sous pression, par exemple de l'argon, pour empêcher l'aspiration d'air par le jet de métal en fusion (voir figure 2), et empêcher ainsi tout contact entre le métal en fusion et l'oxygène de l'air.

**[0082]** La partie inférieure 21 du tube de coulée 1, adaptée à être plongée dans le métal en fusion est, dans l'exemple de la figure 2, recouverte extérieurement par un manchon de protection 23 d'un type connu quelconque, réalisé par exemple en alumine graphitée ou en une composition frittée à base de poudre de magnésie, de fibres de papier et d'un liant. Le liant utilisé peut être un liant organique, par exemple un liant phénolique,

dans la mesure où le dégagement d'hydrogène provoqué par la décomposition du liant au contact avec le métal et/ou le laitier en fusion se produit à l'extérieur du tube de coulée 1 et présente un risque très faible d'être capté par le métal en fusion.

**[0083]** Le mode de réalisation de la figure 5 a été réalisé par mise en oeuvre du procédé illustré à la figure 3, avec l'extrémité évasée 32 de la virole externe 3 reposant sur le support 4, pour obtenir une assise 33 résistante capable de remplacer l'insert 30.

**[0084]** Au niveau de l'extrémité rétrécie 34 de la virole externe 3, on a réalisé deux couches annulaires concentriques dont les compositions sont compatibles entre elles, comprenant une couche intérieure 35 formée par exemple avec la masse isolante réfractaire 2 constituant la plus grande partie du tube de coulée 1, et une couche extérieure 36 ayant une composition et une granulométrie choisies de façon classique pour résister particulièrement à l'érosion par le laitier.

**[0085]** Dans ce même mode de réalisation, le tube interne 5b est formé par une tôle très mince, d'une épaisseur d'environ 0,1 ou 0,2 mm, qui est laissée à l'intérieur du tube 1. On peut bien entendu utiliser une telle tôle très mince consommable dans le procédé illustré aux figures 3 ou 6 dans lequel on retire le tube ou mandrin interne 5a après durcissement de la masse 2, comme dans le procédé illustré à la figure 1.

**[0086]** Dans les modes de réalisation représentés à la figure 7, on fait varier radialement la composition et/ou la granulométrie de la poudre constituant la masse isolante réfractaire 2 entre la couche annulaire intérieure 38,40, adaptée à faire face au jet de métal en fusion à l'intérieur du canal central 29, et la couche annulaire extérieure 37, 39, en contact avec la virole métallique externe 3.

**[0087]** Cette variation est de préférence discontinue dans la mesure où il est en principe nécessaire de séparer l'une de l'autre les différentes couches annulaires pendant l'introduction de la poudre dans l'espace 20, par une virole qui peut être une virole amovible retirée après introduction de la poudre, ou une mince virole 41 consommable, par exemple en tôle très mince, qui reste en place dans le tube de coulée 1.

**[0088]** Dans le mode de réalisation de la demi-vue de gauche, on a représenté une couche annulaire extérieure 37 relativement isolante et un peu friable, peu onéreuse, et une couche annulaire intérieure 38 plus réfractaire et plus dense que la couche 37.

**[0089]** Dans le mode de réalisation de la demi-vue de droite, on a représenté une couche annulaire extérieure 39 plus dense, plus réfractaire, plus résistante, que la couche annulaire intérieure 40 moins dense et plus friable que la couche 39.

**[0090]** Ceci peut permettre, après une coulée, d'éliminer facilement ce qui reste de la couche 40 initiale et de réparer le tube de coulée 1 en reconstituant simplement cette couche 40 par l'un des procédés décrits ci-dessus.

[0091] Un tel tube peut être réalisé par le procédé suivant : à l'étape c), on procède à un chauffage suffisant pour obtenir au moins le début du durcissement de la masse réfractaire 37,39, puis on procède aux étapes suivantes :

- d) le cas échéant, on retire le tube interne 5,5a,5b ;
- e) on introduit dans l'axe du tube 1 un second tube interne 5c de diamètre inférieur ;
- f) on introduit entre le second tube interne 5c et la masse réfractaire 37,39 précédemment déposée une seconde poudre constituée par une composition réfractaire frittée sensiblement sèche comprenant un liant minéral sensiblement sec durcissable à la chaleur ou auto-durcissable ;
- g) on chauffe l'ensemble pour faire durcir les deux masses durcissables 37,39 ; 38,40 et/ou pour éliminer toute trace d'eau.

[0092] On a ainsi décrit un tube de coulée en une ou plusieurs couches annulaires concentriques, de structure simple, de fabrication facile et rapide, n'utilisant que des matières peu onéreuses qu'il est facile d'utiliser, et éliminant tout risque de dégagement d'hydrogène lorsque du métal en fusion est coulé à l'intérieur du tube.

[0093] Un tel tube peut supporter la coulée du métal en fusion contenu dans plusieurs poches de coulée successives, peut être de nouveau utilisé après refroidissement, et ne donne pas lieu au phénomène d'engraissement des parois du canal central 29 par adhérence de métal et/ou de laitier solidifié.

[0094] Un tel tube de coulée de prix très compétitif, peut facilement être adapté aux dimensions particulières des installations de chaque utilisateur.

[0095] En particulier, on peut prévoir à la partie supérieure du tube 1 toute conformation, en particulier une collerette supérieure sur le tube réfractaire 5, ou une assise résistante 33, ou un insert 30, permettant une fixation sensiblement étanche sous le dispositif d'obturation d'une poche de coulée.

[0096] Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation que l'on vient de décrire, et l'on peut apporter à ceux-ci de nombreux changements et modifications sans sortir du domaine de l'invention.

[0097] On peut ainsi équiper ou non chaque tube de coulée 1 d'aspérités 17, et/ou d'oreilles 19, et/ou de plots 24, et/ou d'un piquage 25, et/ou d'un manchon de protection 23, et/ou d'un insert 30, et/ou d'une assise résistante 33.

[0098] On peut également, d'une manière générale, combiner d'une manière quelconque les caractéristiques accessoires décrites ci-dessus en combinaison avec la caractéristique essentielle consistant en un tube en matière réfractaire frittée durcie au moyen d'un liant minéral, tel que décrit ci-dessus, entouré d'une virole extérieure métallique permettant sa fabrication et sa manutention.

## Revendications

1. Procédé pour réaliser un tube de coulée (1) adapté à ne donner lieu à aucun dégagement d'hydrogène lorsque du métal en fusion est coulé à l'intérieur du dit tube (1), ce procédé comprenant une étape de mise en place, à l'intérieur d'une virole métallique externe (3), d'une masse réfractaire durcissable et frittée (2 ; 37,39), constituée à partir d'une composition réfractaire frittée en poudre comprenant un liant adapté à se décomposer ou à se désagréger lorsque du métal en fusion est coulé à l'intérieur du tube (1), et une étape de chauffage de l'ensemble pour faire durcir la masse durcissable, **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes suivantes :

a) on installe sur un support (4), en position sensiblement verticale, une virole métallique externe (3) sensiblement cylindrique et, à l'intérieur de la virole métallique externe (3), sensiblement coaxialement à celle-ci, un tube interne (5,5a,5b) de forme sensiblement cylindrique ;

b) on introduit entre la surface extérieure (6) du tube interne (5,5a,5b) et la surface intérieure (7) de la virole métallique externe (3) une poudre constituée par une composition réfractaire frittée sensiblement sèche comprenant un liant minéral sensiblement sec durcissable à la chaleur ou auto-durcissable ;

c) on chauffe l'ensemble pour faire durcir la masse durcissable (2 ; 37,39) ainsi obtenue, et/ou pour éliminer toute trace d'eau.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on utilise pour le tube interne (5) un tube (5) en matière réfractaire durcie par prise hydraulique ou céramique, notamment un tube réfractaire (5) en béton réfractaire auto-coulable, par exemple à base d'alumine tabulaire, le tube réfractaire (5) pouvant être monobloc ou réalisé à partir de plusieurs viroles coaxiales assemblées l'une sur l'autre, et faisant partie intégrante du tube de coulée.

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on retire le tube interne (5a) après l'étape c) de chauffage.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, lors de l'étape a), on dispose sur le support (4) la virole métallique externe (3) et le tube interne (5) en position renversée de façon telle que, lors de l'étape b), on introduit la poudre (2) par le haut par l'extrémité adaptée à constituer la partie inférieure (21) du tube de coulée (1).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on introduit dans l'espace (20) entre le tube interne (5) et la virole métallique (3) une poudre dont la composition et la granulométrie varient axialement, entre la partie inférieure (21) du tube de coulée (1), adaptée à être plongée dans le métal en fusion, et la partie supérieure (22) du tube de coulée (1). 5
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on utilise une poudre à base de l'un au moins des matériaux suivants : silice, zircon, carbure de silicium, alumine, matériaux silico-alumineux, chamotte, mullite, bauxite, magnésie, dolomie calcinée, chromite, chrome magnésie, olivine, forstérite. 10 15
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on utilise pour la poudre un liant minéral durcissable à chaud du type métasilicate de sodium hydraté. 20
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on vibre le tube de coulée (1) pendant l'introduction de la poudre et avant le durcissement. 25
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, à l'étape c), on procède à un chauffage suffisant pour obtenir au moins le début du durcissement de la masse réfractaire (37,39), puis on procède aux étapes suivantes : 30
- d) le cas échéant, on retire le tube interne (5,5a, 5b) ; 35
  - e) on introduit dans l'axe du tube (1) un second tube interne (5c) de diamètre inférieur ;
  - f) on introduit entre le second tube interne (5c) et la masse réfractaire (37,39) précédemment déposée une seconde poudre constituée par une composition réfractaire frittée sensiblement sèche comprenant un liant minéral sensiblement sec durcissable à la chaleur ou auto-durcissable ; 40 45
  - g) on chauffe l'ensemble pour faire durcir les deux masses durcissables (37,39 ;38,40) et/ou pour éliminer toute trace d'eau.
10. Tube de coulée, **caractérisé en ce qu'il** est réalisé par la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes. 50
11. Tube de coulée selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'il** comporte, sur sa face extérieure, des moyens en saillie (19) pour sa manutention, et/ou des moyens en saillie (24) pour sa fixation sous une poche, et/ou un piquage (25) pour injection d'un gaz inerte sous pression. 55
12. Tube de coulée selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce qu'il** comporte à sa partie inférieure un manchon de protection (23) recouvrant la partie inférieure de la virole métallique externe (3).



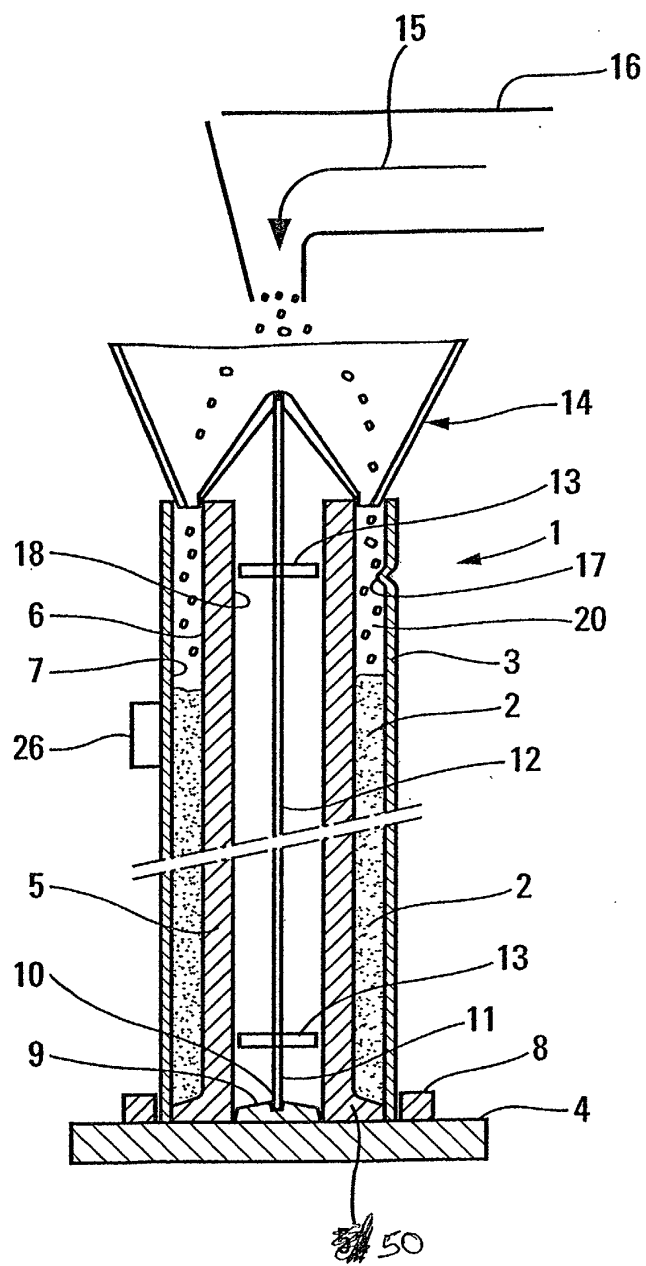


Fig. 1

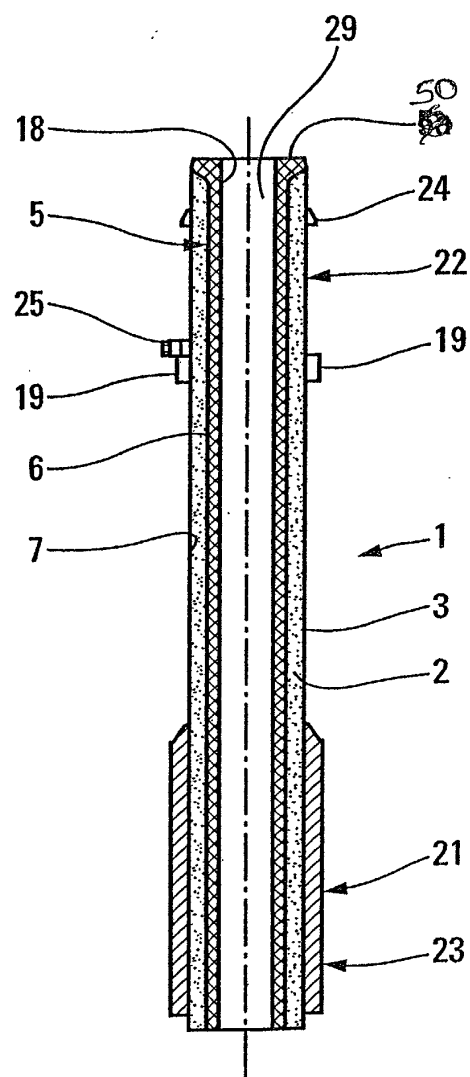
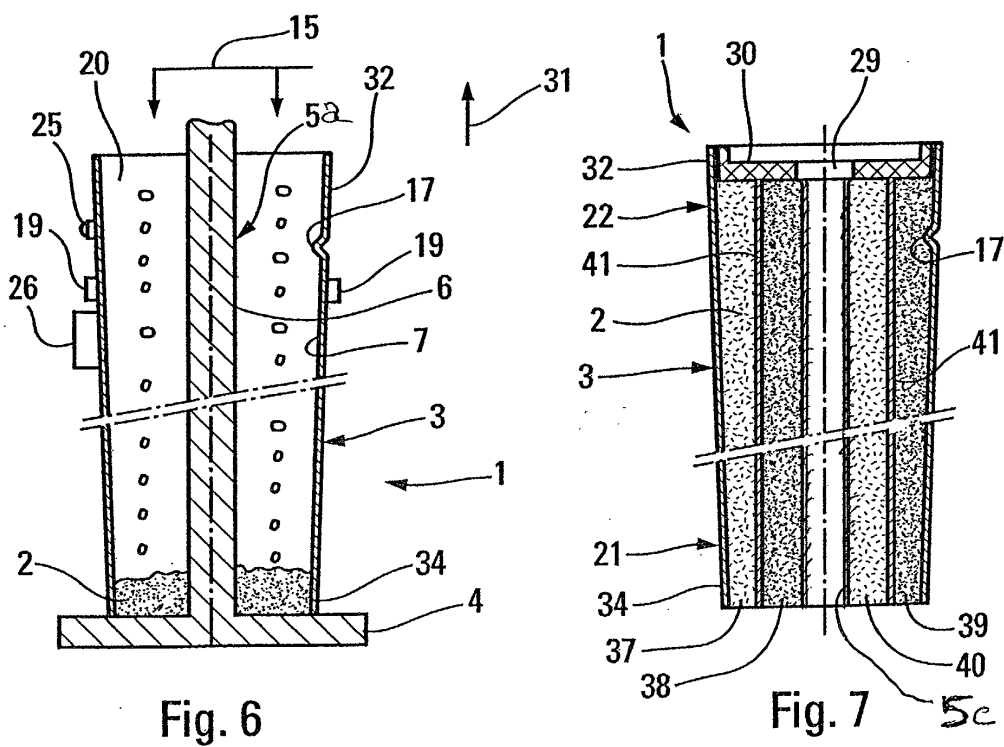
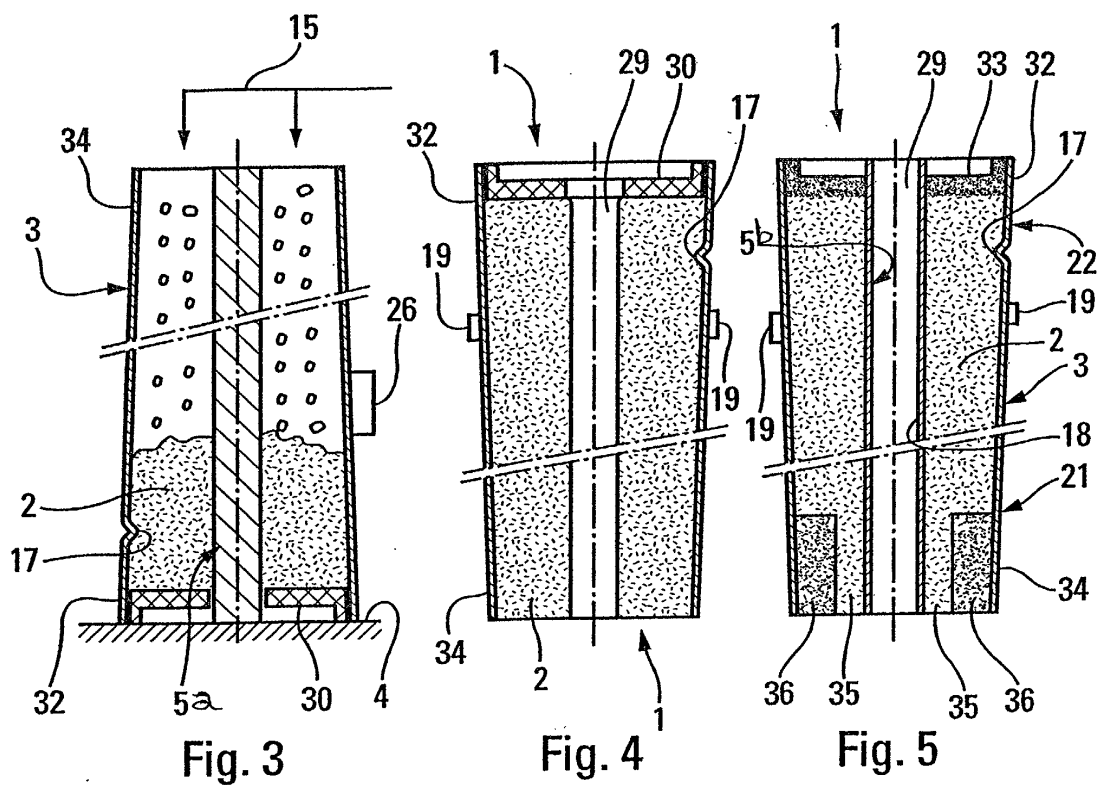


Fig. 2





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 02 29 2501

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.7)
X	US 4 323 529 A (ROBERTS MICHAEL A ET AL) 6 avril 1982 (1982-04-06) * colonne 3, ligne 34 - colonne 5, ligne 54; figure 2 *	1,2,5-8, 10,11	B22D41/52 B22D41/50
Y		12	
Y	EP 0 178 053 A (FOSECO TRADING AG) 16 avril 1986 (1986-04-16) * abrégé; figures 1,2 *	12	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 372 (M-648), 4 décembre 1987 (1987-12-04) & JP 62 144868 A (KUROSAKI REFRACT CO LTD; OTHERS: 01), 29 juin 1987 (1987-06-29) * abrégé *	1	
A	GB 2 006 411 A (GEN REFRACTORIES CO) 2 mai 1979 (1979-05-02) * page 3, ligne 9 - page 4, ligne 10; figures 1-3 *	1,6	
A	GB 2 045 676 A (SANAC SPA) 5 novembre 1980 (1980-11-05) * revendications 1-8; figures 1,2 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) B22D
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 449 (M-1660), 22 août 1994 (1994-08-22) & JP 06 142899 A (SHINAGAWA REFRACT CO LTD), 24 mai 1994 (1994-05-24) * abrégé *	1	
A	US 4 248 815 A (BLACKBURN JAMES B ET AL) 3 février 1981 (1981-02-03) * colonne 3, ligne 7 - colonne 5, ligne 3; figure 3 *	1,8,10	
		-/-	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 25 février 2003	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			

EPC FORM 1503 03 82 (P04022)



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 02 29 2501

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.C1.7)
A	EP 0 198 237 A (STEIN REFRACTORIES) 22 octobre 1986 (1986-10-22) * colonne 2, ligne 47 - colonne 3, ligne 33; revendication 10; figure 2 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.C1.7)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 25 février 2003	Examineur Mailliard, A
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>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 &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03/92 (P04/02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 02 29 2501

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

25-02-2003

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4323529 A	06-04-1982	GB 2065278 A	24-06-1981
		AR 224044 A1	15-10-1981
		AT 382541 B	10-03-1987
		AT 605680 A	15-08-1986
		AU 538459 B2	16-08-1984
		AU 6534980 A	02-07-1981
		BE 886621 A1	12-06-1981
		BR 8008182 A	30-06-1981
		CA 1141159 A1	15-02-1983
		CH 644340 A5	31-07-1984
		CS 249507 B2	12-03-1987
		DD 155145 A5	19-05-1982
		DE 3046567 A1	27-08-1981
		DK 532680 A	15-06-1981
		ES 8205607 A1	01-11-1982
		ES 8301132 A1	16-02-1983
		FI 803907 A ,B,	15-06-1981
		FR 2471956 A1	26-06-1981
		GR 72508 A1	16-11-1983
		HU 185397 B	28-01-1985
		IN 155012 A1	22-12-1984
		IT 1141637 B	01-10-1986
		JP 56128665 A	08-10-1981
		LU 82995 A1	07-07-1982
		MX 155471 A	17-03-1988
		NL 8006790 A ,B,	16-07-1981
		NO 803772 A ,B,	15-06-1981
		NZ 195600 A	27-04-1984
		PH 17526 A	13-09-1984
		PH 22488 A	12-09-1988
		PL 228494 A1	18-09-1981
		PT 72199 A ,B	01-01-1981
		RO 84531 A1	21-06-1984
		SE 441573 B	21-10-1985
		SE 8008724 A	15-06-1981
		SU 1450728 A3	07-01-1989
		TR 21616 A	14-12-1984
		US 4386765 A	07-06-1983
		YU 272582 A1	31-12-1985
		YU 314880 A1	28-02-1983
		ZA 8007332 A	25-11-1981
EP 0178053 A	16-04-1986	AT 31493 T	15-01-1988
		DE 3561230 D1	04-02-1988
		EP 0178053 A1	16-04-1986
		IN 163869 A1	03-12-1988

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 02 29 2501

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

25-02-2003

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 62144868	A	29-06-1987	JP 1493904 C	20-04-1989
			JP 63043191 B	29-08-1988
GB 2006411	A	02-05-1979	AR 219952 A1	30-09-1980
			AT 743878 A	15-06-1987
			BE 871321 A1	15-02-1979
			BR 7806822 A	08-05-1979
			CA 1128307 A1	27-07-1982
			DE 2844951 A1	19-04-1979
			ES 474096 A1	01-01-1980
			FR 2406138 A1	11-05-1979
			IT 1099954 B	28-09-1985
			JP 54065714 A	26-05-1979
			MX 150597 A	06-06-1984
			SE 435244 B	17-09-1984
			SE 7810782 A	18-04-1979
			US 4383624 A	17-05-1983
			US 4554035 A	19-11-1985
			ZA 7805505 A	31-10-1979
GB 2045676	A	05-11-1980	IT 1124030 B	07-05-1986
			AU 5644880 A	02-10-1980
			DE 3011268 A1	09-10-1980
			ES 8101976 A1	01-04-1981
			FR 2452343 A1	24-10-1980
			ZA 8001309 A	25-03-1981
JP 06142899	A	24-05-1994	JP 2721775 B2	04-03-1998
US 4248815	A	03-02-1981	FR 2419785 A1	12-10-1979
			AR 217898 A1	30-04-1980
			AU 530572 B2	21-07-1983
			AU 4505579 A	20-09-1979
			BR 7901420 A	09-10-1979
			CA 1119391 A1	09-03-1982
			DE 2843109 A1	20-09-1979
			ES 470311 A1	16-02-1979
			GB 2015919 A , B	19-09-1979
			IT 1202839 B	09-02-1989
			JP 54120625 A	19-09-1979
			MX 149692 A	13-12-1983
EP 0198237	A	22-10-1986	EP 0198237 A1	22-10-1986

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82