



**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(1) Numéro de dépôt: 85100311.1

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>: **B 22 C 9/04, B 22 D 18/04**

(2) Date de dépôt: 14.01.85

(15) Priorité: 15.02.84 FR 8402907

(71) Demandeur: **PONT-A-MOUSSON S.A., 91, Avenue de la Libération, F-54017 Nancy (FR)**

(13) Date de publication de la demande: 28.08.85  
Bulletin 85/35

(72) Inventeur: **Denis, Jean-Pierre, 04, place de Luxembourg, F-54000 Nancy (FR)**

(54) Etats contractants désignés: **BE CH DE GB IT LI LU NL SE**

(74) Mandataire: **Pult, Thierry et al, c/o Centre de Recherches de Pont-à-Mousson B.P. 28, F-54703 Pont-à-Mousson Cedex (FR)**

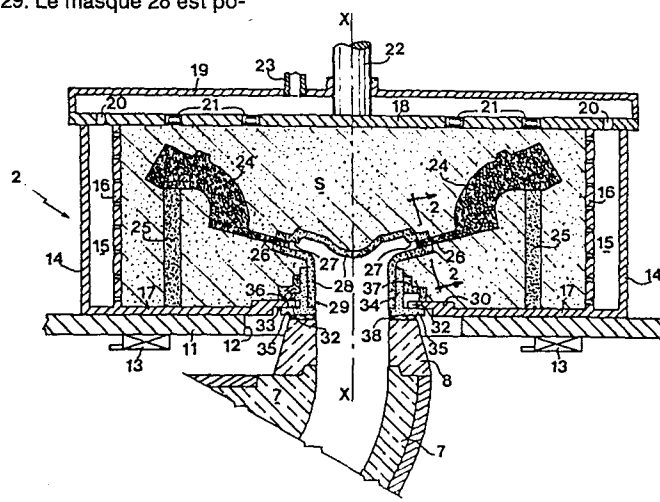
(54) **Procédé de moulage en fonderie et moule la coulée de fabrication sous basse pression, avec modèle gazéifiable et moule en sable sans liant.**

(57) Moulage de précision en fonderie avec moule en sable sans liant et modèle perdu gazéifiable et alimentation ascendante en métal liquide sous basse pression, avec application d'une dépression sur le moule.

Le moule 2 comporte une paire de modèles 24 en polystyrène expansé raccordés à un masque de fonderie 28 donnant la forme de l'embouchure de coulée 29. Le masque 28 est po-

sitionné et centré dans le moule par un manchon 34 de centrage et de verrouillage sur le fond 17 du châssis de moule 14. Une extrémité 26 de chaque modèle 24 s'emboîte dans une ouverture 27 du masque 28.

Application à la coulée de la fonte, de l'acier allié ou non et des superalliages.



Procédé de moulage en fonderie et moule pour la coulée de précision sous basse pression, avec modèle gazéifiable et moule en sable sans liant.

La présente invention est relative à la fabrication en fonderie de pièces moulées en fonte et autres alliages métalliques, ferreux ou non, légers ou non, en utilisant le procédé de moulage sous basse pression.

5 Par le brevet US 2 830 343, on connaît un procédé de moulage de précision en fonderie utilisant un modèle perdu en polystyrène expansé et du sable de moulage autour de ce modèle, c'est-à-dire un mélange durcissable de sable et de liant. Dans ce procédé, le moule est alimenté en métal liquide par gravité.

10 Par le brevet FR-A- 2 163 455, on connaît un procédé de moulage de précision en fonderie utilisant un modèle gazéifiable en polystyrène expansé et un moule en sable sans liant, rendu compact par dépression ou pression négative ou pression sous-atmosphérique. Un tel procédé est décrit avec alimentation du moule par gravité. Le modèle  
15 gazéifiable n'est pas positionné ni fixé rigidement par rapport au caisson contenant le moule. Ce procédé de coulée à alimentation gravitaire nécessite une alimentation en métal liquide avec un débit constant, ni trop élevé (risque de dégagement gazeux du polystyrène qui crée des inclusions gazeuses dans la pièce moulée), ni trop faible  
20 (risque d'évaporation prématurée et incontrôlée du polystyrène expansé et d'inclusions de sable). Ce procédé nécessite donc l'emploi d'un bassin de coulée ou cône d'alimentation relativement important pour mieux contrôler et régulariser le débit d'alimentation en métal liquide et par conséquent présente un rendement faible en métal coulé,  
25 ce rendement s'évaluant par le rapport entre la masse de métal utile, constituant la pièce moulée proprement dite et la masse totale du métal coulé comprenant :

- la pièce moulée
- ses appendices de coulée
- 30 - et le métal solidifié dans le bassin de coulée.

En raison de sa fragilité, le modèle gazéifiable est revêtu d'une carapace de résine thermodurcissable.

On connaît par ailleurs le brevet FR-A-2 455 491 suivant lequel un moule de fonderie est constitué pas un masque de fonderie (ou  
35 carapace) et un noyau, bien centré et immobilisé au milieu d'une masse de particules métalliques sans liant, rigidifiées par un champ magnétique, et alimenté de bas en haut, sous basse pression.

Un tel procédé est avantageux par l'emploi de la basse pression qui, notamment, d'une part permet de contrôler le débit de métal liquide pendant toute la durée du remplissage de la cavité de moulage et qui, d'autre part, améliore considérablement le rendement en métal du fait que les chenaux de coulée sont très courts et que l'excédent de métal liquide après solidification de la pièce moulée est récupéré dans une poche, par chute brutale de la pression exercée sur le métal liquide contenu dans la poche. Un tel procédé est également avantageux parce qu'il permet une évacuation contrôlée des gaz et parce qu'il peut être combiné avec une aspiration contrôlée des gaz et par conséquent évite les inclusions gazeuses, et parce qu'il permet d'alimenter ou nourrir une cavité de moulage en métal liquide chaud, sous pression, créant ainsi un effet de masselottage dynamique, sans réduire le rendement en métal coulé puisque le métal resté liquide hors de la cavité de moulage retombe dans la poche.

Quant au modèle perdu gazéifiable on sait qu'il peut être creux et mince, puisqu'il a la forme exacte de la pièce moulée à obtenir, et qu'il permet une plus grande précision de moulage que tout autre procédé traditionnel de moulage.

Cependant, en raison de leur fragilité, les modèles gazéifiables ou modèles perdus n'ont jamais été utilisés en fonderie, à la connaissance de la Demanderesse, dans le procédé de moulage sous basse pression.

La Demanderesse s'est posé le problème de bénéficier à la fois des avantages du modèle perdu gazéifiable, du sable sans liant, et du procédé de moulage sous basse pression, sans avoir les risques d'inclusion gazeuse, et d'entraînement de sable dans le conduit de coulée ascendante, lors du remplissage du moule en sable sans liant et lors de la coulée sous basse pression.

Ce problème est résolu par le procédé de moulage de l'invention, pour l'obtention de pièces en fonte et autres alliages métalliques ferreux ou non, légers ou non, et superalliages, dans lequel on utilise un moule en sable sans liant, vibré, tassé, enrobant un modèle perdu gazéifiable, le moule étant rigidifié sous dépression, caractérisé en ce que l'on positionne au moins un modèle en polystyrène expansé en l'assemblant avec un conduit donnant la forme de l'embouchure de coulée du moule, à la partie inférieure du moule,

conduit que l'on fixe et que l'on verrouille à la partie inférieure du moule en vue d'une alimentation en métal liquide ascendante et sous basse pression.

Ce problème est résolu également par le moule de l'invention,  
5 pour la mise en oeuvre du procédé ci-dessus, ce moule, du type comportant deux modèles perdus gazéifiables en polystyrène expansé, enrobés d'une masse de sable sans liant, rigidifiée par tassement et mise sous dépression, contenue dans un châssis métallique à chambre de dépression périphérique et à moyens d'obturation et d'aspiration,  
10 caractérisé en ce qu'il comporte pour le positionnement desdits modèles à l'intérieur du moule un manchon de centrage et de verrouillage assemblé directement ou indirectement avec chaque modèle en polystyrène expansé, constituant au moins par sa partie inférieure l'embouchure de coulée du moule, et comportant des moyens de  
15 verrouillage sur le fond du châssis du moule, ledit manchon étant en un mélange durci de sable et de liant, et les modèles étant pourvus d'appendices de coulée en polystyrène expansé servant au raccordement direct ou indirect avec ledit manchon.

Grâce à cet agencement, les modèles sont parfaitement positionnés  
20 et immobilisés pendant le remplissage du moule en sable sans liant et restent immobilisés pendant la coulée.

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront au cours de la description qui va suivre .

Au dessin annexé, donné seulement à titre d'exemple.

25 La Fig. 1 est une vue schématique en coupe d'un moule de fonderie suivant l'invention, en position de coulée,

La Fig. 2 est une vue en coupe d'un détail du moule suivant la ligne 2-2 de la Fig. 1,

La Fig. 3 est une vue analogue à la Fig. 1 du moule en cours de  
30 réalisation, pendant l'opération de remplissage en sable sec, sans liant,

La Fig. 4 est une vue partielle en plan suivant la ligne 4-4 de la Fig. 3 d'un détail du moule,

La Fig. 5 est une vue schématique à plus petite échelle d'une  
35 installation de fonderie pour l'alimentation en métal liquide sous basse pression d'un moule suivant l'invention,

La Fig. 6 est une vue partielle de détails d'une variante de moule suivant l'invention

Suivant l'exemple d'exécution des Fig. 1, 2 et 5, une installation de coulée sous basse pression dans laquelle on utilise un moule de fonderie suivant l'invention, comporte essentiellement un four de fusion 1 (ou bien une poche de coulée sous basse pression) et un moule de fonderie 2, formant avec le four de fusion 1 un ensemble de coulée en vase clos.

Le four de fusion est par exemple de type électrique, basculant au moyen d'un berceau 3 arqué porté par des galets 4 dont l'un est moteur et entraîné en rotation par un groupe moto réducteur 5. Le four électrique 1, par exemple de type réverbère, est chauffé par le rayonnement d'un barreau de graphite horizontal 6. La voûte du four 1 provoque une réverbération de la chaleur rayonnée sur le bain métallique, par exemple une fonte liquide F. Le four 1 comporte une goulotte ou un chenal de coulée 7, de section transversale fermée ou tubulaire, communiquant avec la capacité intérieure du four, à la partie basse de celle-ci, et se relevant à l'extrémité libre par une buse de coulée 8, de préférence tronconique, destiné à communiquer de manière étanche avec une embouchure de coulée appartenant au moule 2.

Une conduite 9 débouchant dans la partie supérieure de la capacité intérieure du four 1, amène un flux gazeux inerte sous pression au-dessus du niveau du bain métallique de fonte F. Le gaz inerte est de préférence de l'argon. Mais on peut également employer de l'azote ou de l'air sous pression. Sur la conduite 9 est monté un équipement 10 d'admission et de réglage de pression, d'arrêt de pression et de mise à la décharge, avec robinet et avec cadran de mesure de la pression à l'intérieur de la capacité du four 1 au-dessus du bain de fonte F. Une telle installation est décrite dans la demande de brevet en France n° 82 17 120 du 11 octobre 1982.

Le moule 2 de fonderie est posé sur une table ou un plateau 11 (le plateau 11 pouvant appartenir à un convoyeur de moules) comportant une large ouverture 12 pour le passage de la goulotte de coulée à buse tronconique 8 et pour le positionnement de l'embouchure de coulée du moule, de préférence suivant l'axe vertical XX de la buse tronconique 8. Sous la table 11, sont fixés des dispositifs vibreurs 13 de part et d'autre de l'ouverture 12.

Le moule 2 comporte comme connu un châssis 14 et des moyens d'aspiration ou de mise sous vide, de type décrit dans le brevet FR-A-21 63 455. Le châssis 14 parallélépipédique, et métallique, comporte une chambre périphérique 15 de mise sous vide ou d'aspiration 5 délimitée par des cloisons internes périphériques, perforées 16 parallèles aux parois latérales ou flancs extérieurs du châssis 14. Les perforations des cloisons 16 sont de dimensions suffisamment petites pour empêcher le passage du sable sec et sans liant S contenu dans le châssis 14. Le châssis 14 comporte un fond 17, métallique 10 comme le châssis, et, en guise de couvercle, est coiffé d'un plateau de serrage 18 surmonté d'une cloche d'aspiration 19. Le plateau de serrage 18, coiffant la totalité du châssis 14 qu'il obture, comporte des orifices 20 débouchant dans la chambre périphérique 15 et des orifices à filtres 21 laissant passer l'air et les gaz mais 15 interdisant le passage au sable S. Il peut y avoir également des filtres 21 au-dessus de la chambre 15. Le plateau de serrage 18 est solidaire d'une tige de vérin 22, par exemple d'axe XX, afin d'être appliqué sous pression sur le châssis 14 et d'appliquer sous pression l'ensemble du moule 2 sur la table 11. La cloche d'aspiration 19 est 20 raccordée à un conduit d'aspiration 23 qui la traverse en débouchant dans l'espace compris entre la cloche 19 et le plateau de serrage 18.

Comme connu, des modèles perdus gazéifiables en polystyrène expansé, 24, par exemple au nombre de deux dans cet exemple, sont emprisonnés et noyés dans la masse de sable S compacté à l'intérieur 25 du châssis 14 et plus précisément des cloisons internes 16. Les modèles 24, enduits de résine synthétique par exemple, et représentés ici sous forme pleine mais pouvant être creux, s'ils sont destinés à l'obtention de pièces creuses telles que par exemple des tubulures d'échappement de moteur d'automobile, sont supportés et positionnés à 30 l'intérieur de la masse de sable S de la manière suivante :

Au voisinage de l'extrémité située vers l'extérieur, ils sont supportés par des supports 25, par exemple en mélange durci de sable et de résine. Les supports 25 peuvent ne faire qu'un, par exemple sous forme d'un manchon tubulaire dont la base circulaire repose sur le 35 fond 17 du châssis 14. A leur extrémité la plus proche de l'axe XX, chaque modèle 24 comporte un appendice ayant la forme, et notamment la section transversale rectangulaire d'une attaque de coulée 26.

Conformément à l'invention, les appendices 26 représentant les attaques de coulée sont emboîtés symétriquement par rapport à l'axe XX de l'ouverture 12, dans les ouvertures 27 d'un masque de fonderie 28 admettant également l'axe XX comme axe de symétrie. Le masque de fonderie 28 ou carapace, est constitué d'un mélange durci de sable et de résine thermodurcissable, ou est en céramique (mélange durci de sable et de liant minéral) et forme un chapeau pour l'embouchure de coulée 29 du moule 2, raccordable de manière étanche à l'orifice de coulée à buse tronconique 8 de la goulotte 7. Le masque 28 forme aussi le carrefour de raccordement de ladite embouchure 29 à chacune des attaques de coulée 26. Le masque 28 comporte donc une forme tubulaire concrétisant 29 l'embouchure de coulée du moule 2, et au-dessus de cette forme tubulaire, un dôme de forme arquée concave dans cet exemple, mais qui pourrait être de forme arquée convexe, qui constitue le carrefour précité en Y sur la périphérie duquel sont prévues les ouvertures 27 d'emboîtement des appendices de coulée 26 des modèles 24. Les ouvertures d'emboîtement 27 ont donc une section rectangulaire conjuguée de celle des appendices de coulée 26. Conformément à l'invention également, les ouvertures d'emboîtement 27 sont orientées symétriquement de manière oblique par rapport à l'axe XX, ainsi que les appendices de coulée 26 emboîtés dans les ouvertures 27, dans le sens montant à partir de l'axe XX vers chaque modèle 24.

Le support et le positionnement du masque de fonderie 28 est réalisé conformément à l'invention de la manière suivante :

Le fond 17 du châssis 14 comporte un bossage 30 d'axe XX à ouverture circulaire 31 (Fig. 1 et 4). L'ouverture 31 comporte, par exemple, une paire d'échancrures 32 de forme rectangulaire, diamétralement opposées, par rapport à l'axe de symétrie XX. Sur sa face inférieure, le bossage 30 est évidé sous forme d'un embrèvement circulaire de diamètre sensiblement supérieur à celui de l'ouverture 31 qui est elle-même de diamètre supérieur à celui de la partie tubulaire du masque de fonderie 28 matérialisant l'embouchure de coulée du moule.

En prise sur ce bossage 30 vient se placer et se verrouiller, conformément à l'invention, un manchon 34 en matière céramique, par exemple en mélange durci de sable et de résine thermodurcissable. Le manchon 34 dont le diamètre intérieur correspond au diamètre extérieur

de la partie tubulaire du masque de fonderie 28, reçoit intérieurement ladite partie tubulaire qui s'ajuste donc sur le manchon de centrage 34. Ce manchon 34 comporte une bride inférieure 35 présentant une saillie interne circulaire par rapport à la cavité cylindrique dudit manchon 34 ou couronne interne, pour recevoir et supporter la tranche d'extrémité inférieure de la partie tubulaire du masque de fonderie 28. La bride 35 est destinée à être logée à l'intérieur de l'embrèvement 33 pour venir s'appliquer sur la face inférieure du bossage 30. Au-dessus de la bride inférieure 35, le manchon de centrage 34 comporte une paire de pattes rectangulaires 36 de verrouillage, espacées de la bride inférieure 35, d'une hauteur correspondant à l'épaisseur du bossage 30 évidé par l'embrèvement 33. Les pattes rectangulaires 36 ont des dimensions légèrement inférieures à celles des échancrures rectangulaires 32 de manière à pouvoir s'y emboîter avec jeu et à les traverser.

Les pattes 36 sont destinées à prendre appui sur la face supérieure du bossage 30, en dehors des échancrures rectangulaires 32, avec lesquelles elles constituent un système de verrouillage à baïonnette. La bride 35 et les pattes 36 s'appliquent donc de part et d'autre du bossage 30.

Enfin, la face supérieure du bossage 30, les échancrures rectangulaires 32, les pattes 36 et une partie du manchon de centrage 34 sont recouverts d'une coiffe de protection 37 à profil de révolution d'axe XX en escalier ou double équerre, s'ajustant d'une part sur la partie cylindrique du manchon de centrage 34 et d'autre part, reposant sur la face supérieure du bossage 30.

Dans cet exemple les modèles 24 sont assemblés indirectement avec le manchon 34 par l'intermédiaire du masque 28.

Le moule de l'invention est confectionné de la manière suivante (Fig. 1, 2, 3 et 4) :

Le châssis 14 est posé sur le plateau 11. Le support 25 des modèles 24 est mis en place en étant posé sur le fond 17 du châssis 14. Le châssis 14 est ouvert à l'air libre, c'est-à-dire non recouvert par le plateau 18. Le manchon de centrage et de verrouillage 34 est introduit dans l'ouverture circulaire 31 du bossage 30, à l'intérieur du châssis 14.



Pour permettre cette introduction du manchon 34 jusqu'à ce que la bride inférieure 35 prenne appui sur la face plane de l'embrèvement 33, il faut orienter convenablement le manchon 34 de manière que les pattes 36 se trouvent en vis-à-vis des échancrures 32 du bossage 30, 5 qui sont à traverser. Lorsque les échancrures 32 ont été franchies par les pattes 36, le manchon 34 est tourné autour de l'axe XX de telle sorte que les pattes 36 viennent prendre appui sur la face supérieure du bossage 30 hors des échancrures 32 (Fig. 4). Le manchon 34 est alors verrouillé en position de retenue sur le bossage 30 du fond 17 10 du châssis 14. La coiffe de protection 37 est introduite par le haut autour du manchon 34 et vient reposer à son tour sur la face supérieure du bossage 30 en recouvrant les pattes 36 ainsi que les échancrures 32.

Le manchon 34 ainsi verrouillé est prêt à recevoir et à supporter 15 le masque de fonderie 28 qui est introduit à son tour par le haut et qui vient reposer sur la couronne interne de la bride 35 faisant saillie à l'intérieur du manchon 34.

Chaque modèle 24 en polystyrène expansé est alors introduit séparément par le haut, jusqu'à ce que l'appendice 26 d'attaque de 20 coulée vienne s'emboîter dans une ouverture d'emboîtement 27 du masque de fonderie 28. On laisse alors chaque modèle 24 reposer sur le support 25.

Chaque modèle 24 se trouve alors dans la position illustrée à la Fig. 3, en équilibre stable d'une part sur le support 25, d'autre part 25 sur le masque de fonderie 28. Cette position d'équilibre stable est bien déterminée, bien centrée à l'intérieur du châssis 14 et rendue fixe par le manchon de centrage verrouillé 34. Le manchon 34 sert également de support direct du masque 28 et indirect de chaque modèle 24.

30 Avant le remplissage du châssis 14 en sables sans liant, sec, on obture la chambre périphérique d'aspiration 15 par un plateau supérieur 40 appliqué provisoirement. Le plateau 40 d'obturation est une bande carrée ou rectangulaire fermée, correspondant à la forme du châssis 14, et son périmètre interne et son périmètre externe suivent 35 les périmètres interne et externe de l'enveloppe périphérique

d'aspiration 15. L'utilisation du plateau 40 est une simple précaution, facultative, pour éviter l'entrée de sable dans la chambre 15.

L'introduction de sable sec sans liant S s'effectue par une 5 trémie 41 qui peut être fixe et de préférence située dans l'axe XX du masque de fonderie 28 qui est également l'axe de symétrie des modèles 24 placés dans le châssis 14, ou bien mobile pour être déplacée au-dessus de l'ouverture du plateau 40, en évitant toutefois dans la mesure du possible, une chute directe du sable S sur des surfaces 10 éventuellement horizontales ou faiblement inclinées des modèles 24.

Pendant le remplissage en sable S (Fig. 3), les vibreurs 13 sont actionnés de manière à faire vibrer le châssis 14 et à provoquer une bonne répartition du sable à l'intérieur du châssis 14 et son tassement.

15 Grâce à la position inclinée descendant vers l'axe XX des appendices 26 de chaque modèle 24, et grâce à la position surélevée du support 25 par rapport aux ouvertures d'emboîtement 27, chaque modèle 24 a une position inclinée descendante qui facilite le glissement du sable sur la paroi de dessus du modèle 24 et qui facilite la mise en 20 place du sable au-dessous de chaque modèle 24, c'est-à-dire entre le fond 17 du châssis 14, la coiffe protectrice 37, le masque 28 et les parois de dessous de chaque modèle 24.

Lorsque le support 25 et chaque modèle 24 sont complètement enrobés de sable sec sans liant S bien tassé, et lorsque chaque modèle 25 24 est bien recouvert de sable S jusqu'à la hauteur du plateau 40, celui-ci est enlevé et remplacé par le plateau 18 de serrage destiné à obturer la partie supérieure du moule 2 et à bien appliquer le châssis 14 sur le plateau 11. Les vibreurs 13 sont mis à l'arrêt. Le plateau 18 combiné avec la cloche d'aspiration 19 est appliqué avec force par 30 la tige de vérin 22 sur la partie supérieure du châssis 14 et l'aspiration est mise en oeuvre par le conduit 23. Cette aspiration s'exerce sur la masse de sable S contenu dans le châssis 14, sur le dessus, à travers les filtres, par la cloche d'aspiration 19, à la fois en vue de maintenir la rigidification de la masse de sable S et 35 en vue d'évacuer ultérieurement les gaz lors de la coulée, au fur et à mesure de la montée du métal liquide dans l'embouchure de coulée 29, dans le masque 28, les attaques de coulée 26 et chaque modèle 24, les

gaz se formant abondamment, notamment par la gazéification de chaque modèle 24 en polystyrène expansé qui laisse la place à une cavité que le métal liquide emplit.

#### AVANTAGES

5 Grâce au positionnement précis et fixe des modèles 24, d'abord par les attaques de coulée 26 bien emboîtées dans les ouvertures d'emboîtement 27, puis, après fusion des appendices 26, par l'emprisonnement du reste des modèles 24 dans une masse de sable S rigide, l'immobilité des empreintes de moulage c'est-à-dire des  
10 cavités correspondant aux modèles 24 après la fusion progressive du polystyrène expansé, est assurée.

Grâce au contrôle de la pression dans le conduit 9, comme par exemple décrit dans la demande de brevet en France déposée sous le N° 82 17 120, le remplissage des empreintes de moulage en métal liquide,  
15 notamment en fonte, mais éventuellement en acier, s'effectue avec un débit contrôlé approprié qui n'est ni trop lent (risque de grillage du polystyrène des modèles 24 au lieu de la gazéification) ni trop rapide qui ne laisserait pas le temps aux gaz de s'échapper et qui laisserait des inclusions gazeuses importantes dans la masse de métal coulée. Ce  
20 débit, ni trop lent ni trop rapide, est un débit constant. Ce débit contrôlé est fonction de la forme des modèles 24.

Grâce à la combinaison du masque de fonderie 28 donnant la forme de l'embouchure de coulée 29 du moule et des modèles 24 en polystyrène expansé, on combine les avantages du modèle en polystyrène expansé  
25 permettant un moulage économique de précision, avec un bel état de surface et les avantages du masque de fonderie qui est suffisamment robuste pour recevoir la chute de sable S, lors du remplissage du moule (chute principale), de sorte que chaque modèle 24, relativement fragile, ne reçoit pas directement la chute de sable et évite ainsi  
30 l'érosion. Cependant, le masque de fonderie 28, robuste, reçoit le premier choc de métal liquide amené sous basse pression avant de répartir ce métal liquide en écoulement laminaire, non turbulent, vers les modèles 24. Le masque 28 évite donc le contact direct du premier jet de métal liquide avec la masse de sable S et par conséquent  
35 l'érosion de cette masse de sable S et la retombée éventuelle de sable provenant de cette érosion dans la buse de coulée 8.

Grâce au centrage du masque ou de la carapace 28 par le manchon de centrage 34 et grâce au verrouillage de ce dernier par le système à baïonnette des échancrures 32 et des pattes 36, le masque 28 est lui-même bien positionné et bien centré dans le châssis 14 et les modèles 5 24 sont, par voie de conséquence, bien positionnés de manière précise, et rendus immobiles pendant le remplissage en sable S et pendant la coulée.

Grâce au système d'aspiration/dépression obtenu à la fois par l'alimentation en fonte liquide sous basse pression et par le maintien 10 de la dépression par la cloche d'aspiration 19, pendant toute la coulée, on obtient différents avantages importants :

- un remplissage du moule 2 en fonte liquide à débit constant, précis, contrôlé, ni trop lent ni trop rapide, mais cependant suffisamment rapide pour obtenir une cadence de production élevée,
- 15 - on maintient la rigidité de la masse de sable sans liant, ce qui permet d'utiliser un tel sable et de réaliser des économies importantes, tant dans la préparation de ce sable sec sans liant que dans le décochage des pièces moulées et le recyclage du sable sec sans liant S,
- 20 - on évacue rapidement et totalement les gaz au fur et à mesure de leur formation, de sorte que l'on évite les inclusions gazeuses et que l'on obtient des pièces saines.

Le système de verrouillage à baïonnette du manchon de centrage 34 est susceptible d'être rendu automatique, pour la mise en place du 25 manchon 34, c'est-à-dire sa fixation sur le bossage 30 du châssis 14.

Ce procédé de moulage et de coulée et ce type de moule suivant l'invention, améliore sensiblement le rendement en métal liquide, c'est-à-dire le rapport entre le poids de chaque pièce coulée proprement dite et le poids total de chaque pièce coulée et des 30 appendices de coulée : ce rendement peut être au moins égal à 70 % alors qu'il n'est habituellement que de 30 % car ce type de moule permet de réduire au minimum les appendices de coulée 26 et d'éviter les évents et masselottes en raison de la grande perméabilité du moule constitué par une masse de sable sans liant S, et de l'aspiration 35 maintenue par la cloche 19, à la fois pendant la confection du moule et pendant la coulée.

Ce moule et ce mode de coulée permettent d'obtenir à l'état brut de fonderie, des pièces en fonte ou en acier de faible épaisseur, pouvant par exemple descendre jusqu'à 2,5 mm.

#### VARIANTE

5 Suivant la variante illustrée à la Fig. 6, le masque de fonderie 28 est supprimé et remplacé par un tronc 42 en polystyrène expansé, de même forme que le masque de fonderie 28, c'est-à-dire présentant à sa partie supérieure un dôme de forme arquée concave ne faisant qu'une seule pièce avec les appendices de coulée 26 qui constituent les  
10 branches du tronc 42, et constituant un carrefour en Y, avec lesdits appendices 26. Le tronc 42 a une forme extérieure cylindrique et présente un épaulement de manière à s'emboîter et à reposer sur le manchon de centrage et de verrouillage 34. Le manchon 34 donne  
15 comporte plus de couronne inférieure en saillie interne dans le prolongement de la bride 35. Cette variante constitue une solution plus économique que celle de l'exemple principal avec masque de fonderie et présente l'avantage de se prêter facilement à un assemblage centré avec le manchon 34 du fait de la descente du modèle en polystyrène  
20 expansé, au plus près de la buse de coulée 8.

Malgré un dégagement gazeux supplémentaire par rapport à l'exemple précédent, cette variante convient au moulage de pièces massives pour lesquelles d'éventuelles inclusions gazeuses ne sont pas préjudiciables à la qualité des pièces.

25 Dans cette variante chaque modèle 24 est assemblé directement avec le manchon 34.

Autres variantes : Le manchon de centrage et de support 34 peut être rendu adhésif à la face plane de l'embrèvement 33 du bossage 30, donc fixé par collage au lieu d'être fixé par système de verrouillage  
30 à baïonnette, ce qui permet de supprimer les échancrures 32 et les pattes 36. Mais dans ce cas, dans l'état actuel de la technique, il est préférable de fixer manuellement le manchon 34.

Par ailleurs, au lieu de deux modèles 24, il peut n'y en avoir qu'un seul, ou bien au contraire plus de deux.

35 Par ailleurs, si, au lieu du four de fusion 1, on emploie une poche de coulée sous basse pression, avec tube réfractaire vertical d'alimentation ascendante du moule 2, c'est le tube réfractaire

vertical qui est raccordé de manière étanche à l'embouchure de coulée 29 du moule 2, son extrémité supérieure étant appliquée, par l'intermédiaire de la rondelle d'étanchéité 38, sur la bride 35 du manchon 34. L'extrémité inférieure dudit tube réfractaire vertical est 5 immergée, comme connu, dans la fonte liquide contenue dans la poche.

Enfin, la place de fonte liquide, on peut couler de cette manière des alliages métalliques oxydables à température de coulée élevée supérieure à 1400°C, tels que les aciers alliés, faiblement alliés ou non alliés, ainsi que les superalliages, c'est-à-dire les alliages 10 contenant moins de 20 % de fer et des pourcentages importants de nickel, de chrome ou de cobalt (alliages fer nickel chrome - fer nickel chrome cobalt).

## REVENDECATIONS

1.- Procédé de moulage de précision en fonderie de pièces en fonte et autres alliages métalliques, ferreux ou non, légers ou non, et superalliages, dans lequel on utilise un moule en sable sans liant, 5 vibré, tassé, enrobant un modèle perdu gazéifiable, le moule étant rigidifié sous dépression, caractérisé en ce que l'on positionne au moins un modèle en polystyrène expansé en l'assemblant avec un conduit donnant la forme de l'embouchure de coulée du moule, à la partie inférieure du moule, conduit que l'on fixe et que l'on verrouille à la 10 partie inférieure du moule en vue d'une alimentation en métal liquide ascendante et sous basse pression.

2.- Moule de fonderie pour la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 1 ce moule du type comportant deux modèles perdus gazéifiables (24) en polystyrène expansé, enrobés d'une masse de sable 15 (S) sans liant rigidifiée par tassement et mise sous dépression, contenue dans un châssis métallique (14) à chambre de dépression périphérique (15) et à moyens d'obturation et d'aspiration (18-19), caractérisé en ce qu'il comporte pour le positionnement desdits modèles (24) à l'intérieur du moule un manchon (34) de centrage et de 20 verrouillage assemblé directement ou indirectement avec chaque modèle (24) en polystyrène expansé et constituant au moins par sa partie inférieure l'embouchure de coulée du moule (2) et comportant des moyens de verrouillage sur le fond (17) du châssis (14) du moule (2), ledit manchon (34) étant en un mélange durci de sable et de liant, et 25 les modèles (24) étant pourvus d'appendices de coulée (26) en polystyrène expansé servant au raccordement direct ou indirect avec ledit manchon (34).

3.- Moule suivant la revendication 2 caractérisé en ce que le manchon (34) de centrage et de verrouillage du masque (28) formant 30 l'embouchure de coulée (29) s'emboîte par sa partie tubulaire sur le fond (17) du châssis (14) et s'applique par une bride (35) et des pattes rectangulaires (36) de part et d'autre d'un bossage (30) du fond (17) du châssis (14) pourvu d'échancrures rectangulaires (32) de forme et de dimensions correspondant aux pattes (36) du manchon (34).

35 4.- Moule suivant la revendication 3 caractérisé en ce que la bride (35) et les pattes (36) s'appliquent de part et d'autre du bossage (30) du fond (17) du châssis (14) du moule (2) par rotation du

manchon (34) de centrage et de verrouillage, de telle sorte que les pattes (36) soient décalées par rapport aux échancrures (32), après traversée desdites échancrures (32) avec lesquelles elles constituent un système de verrouillage de type baïonnette.

5        5.- Moule suivant la revendication 3 caractérisé en ce que le bossage (30) du fond (17) du châssis (14) est évidé par un embrèvement (33) sur le fond duquel s'applique la bride (35) du manchon (34).

6.- Moule suivant la revendication 2 caractérisé en ce que les  
10 deux modèles perdus gazéifiables (24) en polystyrène expansé sont assemblés indirectement au manchon (34) par l'intermédiaire d'un masque de fonderie tubulaire (28) en mélange durci de sable et de liant donnant la forme de l'embouchure (29) de coulée du moule, ledit masque (28) étant raccordé d'une part à chaque modèle  
15 gazéifiable (24), d'autre part au manchon (34) pour le centrage et le verrouillage du masque (28) sur le fond (17) du châssis (14) du moule (2).

7.- Moule suivant les revendications 2 et 6 caractérisé en ce que chaque modèle (24) comporte un appendice de coulée (26) de section  
20 transversale rectangulaire qui s'emboîte dans une ouverture (27) de section rectangulaire du masque de fonderie (28).

8.- Moule suivant les revendications 2 et 6 caractérisé en ce que le manchon (34) de centrage et de verrouillage comporte une couronne intérieure en saillie par rapport à la partie tubulaire du  
25 manchon (34), en prolongement de la bride (35), ladite couronne interne supportant la tranche d'extrémité inférieure du masque de fonderie (28), ladite bride (35) étant raccordée de manière étanche à une buse tronconique (8) de coulée par interposition d'une rondelle d'étanchéité (38) entre bride (35) et buse (8).

30        9.- Moule suivant la revendication 6 caractérisé en ce que le masque de fonderie tubulaire (28) donnant la forme de l'embouchure de coulée (29) du moule (2) comporte au-dessus de sa forme tubulaire un dôme de forme arquée concave constituant un carrefour en Y de raccordement de l'embouchure de coulée (29) avec les ouvertures (27)  
35 d'emboîtement des appendices de coulée (26) des modèles (24).



10.- Moule suivant la revendication 2 caractérisé en ce que les appendices de coulée (26) de chaque modèle (24) sont orientés symétriquement et obliquement par rapport à l'axe (X-X) de l'embouchure de coulée (29) du moule (2) dans le sens montant à partir 5 dudit axe (X-X) vers chaque modèle (24).

11.- Moule suivant la revendication 2 caractérisé en ce que, dans le manchon (34) est emboîté, centré et appuyé un tronc (42) en polystyrène expansé donnant la forme de l'embouchure de coulée (29) et ne faisant qu'une seule pièce avec les appendices de coulée (26) qui 10 constituent les branches du tronc (42), les modèles (24) étant alors assemblés directement au manchon (34).

12.- Moule suivant les revendication 2 et 11 caractérisé en ce que le tronc (42) en polystyrène expansé a la même forme que le masque de fonderie (28) et présente à sa partie supérieure un dôme de forme 15 arquée concave constituant un carrefour en Y de raccordement du tronc (42) avec les appendices de coulée (26) des modèles (24).

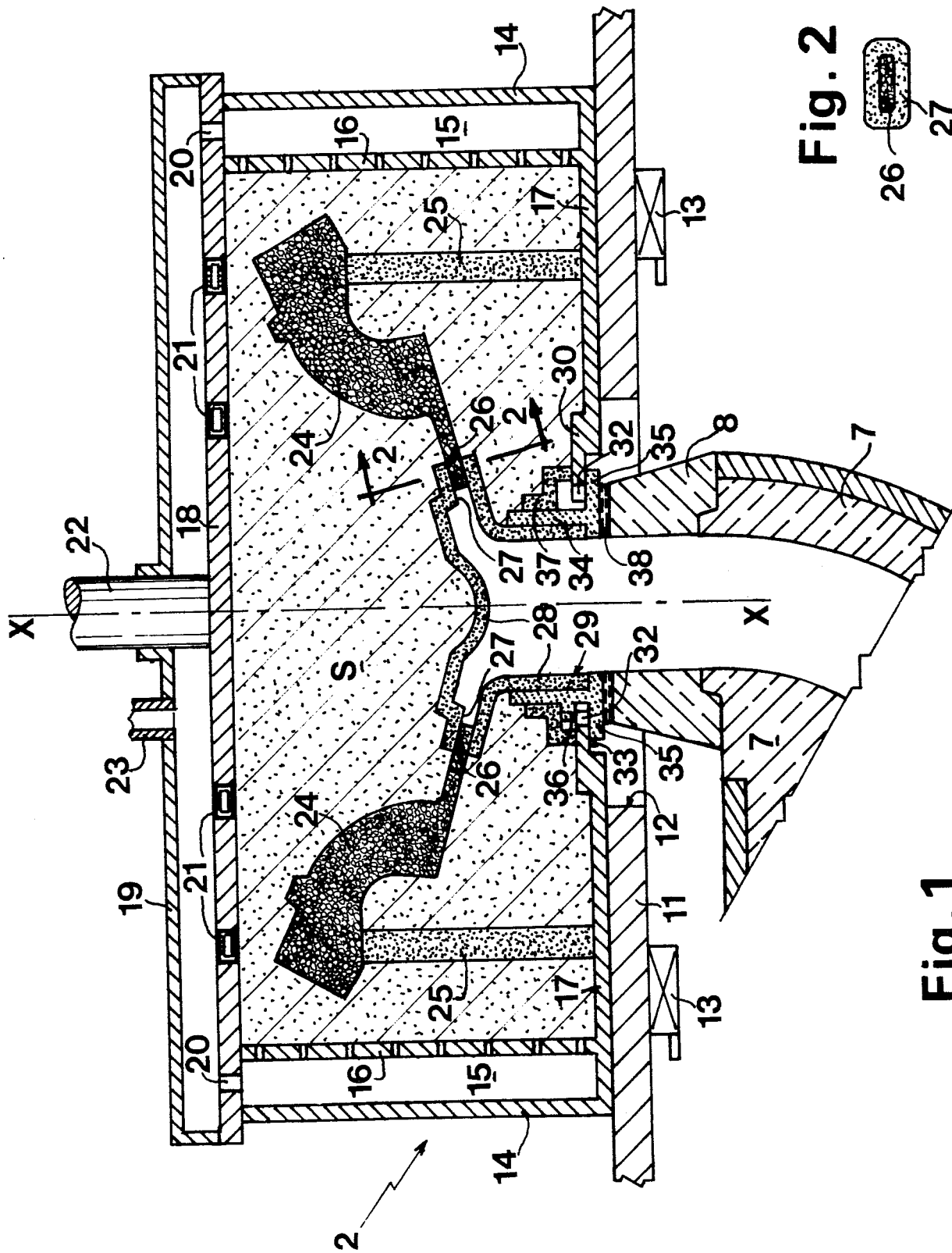
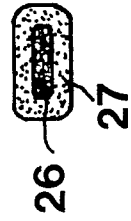


Fig. 1

Fig. 2



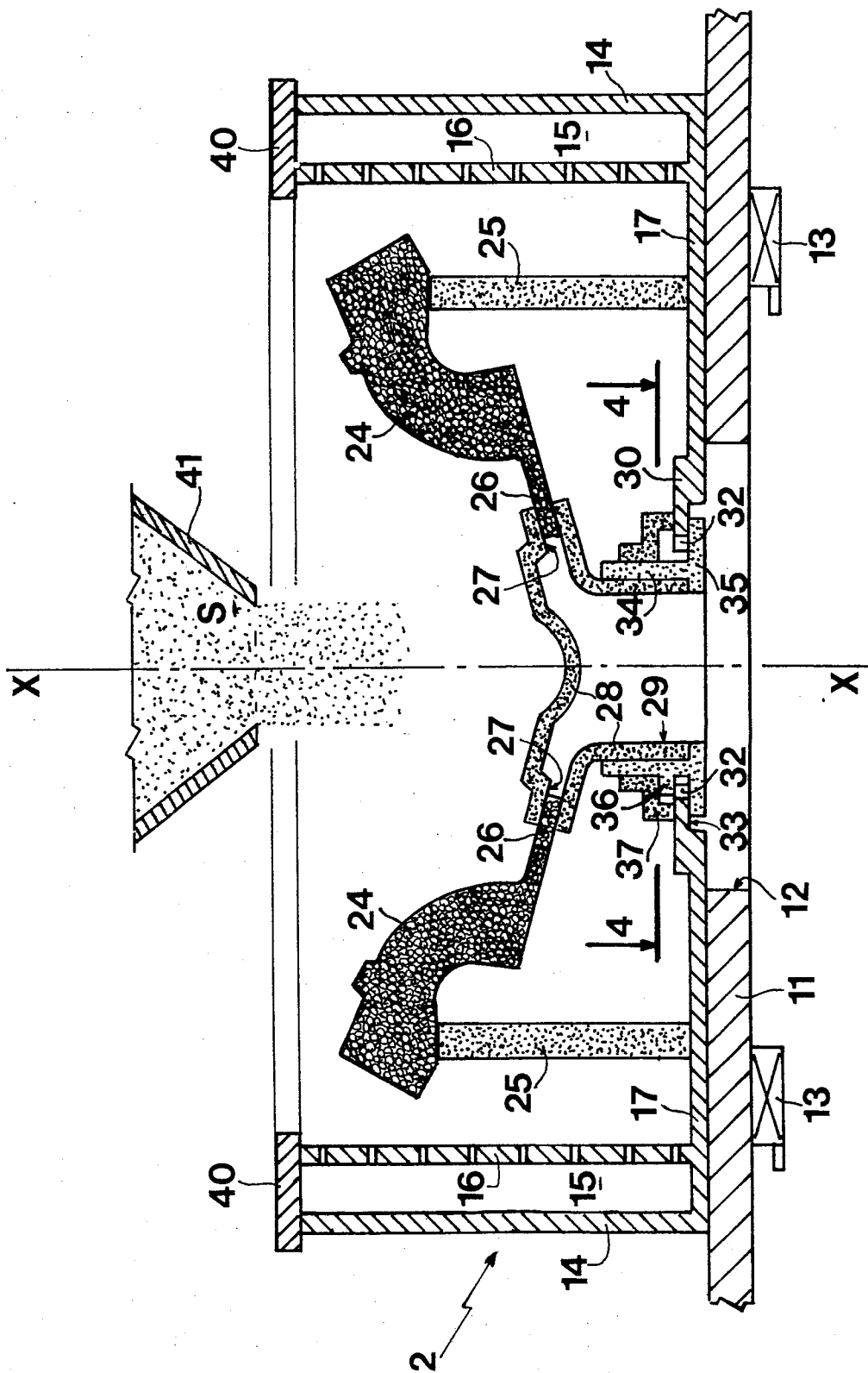


Fig. 3

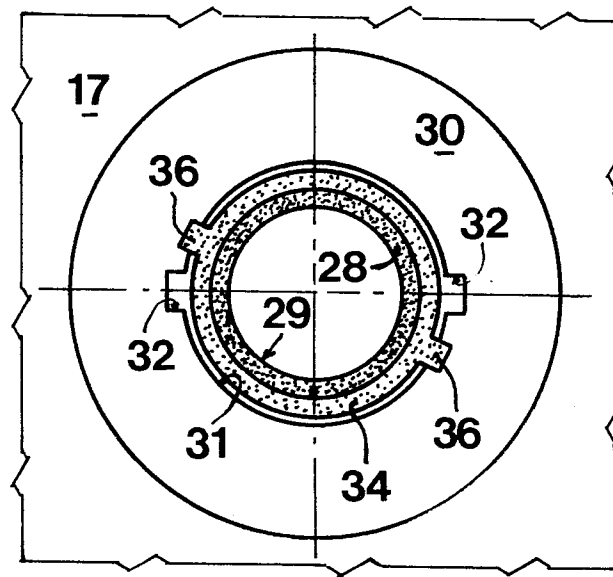


Fig. 4

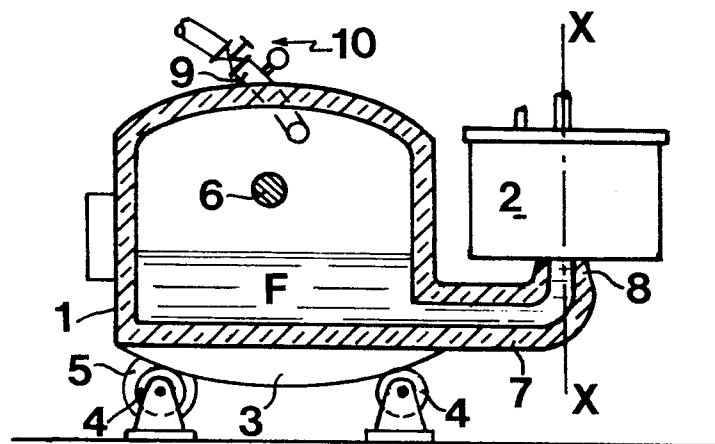


Fig. 5

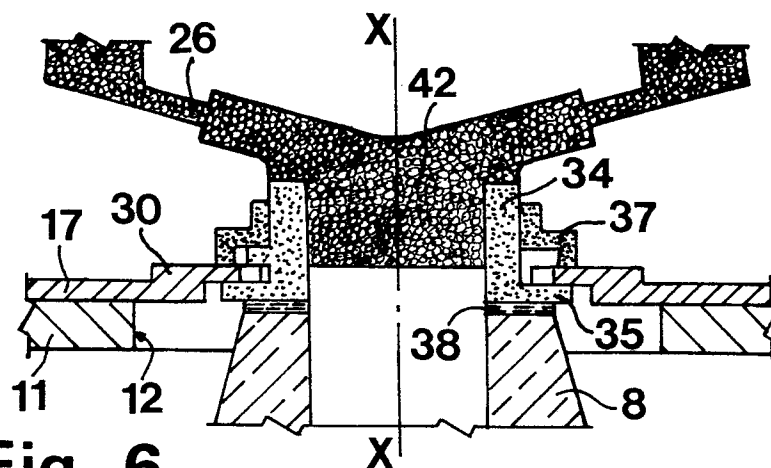


Fig. 6



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0152754

Numéro de la demande

EP 85 10 0311

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. 4)
A	US-A-3 842 899 (H.V. HAUSER)		B 22 C 9/04 B 22 D 18/04
A	FR-A-2 351 733 (VKI-RHEINGOLD)		
A, D	FR-A-2 455 491 (PONT-A-MOUSSON S.A.)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (int. Cl. 4)
			B 22 C B 22 D
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 30-05-1985	Examineur MAILLIARD A.M.
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			