

12

# DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 88420146.8

51 Int. Cl. 4: **B 22 C 15/10**  
**B 22 C 9/04**

22 Date de dépôt: 04.05.88

30 Priorité: 05.05.87 FR 8706529

43 Date de publication de la demande:  
 17.11.88 Bulletin 88/46

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

71 Demandeur: **FM INDUSTRIE, Société Anonyme**  
 2, rue de la Réclusière  
 F-42400 St Chamond (FR)

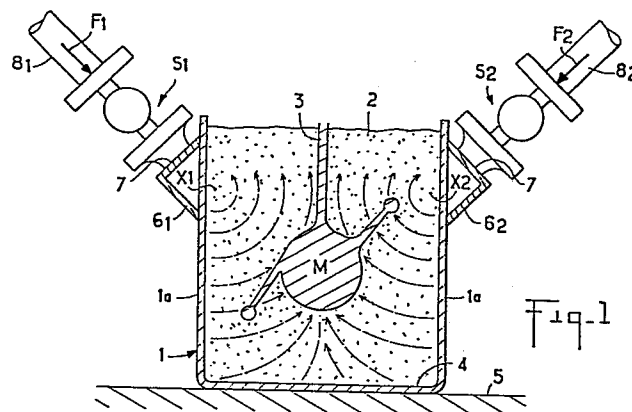
Figueras, Michel  
 Les Fuziers  
 F-38540 St. Just Chaleyssin (FR)

72 Inventeur: **Figueras, Michel**  
 "Les Fuziers"  
 F-38540 St. Just Chaleyssin (FR)

74 Mandataire: **Ropital-Bonvarlet, Claude**  
 Cabinet BEAU DE LOMENIE 99, Grande rue de la  
 Guillotière  
 F-69007 Lyon (FR)

54 Procédé de serrage par vibrations du sable d'un moule de fonderie et installation en faisant application.

57 - Le procédé est mis en oeuvre par une installation comportant un poste de serrage par vibration comprenant:  
 . un châssis de support (5) sur lequel le moule est posé par sa partie inférieure,  
 . au moins deux renforts d'appui (61, 62) portés par deux parois verticales (1a) opposées du moule,  
 . et au moins deux systèmes (S1, S2) générateurs de vibrations coopérant avec les renforts d'appui, inclinés de façon convergente vers le bas et générant des vibrations à propagation sensiblement circulaire tournant en sens inverse pour les deux systèmes générateurs opposés.



## Description

# PROCEDE DE SERRAGE PAR VIBRATIONS DU SABLE D'UN MOULE DE FONDERIE ET INSTALLATION EN FAISANT APPLICATION

La présente invention concerne le domaine de la réalisation de pièces, plus généralement métalliques, à partir d'une masse de matière première versée à l'état fondu dans l'empreinte ou la cavité d'un moule, généralement en sable.

L'invention concerne, plus spécialement, le procédé de fabrication par moulage du type à modèle consommable.

La technique de fabrication d'une pièce, à partir d'un modèle consommable, consiste à exécuter la pièce à obtenir sous la forme d'un modèle en trois dimensions, réalisé en une matière apte à se gazéifier par pyrolyse au contact de la matière en fusion coulée. Un tel modèle est, généralement, réalisé à base de polystyrène expansé.

Un modèle ainsi obtenu est, le plus souvent, soumis à une opération d'enduisage, de façon à lui conférer une sorte de peau ou faible carapace extérieure, formant armature, conférant une bonne tenue mécanique à un tel modèle, ainsi qu'une résistance thermique temporaire lors de la coulée de la matière en fusion.

Un tel modèle est emballé dans une masse de sable contenue dans un moule et généralement vibrée, pour lui conférer une bonne cohésion, une bonne compaction et un serrage convenable autour du modèle, afin d'épouser les différentes formes de ce dernier.

Lorsque cette phase préparatoire a été exécutée, la matière en fusion peut être versée dans la coulée pour provoquer la gazéification du polystyrène expansé, libérant, à l'intérieur du sable serré, une cavité ou empreinte négative correspondant, exactement, à l'empreinte positive du modèle. La matière première coulée occupe, ainsi, une empreinte négative qui est la réplique exacte du modèle. Après coulée de la matière première, une phase de refroidissement permet, ensuite, de disposer, après décochage, de la pièce exécutée.

Bien que de mise en oeuvre relativement délicate, un tel procédé apparaît particulièrement satisfaisant, en raison de la réduction du coût de fabrication qu'il permet d'obtenir, de la précision de reproduction éliminant les retouches ou l'ébavurage ultérieur et de la réduction des phases préparatoires impliquant, dans les procédés traditionnels, généralement au moins un traitement du sable préalablement à l'exécution de demi-moules devant ensuite être apairés.

Toutefois, un tel procédé semble toujours être pénalisé par des imperfections de reproduction en empreinte négative de la forme positive du modèle consommable. Ces imperfections sont à mettre au compte de la phase de serrage du sable, obtenue par vibrations.

Différentes propositions ont été formulées pour tenter de pallier un tel inconvénient. Le plus généralement, les propositions formulées, comme celle faisant l'objet de la demande **GB-A-2 088 762**, consistent à appliquer des vibrations sur le fond du

moule, de façon à provoquer un serrage supposé être le plus convenable pour que le sable occupe les différentes cavités de la forme du modèle, que ces cavités soient descendantes ou ascendantes. Une telle méthode ne s'est pas révélée satisfaisante pour atteindre l'objectif visé.

La technique antérieure est aussi riche de propositions consistant à appliquer des vibrations sur les parois latérales du moule et selon une direction d'application horizontale. Tel est le cas des demandes **DE-B-1 120 785** et **GB-A-2 151 960** qui, semble-t-il, ne fournissent pas de meilleurs résultats.

Les imperfections de résultats constatées déterminent les limites d'application d'un tel procédé, notamment pour l'exécution de pièces de formes particulièrement complexes, présentant des cavités de faible section droite transversale, de direction ascendante et débouchantes ou non.

En d'autres termes, bien que susceptible d'apporter des avantages indéniables, un tel procédé ne fournit pas une solution exactement adaptée à la réalisation de pièces à caractère technique particulièrement complexes en forme.

La présente invention, partant de la constatation ci-dessus, a pour objet un procédé de serrage par vibrations du sable dans un moule de fonderie, par la mise en oeuvre du procédé à modèle consommable, procédé dont les différentes phases opératoires sont, justement, prévues pour éliminer les inconvénients ci-dessus et conduire à une phase de serrage par vibrations permettant de délimiter, par le sable entourant un modèle consommable, une exacte, précise et fidèle reproduction en empreinte négative de la forme positive du modèle consommable.

Pour atteindre l'objectif ci-dessus, le procédé selon l'invention est caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer au moule des vibrations haute fréquence, de faible amplitude, par des générateurs inclinés de façon convergente vers le bas, prenant appui sur deux faces opposées du moule et générant des vibrations à propagation sensiblement circulaire tournant en sens inverse d'une des faces à l'autre.

L'invention a, également, pour objet une installation de fonderie comprenant, pour la mise en oeuvre du procédé ci-dessus, un poste de serrage par vibration comprenant :

- un châssis de support sur lequel le moule est posé par sa partie inférieure,
- au moins deux renforts d'appui portés par deux parois verticales opposées du moule,
- et au moins deux systèmes générateurs de vibrations coopérant avec les renforts d'appui, inclinés de façon convergente vers le bas et générant des vibrations à propagation sensiblement circulaire tournant en sens inverse pour les deux systèmes générateurs opposés.

Diverses autres caractéristiques ressortent de la description faite ci-dessous en référence aux des-

sins annexés qui montrent, à titre d'exemples non limitatifs, des formes de réalisation de l'objet de l'invention.

La **fig. 1** est une coupe-élévation schématisque du procédé de serrage par vibration conforme à l'invention.

La **fig. 2** est une coupe-élévation partielle, à plus grande échelle, illustrant un avantage caractéristique de la mise en oeuvre du procédé de l'invention.

La **fig. 3** est une coupe-élévation schématisque montrant une installation de fonderie faisant application du procédé de l'invention.

La **fig. 4** est une vue en plan prise, sensiblement, selon la ligne IV-IV de la **fig. 3**.

La **fig. 1** montre, de façon schématisque, une phase de réalisation d'une pièce de fonderie, à partir d'un moule consommable, désigné dans son ensemble par la référence 1. Selon ce procédé, le moule 1 est réalisé en une matière apte à se gazéifier par pyrolyse au contact de la matière en fusion devant être coulée. Généralement, le modèle M est réalisé en polystyrène expansé.

Le modèle M est disposé dans un moule 1 dans lequel est versée une charge de sable 2 dont la quantité est prévue pour emballer totalement un moule 1 qui ne devient accessible à la surface supérieure du sable que par la section de coulée 3. Dans un tel procédé, le sable 2 est serré ou compacté par application de vibrations, de manière à entourer étroitement le moule 1 et à délimiter une empreinte négative, apte à contenir la pression métal-statique du métal coulé, au fur et à mesure de la gazéification du modèle M.

De manière à provoquer un serrage convenable du sable 2 pour lui conférer des qualités de cohésion, de compacité et de précision de reproduction de la forme du modèle M, quelle que soit la conformation de ce dernier, il est prévu, selon l'invention, de poser le moule 1 par la partie inférieure et, plus précisément, dans l'exemple illustré, par le fond 4 sur un support 5 de toute nature appropriée.

Après remplissage du moule 1 avec la charge de sable 2, il est prévu d'appliquer, sur deux des faces verticales opposées 1a du moule 1, des vibrations selon deux directions générales d'application F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub>, inclinées de façon convergente vers le bas pour les deux faces opposées 1a, par exemple à 45°. Les vibrations, générées par deux systèmes indépendants S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub>, sont, de préférence, de faible amplitude et d'une fréquence supérieure à celle du réseau, généralement supérieure à 50 Hertz et, préférentiellement, comprise entre 100 et 400 Hertz. Les vibrations sont aussi, de préférence, appliquées à la partie supérieure du moule 1 et sont, en outre, générées, de manière à connaître, comme cela est illustré à la **fig. 1**, une propagation en ondes circulaires centrées sur deux axes géométriques x<sub>1</sub> et x<sub>2</sub>, d'orientation générale sensiblement horizontale, à partir de leur point d'application sur les parois 1a. Comme cela est illustré par la **fig. 1**, les vibrations appliquées ont donc tendance à se propager en ondes circulaires tournant en des sens inverses d'une face à l'autre. Les sens de rotation peuvent

être tous deux dirigés vers le bas ou, de préférence, comme illustré à la **fig. 1**, vers la partie supérieure du moule 2. Dans ce sens et de façon illustrative, les vibrations appliquées selon la direction F<sub>1</sub> présentent une tendance à tourner dans le sens contraire de celui des aiguilles d'une montre, alors que les vibrations, appliquées selon la direction F<sub>2</sub>, présentent une tendance à tourner dans le sens des aiguilles d'une montre.

La combinaison des moyens ci-dessus permet de réaliser un serrage particulièrement optimal du sable 2 qui est amené à suivre toutes les conformations locales susceptibles d'être présentées par le modèle M, en raison des deux directions d'application F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub> convergentes vers le bas et des propagations en ondes circulaires, notamment avec rotation vers le haut, qui assurent un remplissage des cavités à tendance montante, qui peuvent être débouchantes ou non débouchantes et qui sont présentées par le modèle M. Par ailleurs, en raison de l'application de vibrations haute fréquence et de faible amplitude, le serrage produit n'engendre ni érosion du modèle 11 par le sable, ni contrainte localisée appliquée au modèle M. Les moyens ci-dessus, générant les vibrations à la partie supérieure du moule 1, suppriment la formation d'une sorte de matelas ou bouchon compacté naissant dans les techniques de vibrage traditionnelles, en raison de l'application de vibrations en partie basse et s'opposant à la transmission des vibrations.

Selon le procédé de l'invention, les systèmes générateurs S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub>, de toute conception appropriée, sont, de préférence, prévus pour coopérer avec des renforts d'appui 6<sub>1</sub> et 6<sub>2</sub> formés ou rapportés sur les parois 1a, de manière à présenter chacun une surface d'appui 7 établie perpendiculairement à la direction d'application F<sub>1</sub> ou F<sub>2</sub>.

Les systèmes générateurs S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> peuvent être adaptés à demeurer sur les surfaces 7 ou y être temporairement appliqués, lors de la mise en oeuvre du procédé, par l'intermédiaire de vérins 8<sub>1</sub> et 8<sub>2</sub>.

Les dispositions du procédé de l'invention permettent de libérer totalement le fond 4 du moule 1, lequel est, dans les solutions traditionnelles, le siège de l'application d'une partie au moins des vibrations. De ce fait, il devient possible de réaliser le moule 1 de manière que le fond 4 présente une série d'ouvertures ou de lumières 10 qui peuvent être, soit obturées, soit dégagées, par l'intermédiaire d'une fermeture 11 du type à guillotine. Dans le cas illustré, la fermeture 11 est constituée par un faux fond 12 monté coulissant sur ou à travers des pièces de guidage 13 prolongeant le fond 4 à l'opposé des parois de moule 1. Le faux fond 12 possède des ouvertures 14 de mêmes forme et écartement que les lumières 10 avec lesquelles elles peuvent être mises en coïncidence par déplacement dans le sens de la flèche f<sub>1</sub> du faux fond 12.

En réalisant le support 5 sous la forme d'un châssis fixe ou mobile, tel qu'illustré par la **fig. 2**, il devient possible de placer le moule 1 à l'aplomb d'une trémie de réception 15 recevant, en fin de cycle de moulage, le sable 2 usagé, vidé par le fond 4 après extraction de la pièce coulée. Une telle possibilité permet de simplifier la construction

d'installation de fonderie. En effet, un poste d'intervention peut être prévu pour assumer une fonction de remplissage-vibrage et une fonction de décochage et de vidage, lorsque la voie de guidage des moules **1** est établie en circuit fermé.

Les moyens, permettant d'ouvrir ou de fermer à volonté le fond **4**, ne sont donnés qu'à titre d'exemples. Toute autre forme d'exécution pourrait être prévue, afin de remplir la même fonction double.

La possibilité de vider le sable par le fond **4** permet de laisser subsister, dans le moule **1**, un lit inférieur de toute hauteur convenable, favorisant la mise en place ultérieure d'un autre modèle **M** pour l'exécution d'une nouvelle pièce.

La **fig. 3** illustre, à titre d'exemple, une installation de fonderie mettant en oeuvre le procédé selon l'invention. Une telle installation comporte une carcasse **20** s'élevant à partir d'un plan d'appui, tel que le sol **21**. La carcasse **20** comporte une charpente **22** supportant une trémie **23** de stockage de sable. La trémie **23** est raccordée, par une gaine flexible, à une capacité de transfert-remplissage **24** conçue pour assurer le déversement de la charge requise de sable **2**, soit par gravité, soit par écoulement progressif, par l'intermédiaire de manches **25**. La capacité **24** est disposée à l'aplomb d'un poste de travail **26** comprenant le châssis **5** qui peut être supporté par l'intermédiaire de blocs amortisseurs **27**. Le châssis **5**, réservé au support d'un moule **1**, est placé à l'aplomb d'une trémie **15**, comme dans l'exemple décrit en référence à la **fig. 2**. La trémie **15** est pourvue d'un système obturateur **28** surmontant un lanceur pneumatique **29** raccordé par une canalisation de transfert **30** à la trémie de stockage **23**, soit directement, soit à travers une station de dépoussiérage-traitement du sable. La trémie **15**, l'obturateur **28**, le lanceur pneumatique **29** sont, de préférence, placés dans une fosse **31** ménagée à partir du plan de support **21**.

La charpente **22** est munie de consoles suspendues **32** assurant le maintien de deux vérins **8<sub>1</sub>** et **8<sub>2</sub>** chargés d'assurer l'application des systèmes **S<sub>1</sub>** et **S<sub>2</sub>**, par exemple par l'intermédiaire de tampons **33**, sur les renforts d'appui **6<sub>1</sub>** et **6<sub>2</sub>** du moule **1**.

Les différentes phases du procédé peuvent intervenir, comme décrit ci-dessus, en mettant en oeuvre les moyens de l'installation qui offrent l'avantage, dans le cas d'équipement avec les manches **25**, d'éviter la chute par gravité de la charge de sable **2** dans le moule **M**. Dans un tel cas, le déversement est effectué par l'intermédiaire des manches souples **25** qui permettent de répartir, sans hauteur de chute importante, la charge de sable **2**, soit totale, soit complémentaire lorsqu'un lit résiduel a été volontairement maintenu dans le fond du moule **1**. Dans un tel cas, la capacité de transfert **24** est, de préférence, suspendue à la trémie de stockage par l'intermédiaire de vérins **34**.

La **fig. 4** montre, à titre d'exemple, une possible réalisation d'une installation faisant intervenir les moyens selon la **fig. 3**. Dans un tel cas, l'installation comprend une structure **35** délimitant une voie de guidage **36**, du type circulaire, pour amener les différents moules du poste **26** à un poste **37**, dit de coulée, à la suite duquel s'étend une zone de

refroidissement **38** conduisant chaque moule successivement de nouveau au poste **26**. La structure **35** peut être réalisée sous la forme d'un carrousel dont l'axe de rotation **39** est décalé par rapport à l'aplomb de la trémie **23** et de la capacité **24**. Dans un tel cas, les moyens de transfert sont prévus, entre les différents bras du carrousel et le châssis **5**, pour assurer le support de chaque moule **1** sur ce dernier, soit lors de la phase de remplissage-vibration, soit lors de la phase de vidage. Cette forme d'implantation est donnée, à titre d'exemple, car les moyens de l'invention pourraient, bien entendu, être mis en oeuvre en faisant intervenir une installation comportant un transfert en ligne des différents moules **1** devant les postes fonctionnels de vidage, de remplissage, de vibrage, de coulée, de refroidissement, de décochage-débouillage éventuel.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés, car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.

## Revendications

**1** - Procédé de serrage par vibrations du sable d'un moule de fonderie, procédé du type consistant à disposer dans un moule, vide ou partiellement rempli, un modèle consommable, par exemple en polystyrène expansé, à remplir le moule avec un sable approprié jusqu'à emballer complètement le modèle puis à appliquer des vibrations au moule,

caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer au moule des vibrations haute fréquence, de faible amplitude, par des générateurs inclinés de façon convergente vers le bas, prenant appui sur deux faces opposées du moule et générant des vibrations à propagation sensiblement circulaire tournant en sens inverse d'une des faces à l'autre.

**2** - Procédé de serrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les vibrations tournent autour d'un axe géométrique sensiblement horizontal, vers le haut du moule, à partir de leur point d'application sur le moule.

**3** - Procédé de serrage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les vibrations appliquées ont une fréquence supérieure à 50 Hertz.

**4** - Procédé de serrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les générateurs de vibrations sont orientés à 45°.

**5** - Procédé de serrage selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les vibrations sont appliquées à la partie supérieure du moule.

**6** - Installation de fonderie pour la coulée de pièces selon la technique du modèle consommable, du type comprenant une structure de support d'un moule, un poste (**26**) de remplissage du moule (**1**) avec un sable (**2**) chargé d'emballer complètement un modèle consommable (**M**) et un poste de serrage par vibrage du

sable contenu dans le moule,

caractérisée en ce que le poste de serrage par vibration comprend :

- un châssis de support (5) sur lequel le moule est posé par sa partie inférieure,

- au moins deux renforts d'appui (6<sub>1</sub>, 6<sub>2</sub>) portés par deux parois verticales (1a) opposées du moule,

- et au moins deux systèmes (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>) générateurs de vibrations coopérant avec les renforts d'appui, inclinés de façon convergente vers le bas et générant des vibrations à propagation sensiblement circulaire tournant en sens inverse pour les deux systèmes générateurs opposés.

7 - Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que les renforts d'appui (6<sub>1</sub>, 6<sub>2</sub>) sont prévus à proximité de la partie supérieure ouverte du moule.

8 - Installation selon la revendication 6 ou 7, caractérisée en ce que les renforts (6<sub>1</sub>, 6<sub>2</sub>) présentent une surface d'appui (7) perpendiculaire à la direction (F<sub>1</sub>-F<sub>2</sub>) d'inclinaison des systèmes générateurs.

9 - Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que les systèmes générateurs sont adaptés sur les renforts.

10 - Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que les systèmes générateurs sont portés par des vérins d'escamotage (8<sub>1</sub>, 8<sub>2</sub>).

11 - Installation selon l'une des revendications 6, 9 ou 10, caractérisée en ce que les systèmes générateurs (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>) produisent des vibrations de faible amplitude tournant vers la partie supérieure du moule autour d'un axe géométrique (x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>) sensiblement horizontal à partir de leur point d'application sur le moule.

12 - Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que le moule possède un fond (4) ouvrable pour la vidange du sable.

13 - Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que la structure de support du moule comprend une voie de guidage des moules (36), un poste de vidage du sable (26), un poste de remplissage du moule, des moyens de vibration incluant un châssis de support (5) du moule et des moyens (15, 28, 29, 30) de recyclage du sable entre le poste de vidage et le poste de remplissage.

14 - Installation selon la revendication 13, caractérisée en ce qu'elle comprend un poste assumant une fonction de vidage, de remplissage et de vibration incluant un châssis de support amorti, disposé au-dessus d'une fosse (31) de récupération de sable usagé et en-dessous d'une trémie de remplissage.

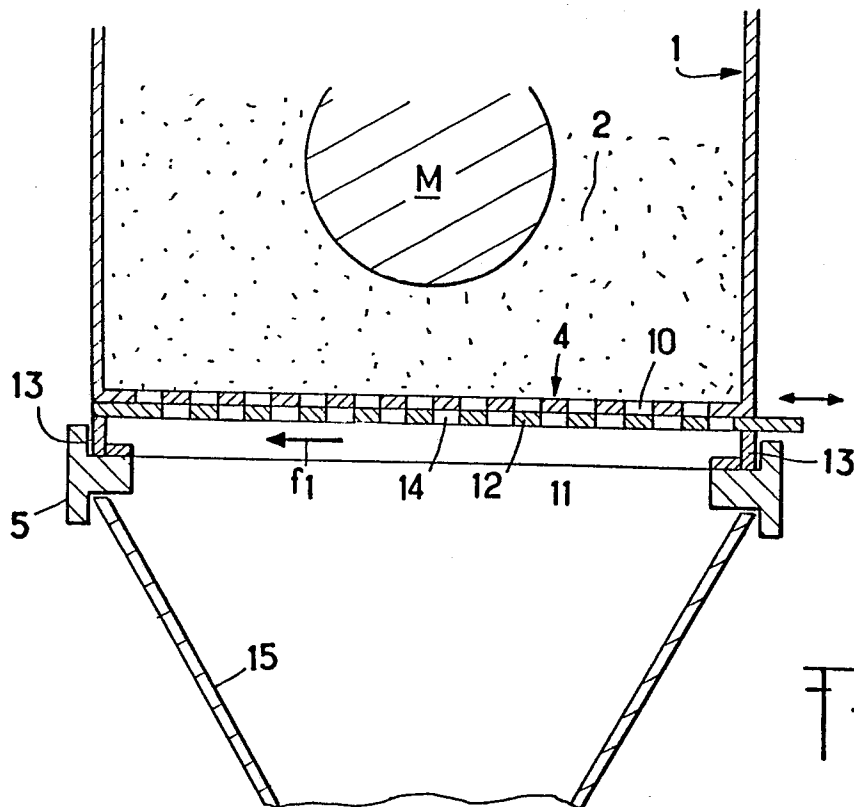
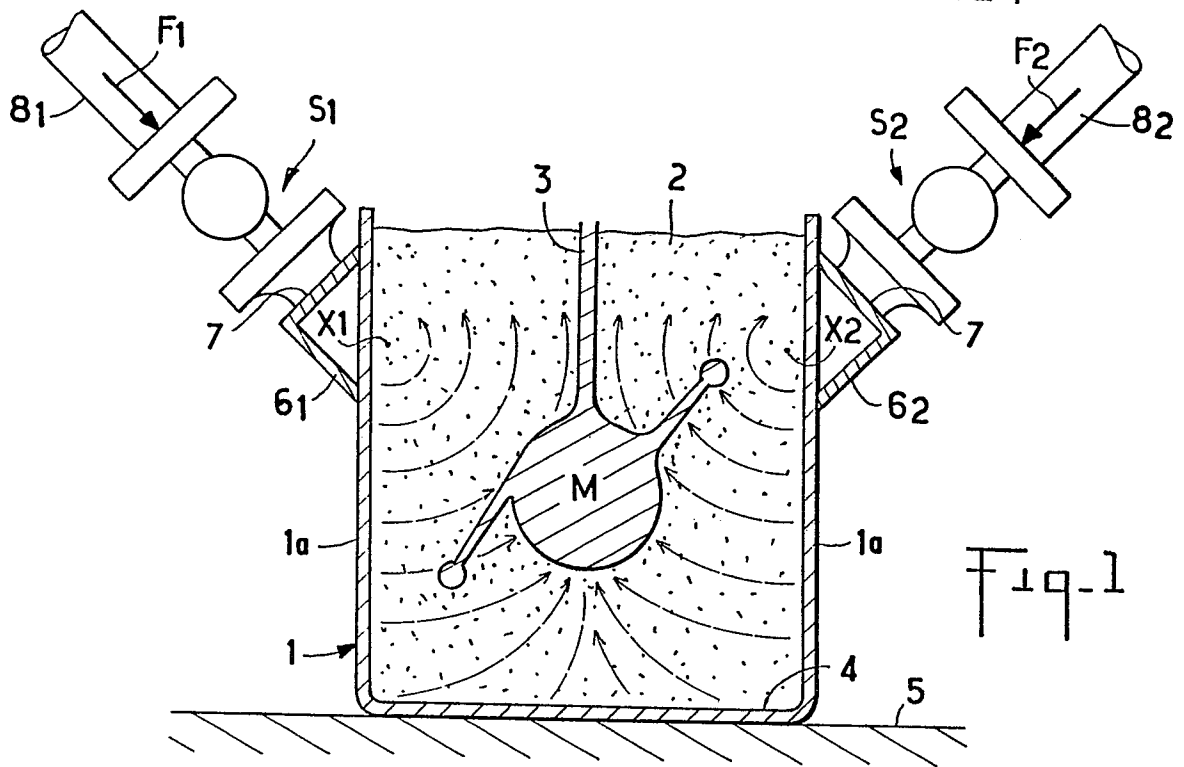


Fig. 3

2/3

0291424

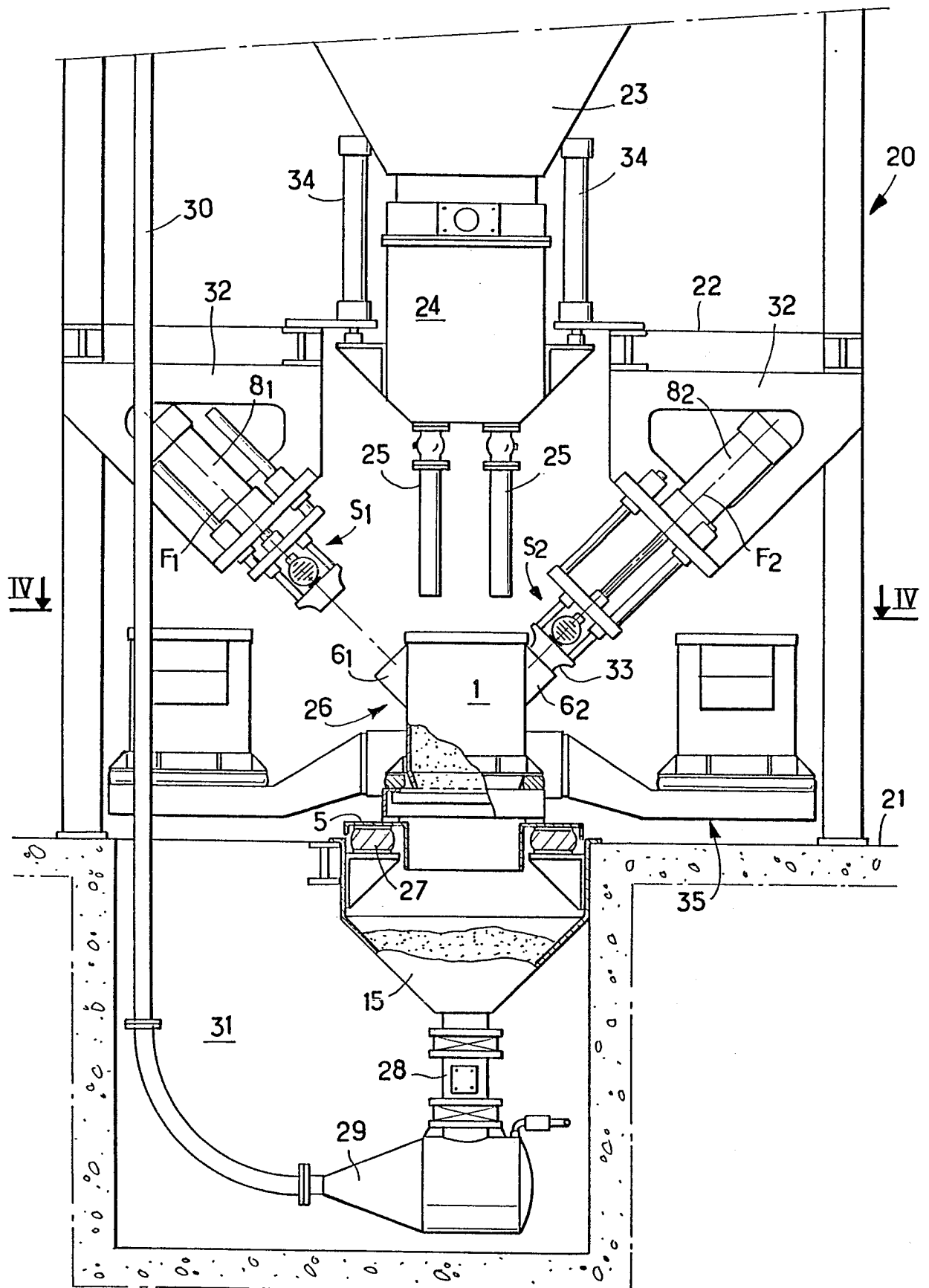
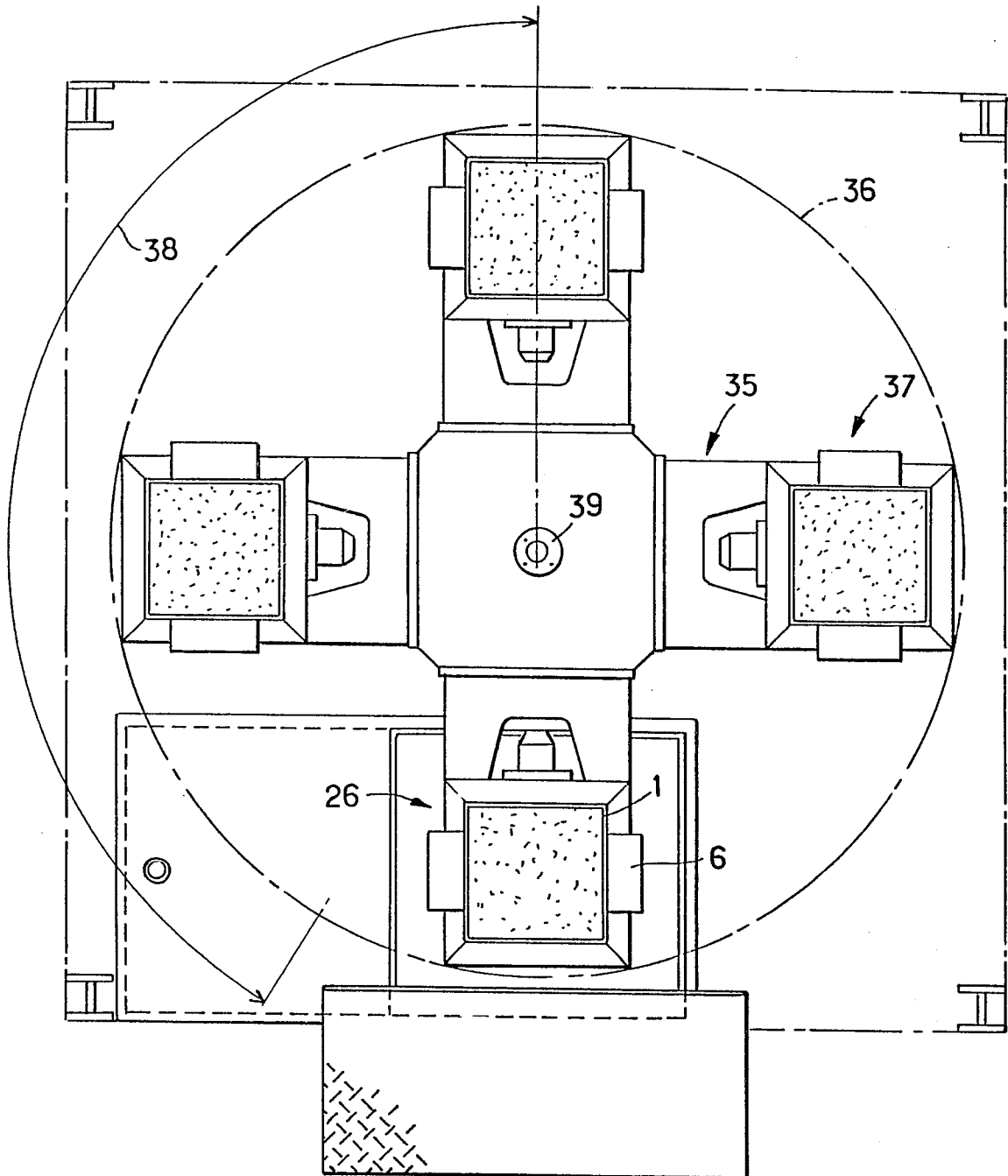


Fig. 4

0291424







Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 88 42 0146

| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | GB-A-2 088 762 (GENERAL KINEMATICS)<br>---                                      |                                                 | B 22 C 15/10                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | GB-A-2 151 960 (R.J. VANRENS)<br>---                                            |                                                 | B 22 C 9/04                                |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | DE-B-1 120 785 (R. BOSCH GmbH)<br>-----                                         |                                                 |                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                 |                                                 | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                 |                                                 | B 22 C<br>B 28 B                           |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                 |                                                 |                                            |
| Lieu de la recherche<br>LA HAYE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                 | Date d'achèvement de la recherche<br>08-07-1988 | Examineur<br>MAILLIARD A.M.                |
| <b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b><br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire<br>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                                                 |                                                 |                                            |