

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 941 789 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

15.09.1999 Bulletin 1999/37

(51) Int Cl.⁶: **B22D 23/00**

(21) Numéro de dépôt: **99400547.8**

(22) Date de dépôt: **08.03.1999**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: **10.03.1998 FR 9803028**

(71) Demandeur: **MONTUPET S.A.**

F-92110 Clichy (FR)

(72) Inventeur: **Meyer, Philippe**
60600 Ronquerolles (FR)

(74) Mandataire: **Le Forestier, Eric**
Cabinet Regimbeau,
26, avenue Kléber
75116 Paris (FR)

(54) **Procédé et installation de moulage de pièces en alliage léger**

(57) Un procédé de moulage d'une pièce en alliage léger comprend les étapes consistant à :

- préparer un moule avec empreinte en sable à prise physique,
- incorporer au moule un moyen d'obturation déplaçable au voisinage d'un conduit d'alimentation du moule,
- placer le moule de telle sorte que son conduit d'alimentation se trouve en partie inférieure,
- connecter le conduit d'alimentation du moule à un

tube d'alimentation en alliage en fusion mis en pression,

- effectuer le remplissage du moule avec ledit alliage,
- avant toute solidification substantielle de la pièce, déplacer le moyen d'obturation pour obturer le conduit d'alimentation, puis retourner le moule à environ 180° pour assurer une solidification en mode gravité.

Application notamment à la fabrication des blocs-moteurs de véhicules automobiles.

EP 0 941 789 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un nouveau procédé de réalisation de pièces de fonderie en alliage d'aluminium, ainsi qu'une installation pour la mise en oeuvre de ce procédé.

[0002] Le développement actuel de l'aluminium dans le domaine automobile rend nécessaire la mise au point de nouveaux procédés, à la fois adaptés à la nécessité de minimiser les coûts de production, adaptés à la grande série (typiquement plusieurs centaines de milliers de pièces par an et par type de produit), et adaptés enfin à la réalisation de pièces de qualité optimale et de géométries de plus en plus complexes notamment sous la contrainte des réglementations antipollution conduisant à rechercher l'allégement systématique, la compacité maximale, la performance optimale et l'intégration de fonctions.

[0003] La qualité de ces pièces porte tant sur les aspects métallurgiques (à savoir la recherche des propriétés les plus élevées par une microstructure de fonderie la plus fine et la plus saine possible dans les zones sollicitées) que sur les aspects dimensionnels (en particulier la précision dimensionnelle maximale de toutes les géométries de la pièce qui sont critiques pour les performances du véhicule.

[0004] Il existe certes un certain nombre de procédés disponibles pour la réalisation de pièces automobiles. Mais aucun de ces procédés ne paraît présenter aujourd'hui un ensemble de caractéristiques qui satisfasse pleinement l'ensemble des exigences précitées.

[0005] Les procédés de fonderie en moules métalliques, essentiellement le procédé par gravité et le procédé par basse pression sont certes économiquement performants et délivrent un haut niveau de qualité métallurgique et dimensionnelle. Ils sont cependant inadaptés à la réalisation de pièces de formes complexes.

[0006] Ainsi les formes intérieures sont dans ce cas réalisées par des noyaux de sable chimiquement lié, et ces procédés ne sont bien adaptés que s'il est possible d'insérer l'ensemble de ces noyaux rapidement après l'ouverture du moule et l'extraction de la pièce précédente. Ceci impose que les séquences de positionnement sur le moule restent relativement simples, et s'avère donc incompatible avec certains cas de figure, par exemple pour des blocs-moteurs ou des culasses, où il faut positionner jusqu'à douze noyaux ou plus selon des trajectoires assez complexes et donc en une durée excessivement longue.

[0007] Il existe également des procédés dits de « sand package », notamment le procédé développé par COSWORTH CASTINGS, qui ont été développés pour répondre aux objectifs indiqués plus haut. Cependant ces procédés sont très coûteux car ils doivent mettre en oeuvre une quantité importante de sable chimiquement lié. En outre, dans le cas du procédé COSWORTH, la nécessité d'utiliser un sable spécial de type zircon en lieu et place de la silice habituellement utilisée en fonderie

contribue également à des coûts d'exploitation très élevés. Par ailleurs, ces procédés ne permettent pas d'obtenir la qualité métallurgique qui peut être obtenue avec l'utilisation de moules comportant des éléments métalliques permettant d'accroître au maximum la vitesse de solidification de l'alliage d'aluminium dans les zones les plus critiques.

[0008] Il existe également un procédé dit de « lost foam » qui répond bien aux contraintes de complexité géométrique et de production en grande série. En revanche, le niveau de qualité métallurgique obtenu est très inférieur aux standards actuels de la fonderie en moule métallique (par gravité ou basse pression), de sorte que ce procédé ne peut actuellement être envisagé pour certaines applications très sollicitées.

[0009] La présente invention vise à pallier les limitations de l'état de la technique et à proposer un procédé de fonderie qui permette de mieux répondre aux besoins du marché et en particulier du marché automobile, tout en restant de mise en oeuvre économique.

[0010] Un autre objet de la présente invention est de proposer un procédé de fonderie utilisant au moins en partie substantielle du sable à prise physique, ou sable à vert, ne posant pas les problèmes particuliers de recyclage et d'environnement rencontrés avec les sables à prise chimique.

[0011] Ainsi l'invention propose selon un premier aspect un procédé de moulage d'une pièce en alliage léger tel qu'un alliage d'aluminium, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes successives consistant à :

- préparer un moule avec empreinte en sable à prise physique,
- incorporer au moule un moyen d'obturation déplaçable au voisinage d'un conduit d'alimentation du moule,
- placer le moule de telle sorte que son conduit d'alimentation se trouve en partie inférieure,
- connecter le conduit d'alimentation du moule à un tube d'alimentation en alliage en fusion mis en pression,
- effectuer le remplissage du moule avec ledit alliage,
- avant toute solidification substantielle de la pièce, déplacer le moyen d'obturation pour obturer le conduit d'alimentation, puis retourner le moule à environ 180° pour assurer une solidification en mode gravité.

[0012] Des aspects préférés, mais non limitatifs, du procédé selon l'invention sont les suivants :

- il est prévu en outre, entre les étapes de remplissage et de solidification, une étape d'obturation de ladite région inférieure du moule suivie d'une séparation entre un tube d'alimentation en alliage en fusion et le moule.
- l'étape d'obturation est achevée moins de dix secondes environ après la fin de l'étape de remplis-

sage.

- l'étape de retournement est achevée au plus tard 25 secondes, de préférence 15 secondes, après la fin de l'obturation.
- l'étape de retournement est achevée au plus tard 15 secondes, de préférence 5 secondes, après la fin de l'obturation.
- l'on utilise un moule en sable siliceux d'une granulométrie au moins égale à 40 AFS, de préférence au moins égale à 55 AFS ou encore 80 AFS pour l'obtention d'états de surface excellents.
- on utilise un moule à deux demi-châssis, et l'étape de préparation du moule comprend les phases consistant à mouler deux demi-empreintes dans les deux demi-châssis, à positionner des noyaux de moulage dans les deux demi-châssis disposés avec leur demi-empreinte sur le dessus, et à assembler les deux demi-châssis.
- l'étape d'assemblage des deux demi-châssis aboutit à un moule en position généralement horizontale, et le procédé comprend en outre l'étape consistant à faire basculer le moule jusqu'à une position de remplissage généralement verticale.
- les noyaux sont réalisés en sable à prise chimique.
- les noyaux sont réalisés en sable siliceux d'une granulométrie au moins égale à 40 AFS.
- il est prévu en outre, après solidification de la pièce, une étape de séparation de la pièce et du moule permettant de récupérer séparément le sable d'empreinte et le sable de noyaux.
- il est prévu en outre, avant l'étape de remplissage du moule, une étape de positionnement d'au moins un refroidisseur massif placé à dans une région du moule distante de ladite région d'alimentation du moule, et après la solidification, une étape de récupération du ou des refroidisseurs.

[0013] Selon un deuxième aspect, l'invention propose une installation pour le moulage d'une pièce en alliage léger tel qu'un alliage d'aluminium, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- un moule apte à être retourné par rotation autour d'un axe essentiellement horizontal, possédant un chenal d'alimentation en alliage fondu et incorporant un moyen d'obturation dudit chenal, et
- un dispositif de manutention de moule apte à déplacer le moule par rotation autour dudit axe horizontal et possédant un moyen d'actionnement dudit moyen d'obturation.

[0014] Des aspects préférés de cette installation sont les suivants:

- le dispositif de manutention possède des moyens pour déplacer le moule en translation en direction d'un tube d'alimentation en alliage fondu.
- le dispositif de manutention est également apte à

déplacer le moule par rotation autour dudit axe horizontal entre une position initiale en sortie d'une station d'assemblage de moule et une position de moulage.

- 5 - le dispositif de manutention est apte à déplacer le moule autour d'un axe vertical pour coopérer respectivement avec un convoyeur d'arrivée du moule, un four de coulée en basse pression muni dudit tube d'alimentation et un convoyeur de départ du moule.

[0015] Enfin, selon un troisième aspect, l'invention propose un moule destiné à la coulée d'une pièce en alliage léger tel qu'un alliage d'aluminium, le moule étant pourvu d'un chenal d'alimentation en alliage fondu sous pression, le moule étant caractérisé en ce qu'il est monté à rotation sur un axe essentiellement horizontal de manière à pouvoir être retourné après remplissage, et en ce qu'il comprend un moyen d'obturation mécanique dudit chenal d'alimentation.

[0016] Des aspects préférés mais facultatifs de ce moule sont les suivants:

- le moule possède au moins une empreinte en sable à prise physique, et ledit moyen d'obturation mécanique comprend une plaque métallique incorporée dans l'empreinte et guidée directement par celle-ci.
- le moule comprend un évidement borgne se terminant au droit d'un bord de ladite plaque métallique et apte à recevoir une tige d'un moyen d'actionnement de ladite plaque.
- ladite plaque possède au moins un appendice de guidage qui, dans une position initiale de ladite plaque, pénètre dans une empreinte opposée du moule.

[0017] D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante d'un exemple de réalisation de celle-ci, donnée à titre d'exemple et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

la figure 1 est une vue schématique en perspective d'un moule et de ses noyaux utilisés dans un procédé selon la présente invention, au cours d'une étape d'assemblage du moule, la figure 2a illustre en vue en élévation latérale éclatée les constituants du moule à assembler, les figures 2b et 2c illustrent schématiquement en coupe transversale le moule assemblé au cours de deux phases opératoires du procédé, les figures 3a à 3e illustrent schématiquement, en coupe longitudinale verticale, cinq étapes successives du procédé de moulage selon l'invention, les figures 4a à 4d illustrent schématiquement quatre étapes successives pour la mise en place d'un dispositif d'obturation dans le moule, la figure 5 illustre schématiquement en perspective la région du dispositif d'obturation dans la situation

de la figure 4a,
 les figures 6a à 6c sont des vues schématiques en élévation de face d'un équipement de manutention de moule utilisable dans le procédé selon l'invention, au cours de trois phases successives, les figures 7a et 7b sont des vues schématiques en élévation de côté de l'équipement des figures 6a à 6c, au cours de deux phases successives, et les figures 8a à 8c sont des vues schématiques de dessus de l'équipement des figures 6a à 6c et 7a, 7b et d'équipements associés, au cours de trois phases successives.

[0018] En référence tout d'abord à la figure 1, on a représenté un moule 10 dont les empreintes sont formées par du sable lié physiquement, c'est-à-dire n'utilisant pas de résine à durcissement thermique ou chimique, et de préférence par du sable à vert.

[0019] On notera ici à titre indicatif que le sable à vert présente un coût par unité de poids qui est dix à quinze fois inférieur à celui d'un sable chimique de type boîte froide. En outre, ce type de sable ne pose pas les problèmes de recyclage et de pollution posés de façon connue par les sables à prise chimique.

[0020] Ce sable est utilisé en châssis, l'essentiel du moule, réalisé sous forme de deux demi-moules 10a et 10b, étant constitué de deux demi-châssis métalliques 17a, 17b, chaque demi-châssis portant une demi-empreinte 11a, 11b réalisée par les technologies habituelles de production de moules en sable à vert, à l'aide d'un modèle.

[0021] Avant fermeture des deux demi-châssis l'un sur l'autre, chaque demi-châssis est présenté sur un convoyeur C en position ouverte, face empreinte vers le haut, de façon à faciliter le remmoulage, c'est-à-dire le positionnement des différents noyaux et inserts (ensemble principal de noyaux 13 et noyaux secondaires individuels 12) destinés à l'obtention des formes intérieures et de certaines formes extérieures de la pièce à réaliser, l'exemple illustré schématiquement ici étant celui d'un bloc-moteur.

[0022] Ces noyaux peuvent être manipulés à la main dans le cas des petits noyaux 12, ou encore par des robots opérant en des postes de travail successifs (cas de l'ensemble principal de noyaux 13). Ces noyaux sont de préférence en sable à prise chimique (de préférence de type boîte froide ou selon le procédé de type « Isocet »). Pour des raisons de coût, on utilise de préférence du sable siliceux (SiO₂) de granulométrie égale à environ 55-60 AFS ou plus, les états de surfaces les meilleurs étant obtenus avec les valeurs de granulométrie AFS les plus élevées).

[0023] On observe sur la figure 2a que l'ensemble principal de noyaux 13 possède dans le présent exemple, outre différents noyaux de sable chimique 131 formant la géométrie voulue, des inserts métalliques 132 destinés à former des chemises de cylindres, ainsi qu'un bloc métallique massif de refroidissement 16, comme

on le verra plus loin. Ce bloc de refroidissement peut être incorporé à l'ensemble de noyaux 13 lors de la réalisation des noyaux 131, de façon à réaliser une solidification entre noyaux et refroidisseur.

[0024] Une fois les noyaux mis en place, les deux demi-châssis sont assemblés, le demi-châssis supérieur, initialement placé à côté du demi-châssis inférieur, empreinte vers le haut, étant retourné à 180° (voir position de la figure 2a) pour être assemblé, avec des moyens d'indexation de position appropriés, sur le demi-châssis inférieur.

[0025] En référence maintenant aux figures 2b et 2c, la figure 2b illustre la position du moule 10 pendant la phase de remplissage, l'exemple étant toujours celui du moulage d'un bloc-moteur.

[0026] Ce remplissage s'effectue à travers des masselottes 14 avec alimentation par basse pression dont le canal d'arrivée 22 se trouve en partie alors basse du moule. La direction de montée du métal liquide est désignée par les flèches F1.

[0027] On observera ici qu'un remplissage par simple gravité est ici exclu en raison des risques de turbulence et de création d'oxydes qu'il génère. En effet, tout oxyde créé dans le système d'alimentation serait dans ce cas entraîné dans la pièce et se retrouverait irrémédiablement coincé dans celle-ci.

[0028] Au contraire, le fait de recourir à un remplissage par basse pression permet de contrôler parfaitement ce remplissage sans créer de turbulences et en apportant dès le départ le bon gradient thermique dans la pièce et le moule, les masselottes 14 constituant les zones les plus chaudes dès la fin du remplissage.

[0029] La réalisation pratique du remplissage en basse pression se fait de préférence avec la mise en contact du moule en sable 10 avec un tube plongeur (non illustré sur la figure 2a) relié à un four étanche de type four basse pression, classique en soi. Après cet accostage, la montée du métal et le contrôle du flux se font par pressurisation du four. On peut également, en variante, utiliser une pompe électromagnétique.

[0030] Une caractéristique avantageuse du procédé selon l'invention est le recours à une obturation mécanique du système d'alimentation dès la fin du remplissage et avant le retournement à 180° du moule. Un tel retournement a pour objet de mettre les masselottes 14 en position haute et de réaliser la solidification dans des conditions identiques à celles d'une alimentation par gravité.

[0031] Le retournement doit être réalisée aussi rapidement que possible après l'obturation. Des essais ont en effet permis de démontrer que si l'on attend trop longtemps après obturation avant d'effectuer le retournement, des défauts apparaissent dans la pièce sous forme de replis ou de cavités, rendant la pièce inapte à l'utilisation. Ces défauts s'expliquent par un début de solidification dans les régions les plus froides du moule avant le retournement.

[0032] Concrètement, pour une pièce de type bloc-

moteur ou culasse de moteur d'automobile, le retournement doit être effectué au plus tard 15 secondes, et de préférence au plus tard 5 secondes, après l'obturation.

[0033] L'obturation elle-même est réalisée le plus rapidement possible après la fin du remplissage de façon à ne pas perdre de temps et à ne pas être perturbé par un début de solidification dans le conduit d'alimentation. Avantagusement, on effectue l'obturation au plus tard 10 secondes après la fin du remplissage, sans pour autant que le dépassement de cette limite ne présente de risque pour la santé de la pièce.

[0034] L'obturation mécanique de l'alimentation avant le retournement du moule présente dans de multiples avantages.

[0035] Elle permet tout d'abord de relâcher la pression immédiatement et de retourner la pièce sans être sous pression liquide. Ceci évite la mise en place d'un joint tournant complexe sur le moule en sable.

[0036] Elle garantit par ailleurs dans tous les cas de figure une interruption nette et immédiate du flux de métal liquide.

[0037] A cet égard, si l'on relâchait la pression après la fin du retournement, le métal continuerait de s'écouler des masselottes vers le circuit d'alimentation. L'arrêt naturel de ce flux étant long, typiquement de l'ordre de 10 secondes à plusieurs dizaines de secondes, ceci imposerait de retarder le désaccostage entre le moule et le tube plongeur d'alimentation ou à défaut exige la mise en place d'un réceptacle de métal liquide sous le moule et sous sa trajectoire vers les postes suivants.

[0038] Par ailleurs ce métal qui recoule serait perdu.

[0039] Au contraire, dans la présente invention, le dispositif d'obturation permet au métal apporté de rester dans le moule, si bien qu'il contribue sensiblement entièrement au procédé (augmentation du volume de masselottes).

[0040] Pratiquement l'obturation peut être réalisée par l'actionnement d'une trappe métallique placée dans le moule en sable, comme on le décrira en détail plus loin (système de guillotine), ou par tout autre solution mécanique réalisant cette fonction.

[0041] La figure 2c illustre la position du moule 10 après retournement à 180°, le bloc-moteur réalisé étant désigné par BM. Les flèches F2 indiquent le sens de propagation principale du refroidissement, ce refroidissement s'effectuant pour l'essentiel en partant du refroidisseur massif 16 maintenant situé en partie inférieure.

[0042] Plus généralement, le procédé selon l'invention met avantagusement en jeu un ou plusieurs refroidisseurs placés à l'opposé du système de masselottage et remoulés pendant les séquences de remoulage de l'ensemble principal de noyaux 13 en sable chimiquement lié.

[0043] Dans l'exemple du refroidisseur 16 sur les figures 1, 2a à 2c, celui-ci permet d'accentuer le gradient thermique qui fait progresser la solidification vers les masselottes.

[0044] Pratiquement, de tels refroidisseurs sont pré-

férentiellement constitués de masses de fonte ou d'un autre matériau offrant des capacités d'absorption calorifique adéquates. Ces masses peuvent le cas échéant être de forme, c'est-à-dire servir à réaliser partiellement la géométrie de la pièce.

[0045] Les refroidisseurs seront de préférence monoblocs. Ils peuvent être placés dans les boîtes à noyaux servant à la réalisation des noyaux à prise chimique et insérés dans ces derniers au moment de leur réalisation par projection et polymérisation du sable enrobé de résine dans la boîte à noyaux.

[0046] Après solidification de la pièce en position verticale, refroidisseur en bas et masselottes en haut (figure 2c), les deux demi-châssis sont remis à plat, de telle sorte que leur plan de joint soit horizontal. Ils sont alors séparés délicatement l'un par rapport à l'autre. La pièce est saisie avec son (ses) refroidisseur(s) et son système de noyautage à prise chimique, par exemple par un robot, puis soumis à un nettoyage, par exemple par broyage, de façon à éliminer le maximum de sable à prise physique de la pièce et du paquet de sable à prise chimique.

[0047] Cette séparation des deux types de sables permet de minimiser les coûts de recyclage des sables.

[0048] Par ailleurs, on récupère à ce stade le ou les refroidisseurs 16, qui peuvent être réutilisés.

[0049] La pièce est alors soumise aux cycles habituels de débouillage (élimination du sable), d'ébavurage, de traitement thermique, d'usinage et de contrôle.

[0050] Les figures 3a à 3e illustrent schématiquement le procédé de l'invention, dans lequel on prévoit au niveau du passage 22 d'amenée de métal liquide, destiné à être relié au tube plongeur 20, des moyens d'obturation, globalement désignés par la référence 30, dont on va décrire plus loin un exemple.

[0051] Tout d'abord, les moyens d'obturation 30 sont ouverts et le tube d'alimentation 20 est accosté sur le moule 10 par mouvement du moule selon la flèche F3 (figure 3a). Plus précisément, grâce à une ouverture 21 pratiquée dans le châssis du moule, le tube d'alimentation 20 vient alors en contact avec le sable à prise physique du moule. Le remplissage par basse pression est alors effectué (figure 3b). Les moyens d'obturation sont ensuite mis en oeuvre pour isoler la cavité du moule, une fois remplie, du système d'alimentation (flèche F4 en figure 3c), puis on sépare le tube plongeur 20 du moule 10 selon la flèche F5 (figure 3d). Enfin le retournement par rotation autour d'un axe horizontal A est réalisé selon F6 en figure 3e).

[0052] On peut également prévoir de commencer la rotation du moule selon l'axe de retournement A dès la fin de l'obturation et pendant la dépressurisation du four. Ceci permet aux dernières gouttes d'alliage liquide de se solidifier dans le tube d'alimentation 20 pendant la phase de retournement, sans toutefois effectuer ce retournement sous pression, ce qui est critique pour l'étanchéité de la surface de contact entre le tube d'alimentation 20 et le sable à vert 11a, 11b du moule. Ceci

permet également un léger gain en cadence du procédé.

[0053] On notera ici que le fait de réaliser le désaccostage entre système d'alimentation et moule le plus tôt possible au cours du processus, peut permettre d'accroître les cadences de production, l'évacuation du moule et donc l'accostage avec le moule suivant sur la chaîne de production pouvant être réalisés plus hâtivement.

[0054] Les figures 4a à 4d et la figure 5 illustrent un exemple de réalisation concrète des moyens d'obturation 30. Ceux-ci comprennent une plaquette métallique 31, par exemple en fonte ou en acier, d'une épaisseur de l'ordre de 2 à 5 mm, insérée dans l'une (ici 11b) des deux empreintes en sable à vert du moule lors de la réalisation de celle-ci de façon à se trouver au droit du chenal 22 d'alimentation en métal. A son extrémité libre tournée vers le chenal 22, la plaque 31 possède deux appendices latéraux 31a destinés à permettre un positionnement aisé de la plaque 31 lors de la réalisation du demi-moule 11b, ainsi qu'à faciliter le guidage de la plaque lors de son déplacement jusqu'en position d'obturation. A cet effet, l'empreinte opposée 11a possède deux cavités sensiblement complémentaires 33 dans lesquelles lesdits appendices peuvent venir s'engager lors de l'assemblage des deux demi-châssis.

[0055] On notera ici que l'utilisation de sable à vert pour les empreintes du moule permet de réaliser un tel dispositif d'obturation sans difficulté, la plasticité du sable à vert permettant de déplacer la plaque 31, pour autant qu'elle reste suffisamment mince, sans détériorer le moule.

[0056] La figure 4a illustre la réalisation de l'empreinte 11b avec une plaque modèle PM, l'empreinte incluant la plaque d'obturation 31 et les deux appendices débordants 31a.

[0057] La figure 4b illustre l'assemblage des deux demi-châssis, les extrémités des appendices 31a, 31a s'engageant dans les cavités 33 de l'empreinte opposée.

[0058] La figure 4c illustre une cavité 34 formée dans l'empreinte 11b et destinée à recevoir la tige 216 et la tête 216a d'un vérin destiné à agir sur la plaque 31 pour obturer le chenal 22, avant obturation. Le fond de cette cavité se termine à une courte distance du bord de la plaque 31 opposé au chenal.

[0059] Enfin la figure 4d illustre la situation après que le vérin, par l'intermédiaire de la tige 216 et de sa tête 216a, a sollicité la plaque 31, après avoir chassé localement le sable à vert, pour réaliser l'obturation.

[0060] Les figures 6a à 6c donnent un exemple d'un équipement EQ de manutention de moule qui comprend un bâti principal 100 comprenant une partie d'ossature mobile 106 montée sur une plaque d'assise par l'intermédiaire d'un arbre 104 de manière à pouvoir tourner autour d'un axe vertical B sous l'action d'un moteur, à la manière d'un carrousel.

[0061] Sur la partie 106 est monté un bâti secondaire

200 destiné à accueillir un moule 10 et à le déplacer comme on va le voir plus loin.

[0062] Ce bâti secondaire possède un cadre 202 monté pivotant, par exemple sur une roue dentée 108, dont la rotation autour de l'axe horizontal A est commandée par un moteur approprié (non représenté).

[0063] Le moule 10 est monté dans ce cadre 202 avec son chenal d'alimentation 22 tourné vers l'extérieur, et est maintenu en place entre un plateau presseur 204 sollicité par un vérin 208 et un contre-plateau 210. Des galets de guidage 206, 212 définissant des appuis selon différentes directions permettent de guider et de caler le moule 10 en position dans l'équipement.

[0064] On observe également sur ces figures le vérin 214 et sa tige de sortie 216 permettant de commander la plaque d'obturation 31 située dans le moule, comme décrit plus haut.

[0065] Les figures 7a et 7b illustrent le même équipement en élévation de côté, avec le four 300 équipé de son tube d'alimentation 20. On observe sur cette figure que le bâti secondaire 200 est monté par l'intermédiaire de glissières 110 sur des rails-guides 220 solidaires du bâti principal 106, pour pouvoir coulisser, lorsque le moule 10 se trouve avec son chenal d'alimentation 22 face au tube d'alimentation 20, en rapprochement et en éloignement de ce tube, sous l'action d'un vérin (non représenté).

[0066] Enfin les figures 8a à 8c illustrent en vue de dessus l'équipement décrit ci-dessus, en coopération avec le convoyeur C sur lequel les moules sont assemblés, le four basse pression 300 et un convoyeur C' pour le départ des produits après coulée et retournement, vers la station de refroidissement.

[0067] Les différentes phases du moulage vont maintenant être décrites :

- en premier lieu, le moule est assemblé sur le convoyeur C, comme décrit plus haut, et se trouve en position horizontale face à l'équipement de manutention EQ, dans lequel il est chargé, le bâti secondaire 200 étant préalablement tourné vers le convoyeur avec l'orientation requise (figures 6a et 8a).

[0068] L'équipement EQ effectue alors une rotation sur 90° autour de l'axe vertical B, pour que le moule 10 soit face au four, et, de façon simultanée ou dissociée, le moule est tourné sur 90° pour adopter sa position verticale de moulage (figures 6b et 8b).

[0069] Le moule 10 est alors déplacé en translation vers le four 300 pour amener le tube d'alimentation 20 en communication étanche avec son chenal d'alimentation 22 (figure 7a), et la coulée en basse pression est effectuée.

[0070] A l'issue de la coulée, le chenal 22 est obturé et la pression du four 300 est relâchée de façon à amener le métal à un niveau inférieur à celui du tube d'alimentation 20, puis le moule 10 est séparé du tube d'alimentation 20 et retourné sur 180° autour de l'axe hori-

zontal A comme décrit plus haut (figure 6c et 7b).

[0071] De façon simultanée ou dissociée, le bâti 200 est tourné sur 90° autour de l'axe vertical B pour amener le moule 10 face à un convoyeur de sortie C' (figure 8c) dirigeant le moule vers une station de refroidissement.

[0072] On va maintenant décrire successivement un exemple de réalisation d'un bloc-moteur selon la technique antérieure (exemple 1) puis un exemple de réalisation du même bloc-moteur avec le procédé selon l'invention.

Exemple 1

[0073] Un bloc-moteur de 4 cylindres en ligne d'un poids de 18 Kg est réalisé selon le système d'alimentation à basse pression représenté sur la figure 2, mais sans refroidisseurs et avec un sable à vert de type zircon d'une granulométrie de 113 AFS et de composition suivante (en pourcentages massiques) :

bentonite : 1,8 %,
eau : 1,5 %
le reste étant du sable zircon.

[0074] Les noyautages intérieurs et d'extrémités (petits côtés du bloc) sont réalisés avec du sable à prise chimique.

[0075] L'alliage utilisé pour la coulée présente la composition suivante (en pourcentages massiques) :

Si : 8,6 %
Cu : 2,2 %
Mg : 0,3 %
Fe : 0,4 %
Mn : 0,3 %
le reste étant de l'aluminium.

[0076] La température du métal au moment de la coulée est de 720°C.

[0077] Le remplissage est effectué en basse pression et dure 15 secondes.

[0078] L'obturation du système d'alimentation est effectuée 2 secondes après fin du remplissage.

[0079] Le retournement à 180° est effectué 30 secondes après obturation.

[0080] L'examen du bloc-moteur montre un fort taux de porosité (de 1,5 à 3 %) dans les paliers de vilebrequin et la présence dans la pièce de bulles et de cavités pouvant atteindre une extension de l'ordre du centimètre, ce qui est tout à fait inacceptable pour ce type de pièce.

Exemple 2

[0081] Le même bloc-moteur est réalisé avec un moule en sable à vert siliceux d'une granulométrie de 55-65 AFS avec les mêmes concentrations en bentonite et en eau que dans l'exemple 1. Les noyautages intérieurs et d'extrémités sont réalisés en sable à prise chimique

comme dans l'exemple 1. Un refroidisseur en fonte 16 est placé comme indiqué sur la figure 2. Les conditions de coulée et de remplissage sont identiques à celles de l'exemple 1. L'obturation est réalisée 2 secondes après la fin du remplissage.

[0082] Le retournement à 180° commence une seconde après l'obturation et dure 4 secondes. Pendant cette phase de retournement, il est avantageux de réaliser la dépressurisation du four basse pression qui sert à amener le métal liquide dans le moule.

[0083] L'examen du bloc révèle qu'il ne présente pas de défauts de types bulles ou cavités et que la structure de l'alliage au droit du refroidisseur, dans les paliers de vilebrequin, est saine (moins de 0.5 % de porosité).

[0084] Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux formes de réalisation décrites et représentées, mais l'homme du métier saura y apporter toute variante ou modification conforme à son esprit.

Revendications

1. Procédé de moulage d'une pièce en alliage léger tel qu'un alliage d'aluminium, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes successives consistant à :

- préparer un moule (10) avec empreinte (11a, 11b) en sable à prise physique,
- incorporer au moule un moyen d'obturation déplaçable (31) au voisinage d'un conduit d'alimentation (22) du moule,
- placer le moule de telle sorte que son conduit d'alimentation se trouve en partie inférieure,
- connecter le conduit d'alimentation du moule à un tube d'alimentation (20) en alliage en fusion mis en pression,
- effectuer le remplissage du moule avec ledit alliage,
- avant toute solidification substantielle de la pièce, déplacer le moyen d'obturation (31) pour obturer le conduit d'alimentation, puis retourner le moule à environ 180° pour assurer une solidification en mode gravité.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape d'obturation est achevée moins de dix secondes environ après la fin de l'étape de remplissage.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'étape de retournement est achevée au plus tard 25 secondes après la fin de l'obturation.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'étape de retournement est achevée au plus tard 15 secondes après la fin de l'obturation.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'on utilise un moule en sable siliceux d'une granulométrie comprise entre environ 40 et environ 55 AFS.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on utilise un moule en sable siliceux d'une granulométrie au moins égale à 80 AFS.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'on utilise un moule à deux demi-châssis (10a, 10b), et en ce que l'étape de préparation du moule comprend les phases consistant à mouler deux demi-empreintes dans les deux demi-châssis, à positionner des noyaux de moulage (12, 13) dans les deux demi-châssis disposés avec leur demi-empreinte sur le dessus, et à assembler les deux demi-châssis.
8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'étape d'assemblage des deux demi-châssis aboutit à un moule en position généralement horizontale, et en ce qu'il comprend en outre l'étape consistant à faire basculer le moule jusqu'à une position de remplissage généralement verticale.
9. Procédé selon l'une des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que les noyaux (12, 13) sont réalisés en sable à prise chimique.
10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que les noyaux sont réalisés en sable siliceux d'une granulométrie au moins égale à 40 AFS.
11. Procédé selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend, après solidification de la pièce, une étape de séparation de la pièce et du moule permettant de récupérer séparément le sable d'empreinte et le sable de noyaux.
12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, avant l'étape de remplissage du moule, une étape de positionnement d'au moins un refroidisseur massif (16) placé à dans une région du moule distante de ladite région d'alimentation du moule, et après la solidification, une étape de récupération du ou des refroidisseurs.
13. Installation pour le moulage d'une pièce en alliage léger tel qu'un alliage d'aluminium, caractérisée en ce qu'elle comprend :
- un moule (10) apte à être retourné par rotation autour d'un axe essentiellement horizontal, possédant un chenal (22) d'alimentation en alliage fondu et incorporant un moyen (31) d'obturation dudit chenal, et
 - un dispositif (EQ) de manutention de moule apte à déplacer le moule par rotation autour dudit axe horizontal et possédant un moyen (214, 216) d'actionnement dudit moyen d'obturation.
14. Installation selon la revendication 13, caractérisé en ce que le dispositif de manutention (EQ) possède des moyens pour déplacer le moule en translation en direction d'un tube (20) d'alimentation en alliage fondu.
15. Installation selon l'une des revendications 13 à 14, caractérisée en ce que le dispositif de manutention est également apte à déplacer le moule par rotation autour dudit axe horizontal entre une position initiale en sortie d'une station d'assemblage de moule et une position de moulage.
16. Installation selon l'une des revendications 13 à 15, caractérisée en ce que le dispositif de manutention est apte à déplacer le moule autour d'un axe vertical pour coopérer respectivement avec un convoyeur (C) d'arrivée du moule, un four de coulée en basse pression (300) muni dudit tube d'alimentation (20) et un convoyeur (C') de départ du moule.
17. Moule (10) destiné à la coulée d'une pièce en alliage léger tel qu'un alliage d'aluminium, le moule étant pourvu d'un chenal (22) d'alimentation en alliage fondu sous pression, le moule étant caractérisé en ce qu'il est monté à rotation sur un axe (A) essentiellement horizontal de manière à pouvoir être retourné après remplissage, et en ce qu'il comprend un moyen (30, 31) d'obturation mécanique dudit chenal d'alimentation.
18. Moule selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il possède au moins une empreinte (11b) en sable à prise physique, et en ce que ledit moyen d'obturation mécanique comprend une plaque métallique (31) incorporée dans l'empreinte et guidée directement par celle-ci.
19. Moule selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'il comprend un évidement borgne (34) se terminant au droit d'un bord de ladite plaque métallique et apte à recevoir une tige (216) d'un moyen d'actionnement de ladite plaque.
20. Moule selon l'une des revendications 18 et 19, caractérisé en ce que ladite plaque (31) possède au moins un appendice de guidage (31a) qui, dans une position initiale de ladite plaque, pénètre dans une empreinte opposée (11a) du moule.

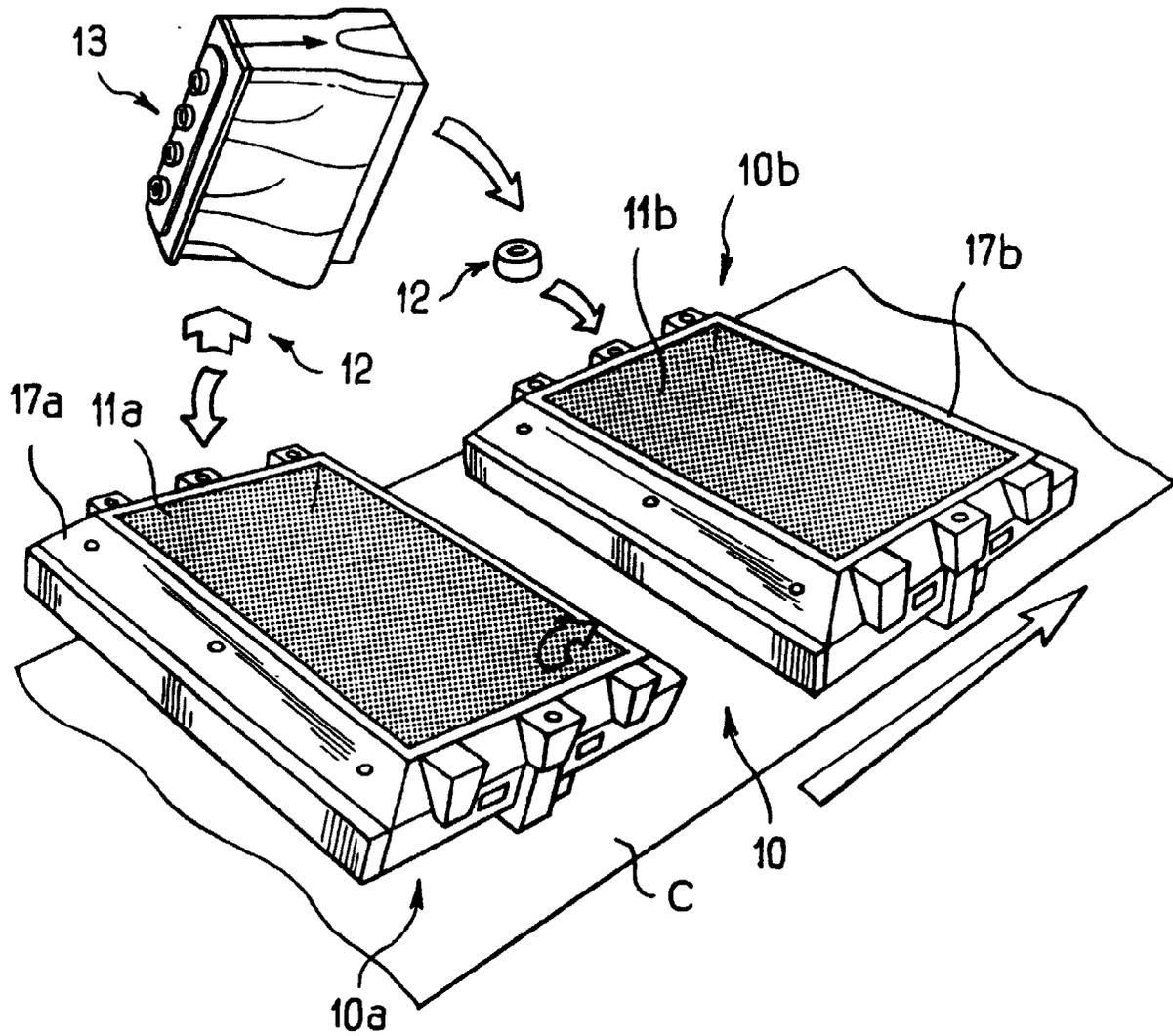


FIG. 1

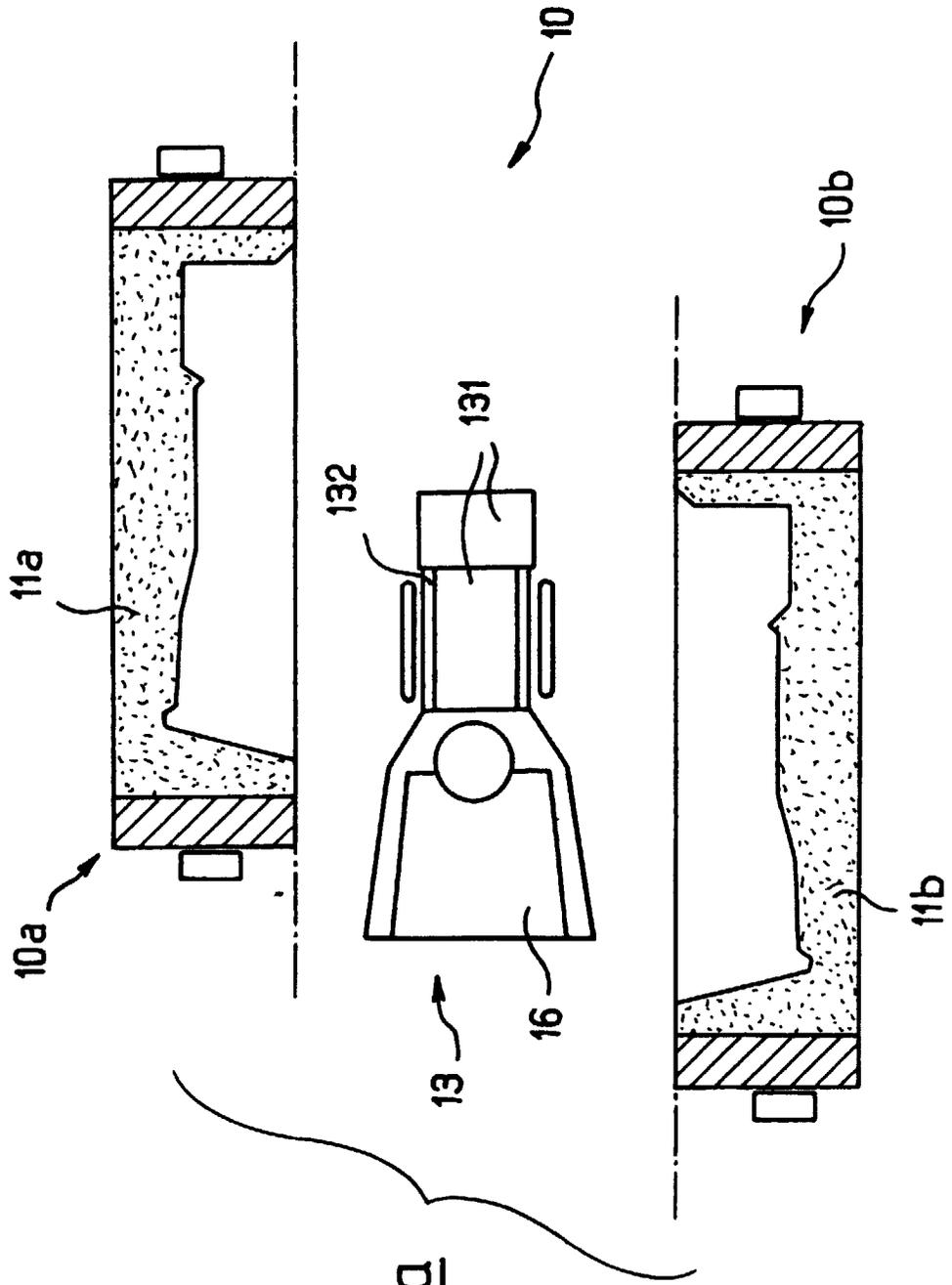


FIG. 2a

FIG. 2c

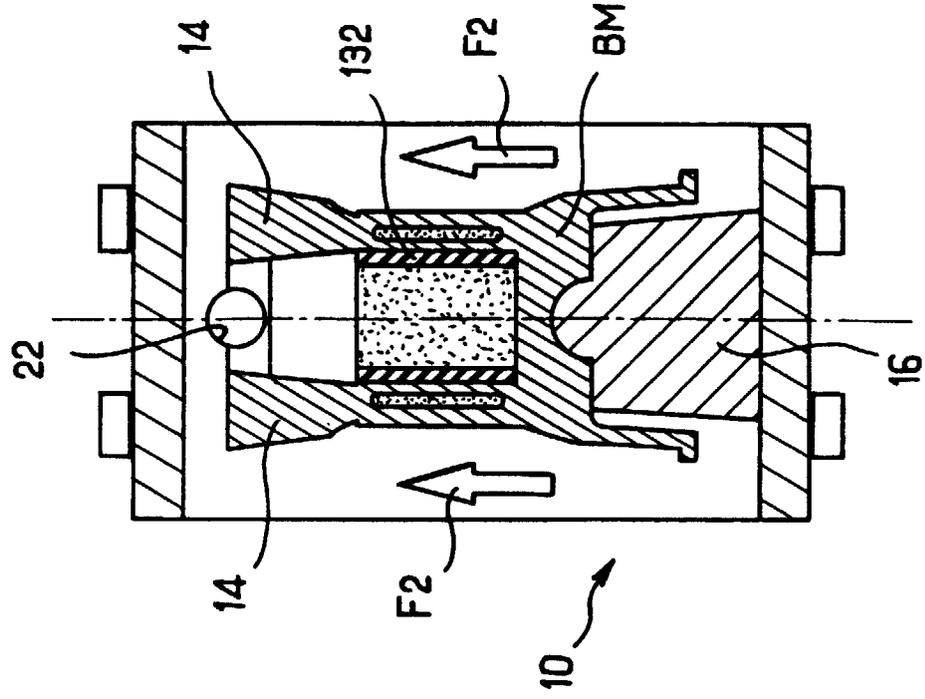
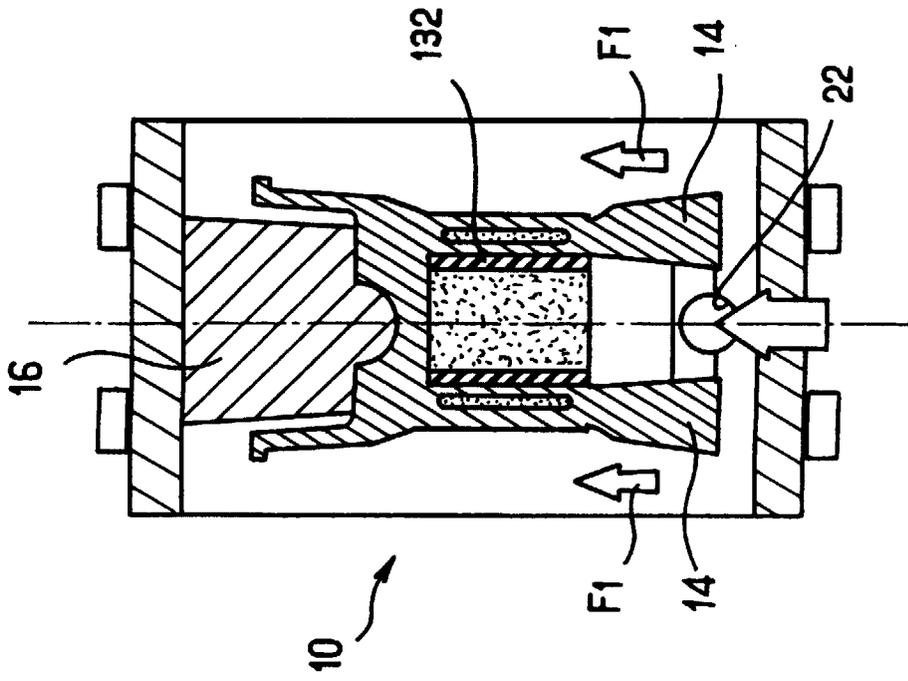
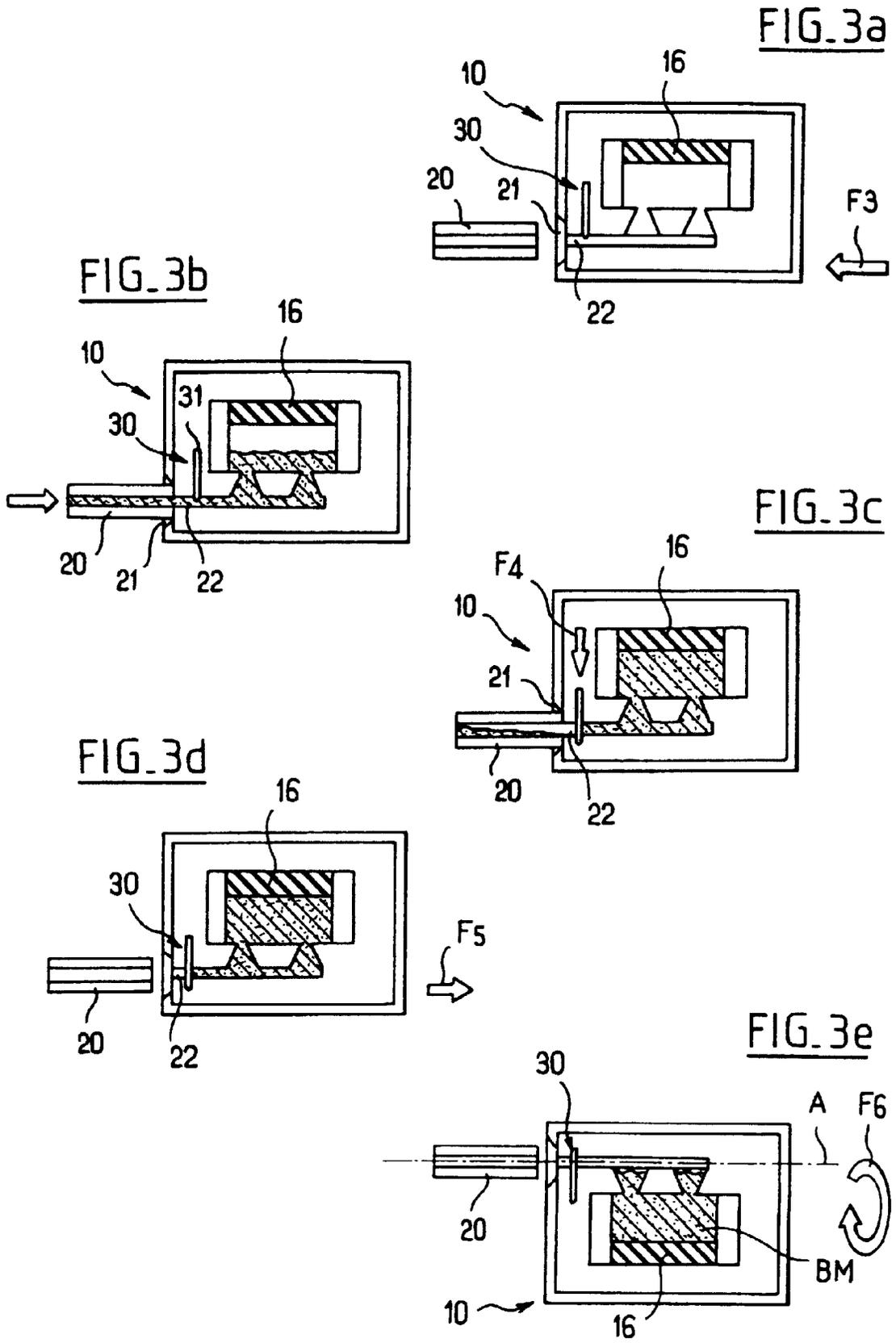


FIG. 2b





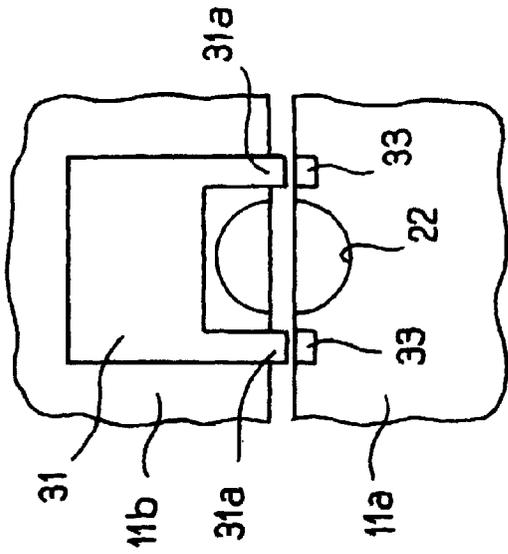


FIG. 4b

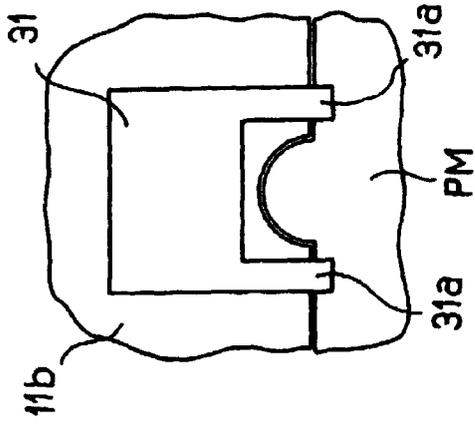


FIG. 4a

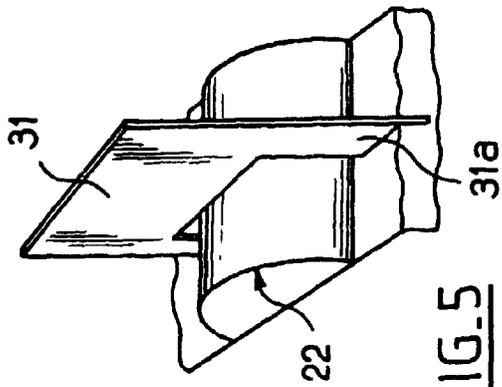


FIG. 5

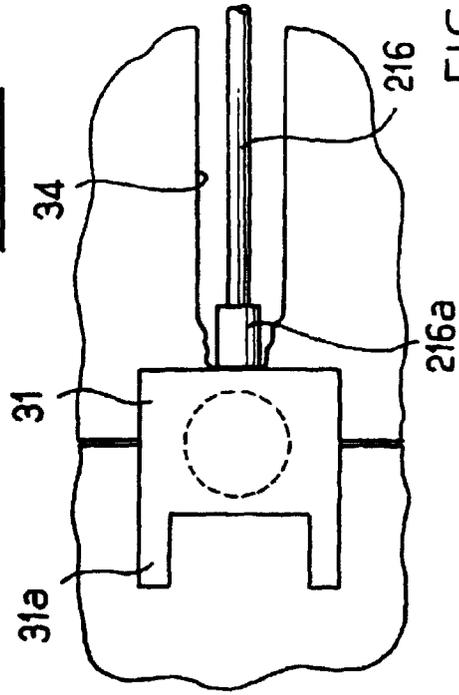


FIG. 4d

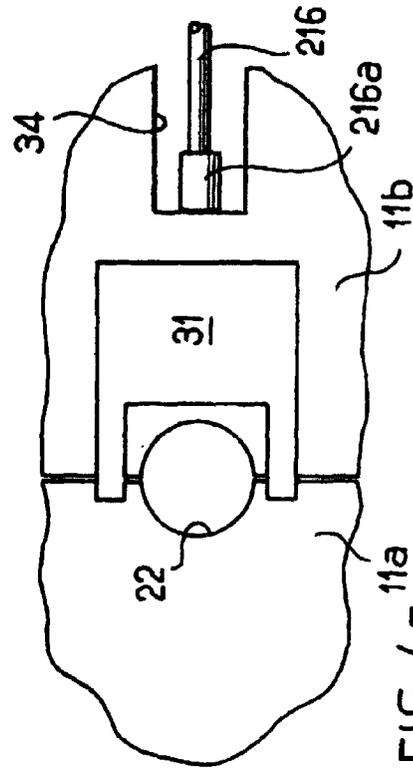


FIG. 4c

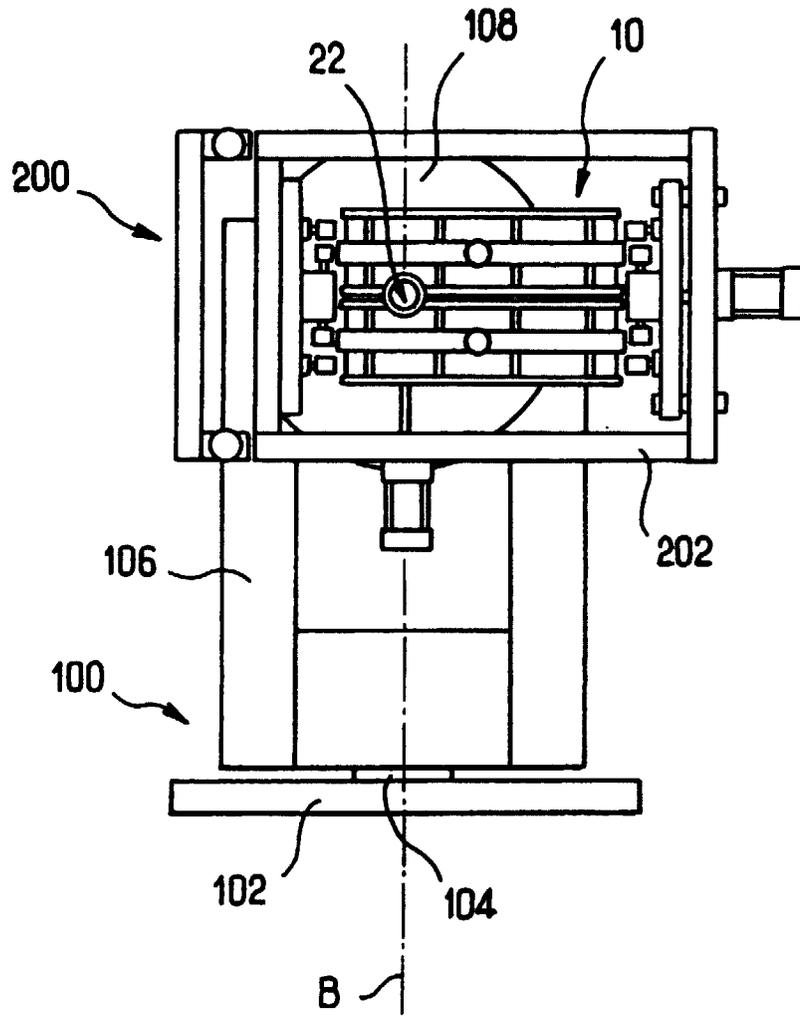
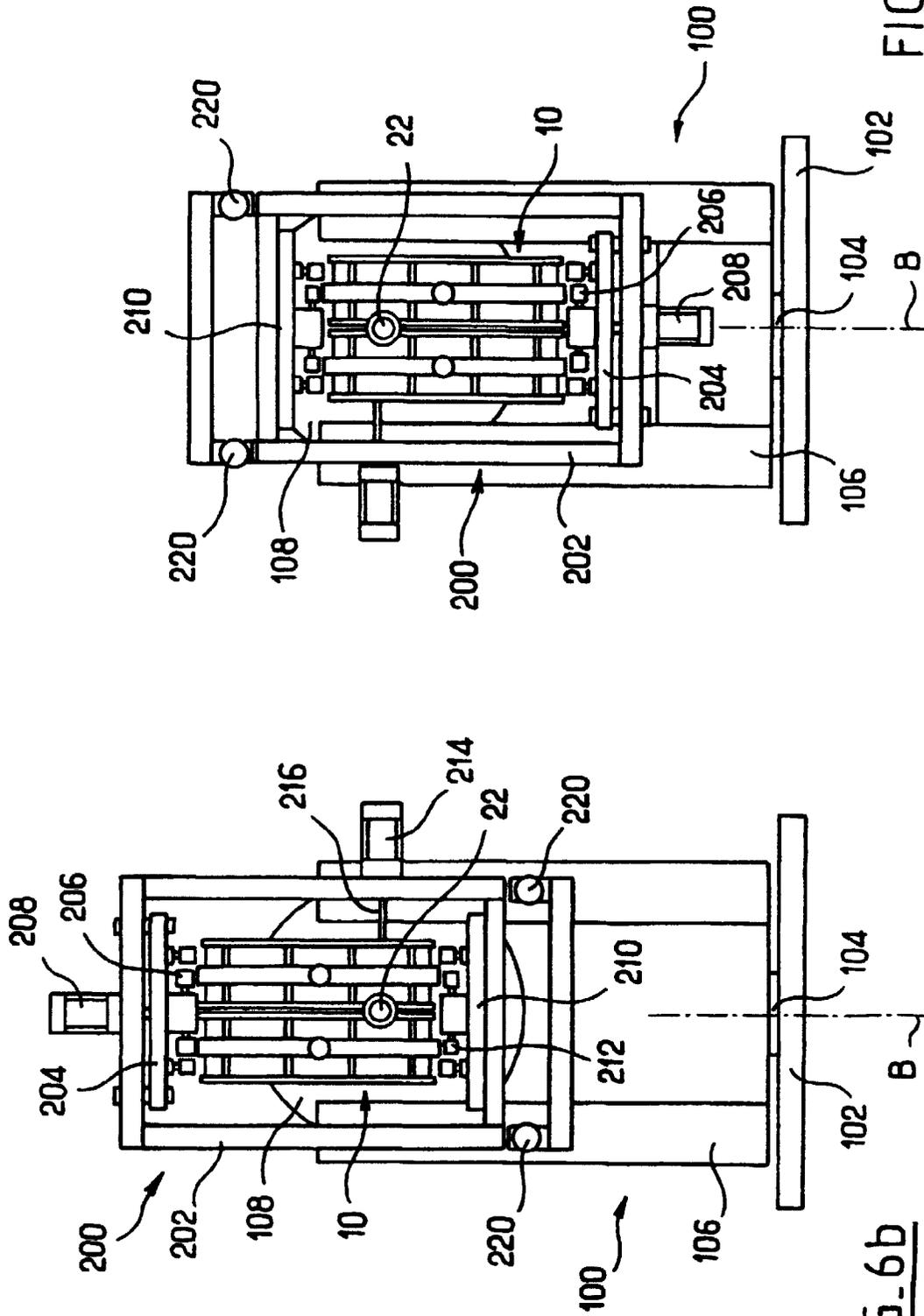


FIG. 6a



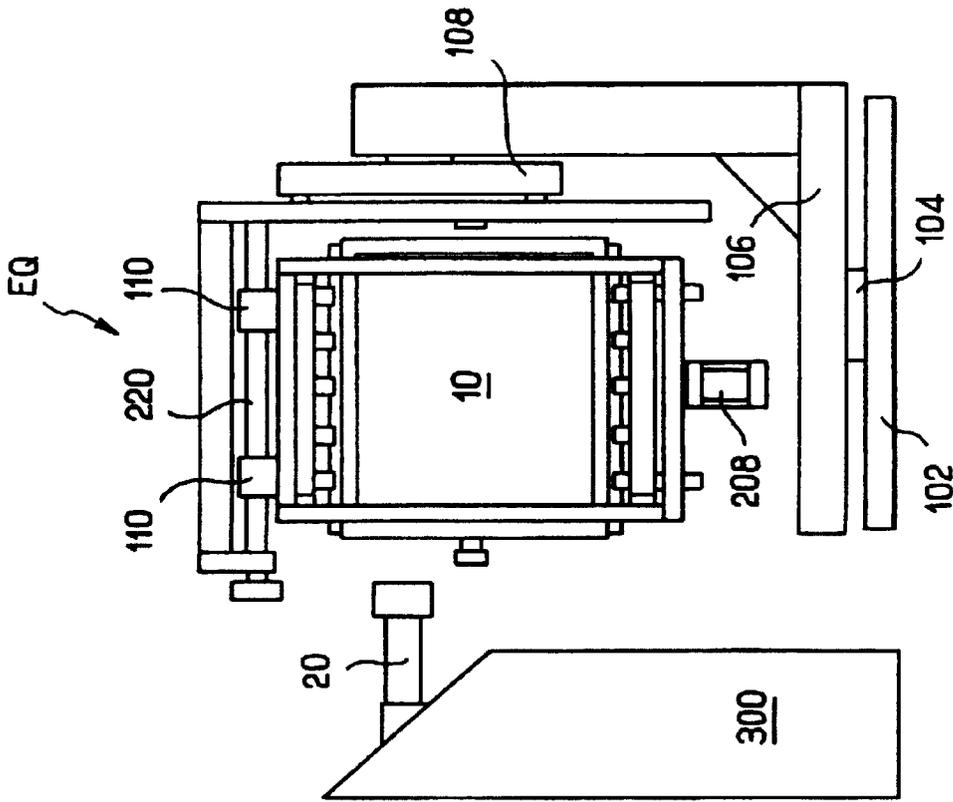


FIG. 7b

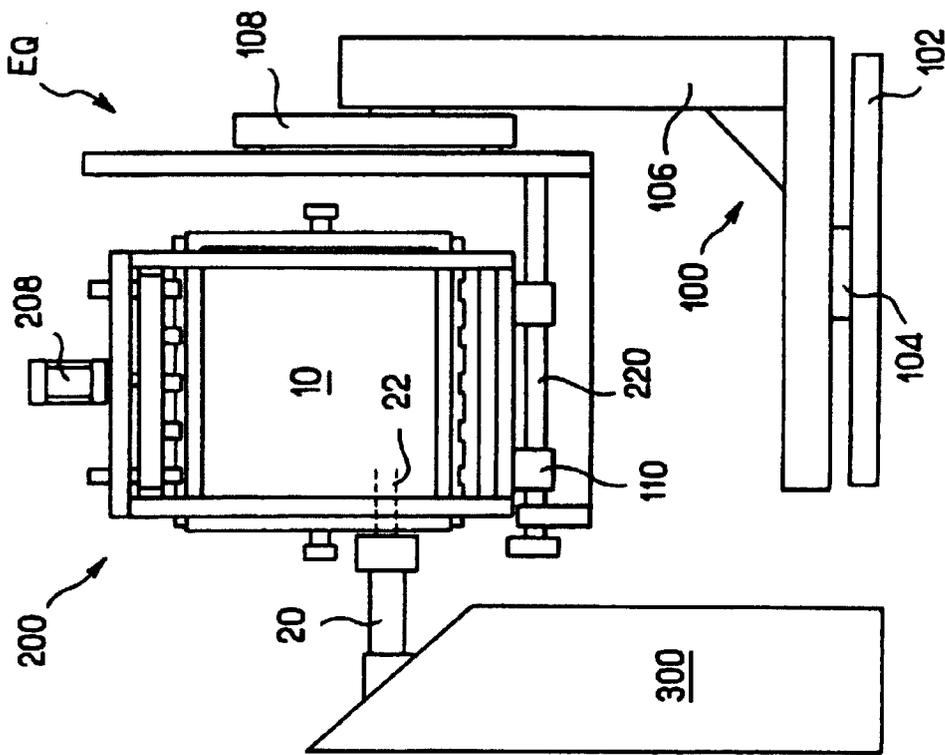
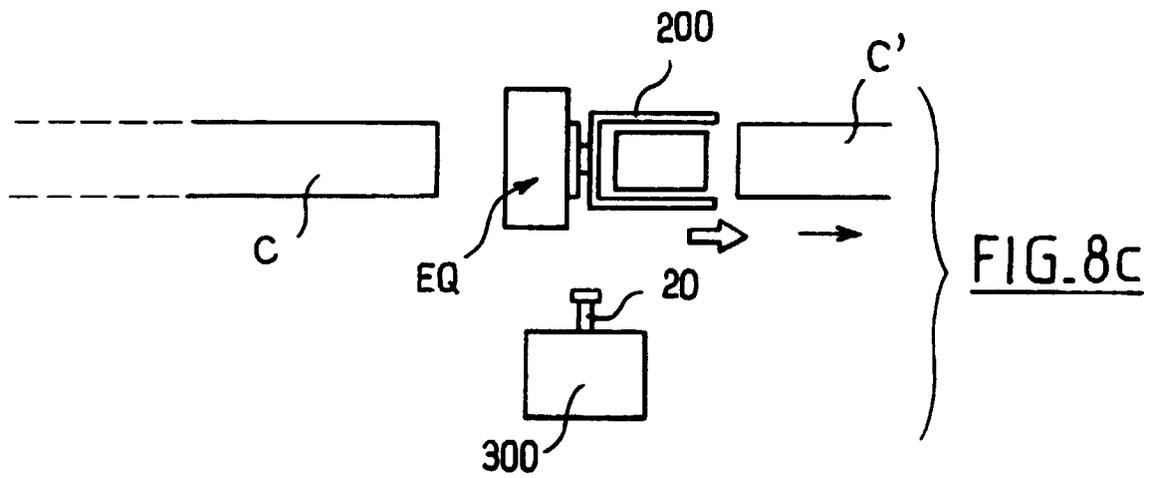
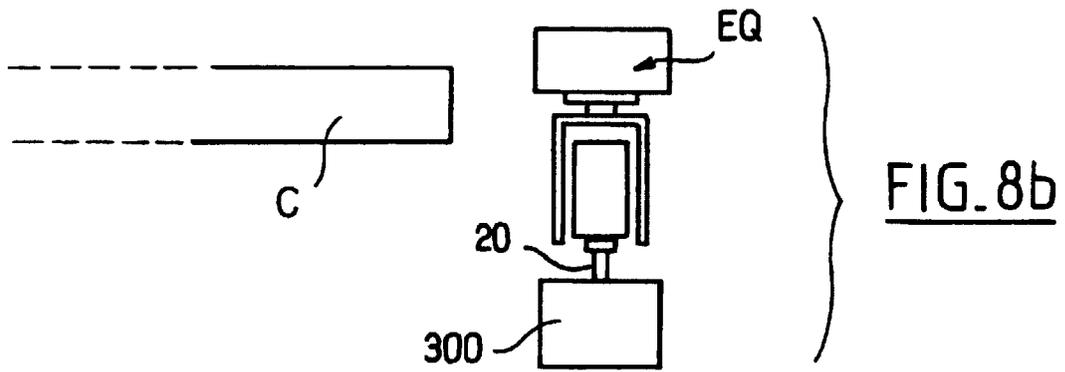
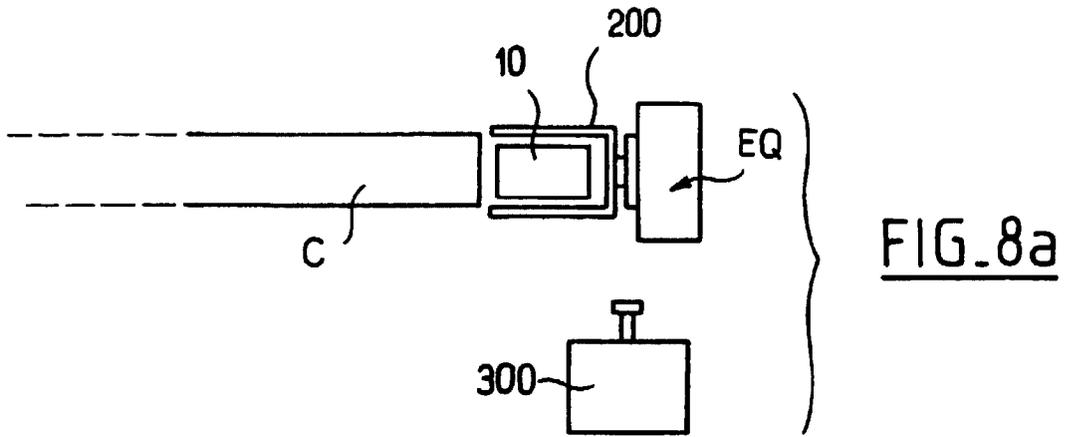


FIG. 7a





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 0547

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	US 5 163 500 A (W. W. SEATON ET AL.) 17 novembre 1992 * revendication 1; figures 1-18 * ---	1,13,17	B22D23/00
A	EP 0 234 877 B (COSWORTH RESEARCH AND DEVELOPMENT LIMITED) 27 décembre 1989 * revendication 1; figures 1-8 * ---	1	
A	FR 715 226 A (VEREINIGTE ALUMINIUMWERKE A.G.) 27 novembre 1931 * revendication 1; figure * ---	1	
A	FR 1 424 986 A (ALUMINIUM SUISSE S.A.) 31 mars 1966 * revendication 1; figures 1,2 * ---	1	
A	WO 90 00101 A (COLLINS MOTOR CORPORATION LIMITED) 11 janvier 1990 * revendication 1; figure 1 * ---	1	
A	DE 19 11 573 A (GEBR. SULZER AG) 15 juin 1972 * revendications 1,3 * -----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) B22D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 18 mai 1999	Examineur Sutor, W
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 99 40 0547

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.

18-05-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5163500 A	17-11-1992	CA 2085032 A	14-06-1993
EP 234877 B	02-09-1987	AT 48961 T EP 0234877 A	15-01-1990 02-09-1987
FR 715226 A	02-12-1931	AUCUN	
FR 1424986 A	31-03-1966	BE 660605 A CH 415972 A DE 1285682 B GB 1028736 A NL 6502829 A	01-07-1965 07-09-1965
WO 9000101 A	11-01-1990	GB 2225970 A AU 3966389 A	20-06-1990 23-01-1990
DE 1911573 A	15-06-1972	CH 503533 A FR 2007747 A GB 1272613 A JP 48021695 B NL 6905546 A US 3774668 A AT 301063 B CH 490913 A NL 6809331 A	28-02-1971 09-01-1970 03-05-1972 30-06-1973 01-09-1970 27-11-1973 15-07-1972 31-05-1970 05-11-1969

EPC FORM P0460

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