

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **82401791.7**

51 Int. Cl.³: **B 22 C 9/12**

22 Date de dépôt: **01.10.82**

30 Priorité: **09.10.81 FR 8119038**

43 Date de publication de la demande: **20.04.83**
Bulletin 83/16

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

71 Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE, 75, Quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR)**

72 Inventeur: **Defrancq, Charles, Min. E. Rubenslaan 11, B-9140 Zele (BE)**
Inventeur: **Godino, Claude, Chemin des Tieres Castel Novel 8, F-38330 Biviers (FR)**
Inventeur: **Goumy, Daniel, 13, bd de Jomardièrre, F-38120 Saint Egreve (FR)**

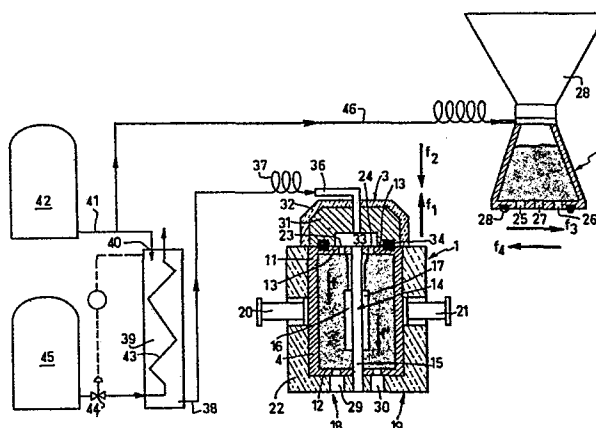
74 Mandataire: **Leclercq, Maurice et al, L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE 75, Quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 7 (FR)**

54 Procédé et installation de fabrication de pièces métalliques par moulage en sable ou analogue.

57 L'invention concerne le durcissement de sable pour moulage de pièces métalliques.

Dans un boîtier-châssis 4 à plaque-modèle 14, on constitue une structure de sable que l'on congèle par insufflation d'un fluide froid pénétrant en 23, 24, circulant selon f et f' et s'échappant en 29, 30.

Application au moulage de toutes pièces métalliques.



"PROCEDE ET INSTALLATION DE FABRICATION DE PIECES
METALLIQUES PAR MOULAGE EN SABLE OU ANALOGUE".

La présente invention concerne la fabrication de pièces métalliques par moulage, du genre où l'on élabore, en mettant en oeuvre des parois de formage telles que châssis et modèle, et à partir d'un matériau de moulage constitué de particules humidifiées, une structure rigide destinée à servir, soit de moule recevant le métal en fusion, soit de noyaux destinés à être placés dans un tel moule. Généralement, on utilise comme particules du sable plus ou moins humidifié, auquel on ajoute des produits susceptibles d'assurer, pendant l'opération de moulage, la rigidité de la structure conformationnée, ces produits étant généralement des produits chimiques, tels que du silicate de soude ou des résines. La préparation de telles structures composites est relativement complexe, donc coûteuse, et de surcroît présente des inconvénients lors du décochage qui consiste à réduire à nouveau en particules la structure rigide constituée provisoirement pour le moulage et qu'on recycle en vue d'une nouvelle opération de conformation et moulage. Cette opération de décochage est particulièrement difficile pour les noyaux placés dans les moules destinés à former des cavités dans les pièces moulées. De surcroît, le recyclage du matériau en particules nécessite une opération de régénération qui est coûteuse. En outre, l'intervention de produits chimiques de durcissement, tels certaines résines, conduit à une pollution de l'atmosphère ambiante lors de la fabrication des moules, ainsi que pendant la coulée proprement dite, et lors de la régénération du matériau en particules.

La présente invention a pour objet un procédé de fabrication qui est simple et peu coûteux à mettre en oeuvre, qui élimine toute pollution de l'environnement, qui assure une opération de décochage extrêmement simple et qui supprime la régénération du matériau en particules après moulage, tout en assurant une tenue mécanique correcte de la structure en particules. L'invention est

partie de cette constatation, qui est connue en soi, que la rigidité d'une structure de particules humidifiées peut être assurée par refroidissement à une température nettement inférieure à la prise en glace à l'aide d'un
5 fluide réfrigérant qui peut être, par exemple, de l'azote liquide en cours de vaporisation ou tout autre fluide approprié. On a bien proposé de réaliser de tels moules en aspergeant la surface du moule avec une pulvérisation d'azote liquide ou en faisant transiter les moules conformés dans un châssis à l'intérieur d'un tunnel de réfrigération à basse température. Ces techniques n'ont cependant pas vu le jour au point de vue industriel car, d'une part, elles ne permettaient que la mise en oeuvre de moules d'une certaine forme et notamment des moules dont la
10 face supérieure se présentait librement à l'atmosphère pour recevoir la pulvérisation, d'autre part, elles étaient particulièrement dispendieuses en fluide réfrigérant. Le procédé selon l'invention permet une utilisation économique et efficace de la technique du refroidissement.

20 Selon l'invention, dans un procédé du genre rappelé ci-dessus et qui met en oeuvre un refroidissement accentué, on combine les deux mesures suivantes :

a) on assure une teneur en eau du matériau de moulage dans une proportion massique eau/matériau comprise entre 3 et 6% et avantageusement entre 4 et 5%.

b) on assure un refroidissement rapide du matériau de moulage à une température comprise entre -40°C et -110°C et de préférence entre
30 -50°C et -90°C.

Selon une forme de réalisation, l'humidification du matériau de moulage est effectuée avant son introduction entre les parois de formage où est assuré le refroidissement. Selon une variante de mise en oeuvre, le matériau de moulage à l'état insuffisamment humidifié est préalablement
35

refroidi avant son introduction entre les parois de formage et l'on assure l'humidification par une distribution homogène d'eau dans le matériau au cours de son transfert vers lesdites parois de formage. Le refroidissement de la structure intervient d'abord par conduction solide entre les parois de formage à l'état refroidi et les matériaux de la structure, puis, si nécessaire, on atteint la température spécifiée ci-dessus par apport d'un réfrigérant régulièrement réparti dans la masse de ladite structure. Cette dernière opération peut être effectuée par circulation d'un fluide réfrigérant de transit au travers de ladite structure, avantageusement par insufflation d'un fluide réfrigérant mais le réfrigérant régulièrement réparti peut également être constitué de particules réfrigérantes, par exemple de l'azote à l'état de brouillard ou pulvérisé, ou de la neige carbonique, intimement mélangées avec le matériau de moulage, juste avant formation de la structure à rigidifier et avantageusement, au cours de l'opération de transfert vers les parois de formage. L'invention concerne également une installation pour mise en oeuvre du procédé ci-dessus.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'une forme de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 est une vue partielle d'une variante de réalisation selon l'invention ;
- les figures 3 à 10 sont huit autres variantes de la mise en oeuvre de l'invention.
- la figure 11 est une vue en perspective cavalière, avec arrachement partiel d'une autre variante de l'invention ;
- les figures 12, 13 et 14 sont des vues schématiques de quatre mises en oeuvre particulières de l'invention.

- La figure 15 représente des diagrammes montrant la résistance mécanique d'une éprouvette de sable (ordonnée) en fonction de la température (abscisse).

5 En se référant à la figure 1, on voit qu'une installation de moulage comporte essentiellement un dispositif d'élaboration d'une structure en sable 1, un dispositif d'alimentation en sable 2, ou tête de tir, une tête de réfrigération 3.

10 Le dispositif d'élaboration de structure en sable 1 comporte essentiellement un boîtier-châssis 4 formé de parois latérales 11, d'un fond 12 et d'une paroi-couvercle 13, l'ensemble étant divisé dans le plan médian en deux demi-parties complémentaires 18 et 19 séparées l'une de l'autre par une plaque-modèle 14, constituée es-
15 sentiellement d'une plaque-support centrale 15 et de deux demi-modèles 16 et 17, dont la juxtaposition, face contre face, en l'absence de la plaque-support 15, représente la forme de la pièce à mouler. Ces deux demi-parties 18 et 19 sont portées par des tiges de piston 20 et 21. Le boî-
20 tier est thermiquement isolé en 22. La plaque-couvercle 13 est équipée de passages d'entrée 23 et 24 qui sont destinés à venir en regard avec des dégagements 25, 26, respectivement ménagés dans une plaque de fond 27 de la tête de tir 2, l'étanchéité entre la tête de tir 2 et le
25 dispositif 1 étant alors assurée par des joints 28. Cette tête de tir 2 est adaptée à se déplacer, à écartement ou rapprochement selon les flèches f_1 , f_2 par rapport au dispositif 1 d'une part et, d'autre part, à translation selon les flèches f_3 et f_4 pour venir en-dessous d'une
30 trémie de chargement de sable 28. La paroi de fond 12 est équipée de passages de sortie 29, 30, à grille d'arrêt du sable.

La tête de réfrigération 3 est constituée d'une paroi 31 isolée en 32 avec un évidement 33, dont l'exten-
35 sion radiale est telle qu'elle permet de recouvrir les

passages 23 et 24 du dispositif 1, comme représenté aux
dessins et l'étanchéité étant également assurée ici par
un joint 34. L'évidement 33 de cette tête de réfrigéra-
tion 3 communique par un conduit 36 et un tube flexible
5 37 avec une sortie 38 d'un échangeur 39, dont une entrée
40 est alimentée via une canalisation 41 en gaz de réfri-
gération à partir d'un réservoir 42, ce gaz de réfrigéra-
tion pouvant être par exemple de l'air comprimé ou de
l'azote gazeux. L'échangeur 39 est refroidi par un enrou-
10 lement 43 raccordé par une vanne thermostatique 44 à un
réservoir d'azote liquide 45.

L'installation, telle qu'elle vient d'être dé-
crite, fonctionne de la façon suivante :

Dans une première phase, la tête de tir 2 ayant
15 reçu de la trémie 28 une charge de sable humide est ame-
née, selon les deux mouvements de translation f_4 et f_2 ,
contre la paroi 13 du dispositif 1, les passages 25 et
26 de la tête de tir 2 étant en regard des entrées 23 et
24 de la plaque-couvercle 13. La charge de sable est, de
20 façon connue en soi, maintenue dans la tête de tir 2 par
des membranes appropriées permettant la retenue du sable
en l'absence de toute pression et, au contraire, laissant
échapper le sable lors de la mise sous pression de la tête
de tir 2. Dans la position décrite, la tête de tir 2 est
25 alors mise sous pression par une canalisation 46 raccor-
dée au réservoir 42 et le sable peut s'écouler ainsi de
la tête de tir 2 vers la cavité ménagée entre le modèle
intérieur 15 et les parois de châssis, l'ensemble consti-
tuant des parois de formage d'une structure en sable. Le
30 sable ainsi transféré occupe tout l'espace ainsi dégagé,
tandis que le gaz sous pression ayant assuré le transfert
du sable peut s'échapper librement au travers des passa-
ges de sortie 29 et 30. Une fois cette opération terminée,
la tête de tir 2 est dégagée de l'ensemble 1, selon les
35 mouvement f_1 et f_3 de façon à venir en-dessous de la tré-

mie de chargement 28 pour recevoir une nouvelle charge, tandis que la tête de réfrigération 3 vient s'appliquer sur la paroi supérieure 13 de l'ensemble 1 avec une étanchéité due au joint 34, après quoi un gaz réfrigéré dans l'échangeur 39, provenant du réservoir 42, est transféré par la tête de réfrigération au travers des passages d'entrée 23 et 24 et de là, s'écouler selon les flèches f et f' au travers de la masse de sable pour s'échapper à l'air libre par les sorties 29 et 30. Ce gaz réfrigéré qui est à une température régulée comprise entre - 40°C et - 110°C, si l'azote liquide est utilisé, assure ainsi une réfrigération dans la masse du sable destinée à rigidifier la structure préalablement conformée et lorsque la température de la masse du sable a atteint la température appropriée, la tête de réfrigération 3 est dégagée, et les deux parties du châssis 16 et 17 peuvent être séparées par retrait des tiges de piston 20 et 21 et le modèle 14 peut être alors dégagé permettant ainsi la réunion, en tout endroit approprié, des deux demi-moules en sable ainsi formés, le passage d'admission du produit liquide à mouler étant formé par certaines surépaisseurs de la plaque modèle 14. L'opération de moulage du métal doit être effectuée, bien entendu, dans un délai relativement court de façon à éviter tout réchauffement intempestif de la structure de moulage qui a été rigidifiée par effet cryogénique.

En se référant à la figure 2, on voit que l'invention est appliquée à une installation du même genre que celle de la figure 1, à cette différence près qu'il s'agit ici de former des structures rigides 50 destinées à constituer des noyaux de moule et non plus des parois de moule, ces noyaux 50 étant alors placés de façon connue en soi dans des châssis de moule qui ont été réalisés selon la technique décrite en référence à la figure 1, ou selon toute autre technique antérieurement connue. En effet, il peut y avoir intérêt à fabriquer spécialement des noyaux de _____

sable rigidifiés par voie cryogénique alors que le reste du moule est lui-même formé de sable rigidifié par des produits chimiques, car il est bien clair que les noyaux cryogéniques peuvent être très aisément dégagés de la pièce moulée, puisque l'opération de moulage a détruit, par réchauffement, la rigidité de la structure cryogénique.

Selon la variante de réalisation décrite à la figure 3, l'invention est encore appliquée à la formation de deux demi-moules 61 et 62 obtenus ici toujours par la présence d'une plaque-modèle 63, maintenue à l'intérieur d'un châssis 64 où l'on reconnaît encore ici les passages d'entrée de sable et de fluide réfrigérant 65 et 66. Ici, on dispose, non seulement de passages de sortie principaux pour le fluide réfrigérant 67 et 68, qui sont équipés de filtres 69 et 70 adaptés à retenir le sable, mais également, on a prévu des passages d'entrée additionnels 71 et 72 qui sont raccordés à la même source de gaz réfrigérant que les passages principaux 65 et 66. On assure ainsi, non seulement la formation d'un courant principal selon les flèches f_3 et f'_3 , mais également la superposition d'un courant complémentaire selon les flèches f''_3 et f'''_3 au travers des passages 71 et 73, ce courant complémentaire ayant pour but d'assurer une réfrigération complémentaire autour de zones à large extension radiale du modèle intérieur, qui, sinon, seraient imparfaitement refroidies par le flux principal.

Egalement, on peut prévoir, dans certains cas, des sorties supplémentaires et l'on a représenté à cette figure 3 des sorties supplémentaires à l'endroit le plus inaccessible du modèle sous forme d'une couronne 73 raccordée à une conduite intérieure 75 vers une sortie 76. On assure ainsi une dérivation locale selon f_4 , f'_4 du flux de gaz réfrigérant, précisément dans l'angle le plus inaccessible du modèle.

En se référant à la figure 4, on retrouve ici la même structure que celle qui a été indiquée à la figure 3 et les mêmes chiffres de références désignent les mêmes éléments, à cette différence près que les passages pour l'entrée du gaz réfrigérant pour cette variante sont ici représentés par des bouchons poreux 80 pour l'entrée et 81 et 82 pour les sorties principales, et 83, 84 pour des admissions complémentaires de gaz de réfrigération.

En se référant à la figure 5, on voit ici que, pour la formation des deux demi-moules complémentaires du même type que ceux rencontrés aux figures précédentes, on dispose ici d'une plaque-modèle qui est réalisée en tout ou en partie en paroi poreuse 90, ce modèle creux étant raccordé à son extrémité supérieure à une sortie 91, tandis que des passages d'entrées de gaz réfrigérant sont ménagés en différents points du châssis en 92, 93, 94, 95, 96, 97, de façon à créer des courants qui sont indiqués par les flèches s'étageant tout autour du modèle 90. Le fluide de réfrigération passe ainsi régulièrement, d'une façon uniforme, au travers de la paroi poreuse du modèle et s'échappe par la sortie 91 à l'atmosphère.

La disposition selon la figure 6, représente la même structure de modèle que celle représentée à la figure 5, à cette différence essentielle que la plaque-modèle 100 réalisée en paroi poreuse, est ici raccordée à son extrémité supérieure à un passage d'entrée 101 de gaz réfrigéré, qui traverse de façon uniforme la paroi poreuse 102 constituant ce modèle 100 pour s'écouler dans la masse de sable, avant de s'échapper vers les passages de sorties inférieurs 103, 104 et supérieurs 105 et 106.

Selon la figure 7 une tête de tir 120 contient du sable préalablement humidifié et le refroidissement par apport d'un fluide réfrigérant est assuré par un gicleur 121 ménagé dans un conduit de transfert 122 et raccordé à une source de fluide réfrigérant qui peut être de

l'azote liquide ou du gaz carbonique sous pression qui sera détendu lors de sa distribution dans les grains de sable en cours de transfert vers les parois de formage 123.

5 Selon la figure 8, les grains de sable dans la tête de tir 130 sont à l'état insuffisamment humidifié et l'on procède dans un conduit de transfert 131 entre tête de tir 130 et parois de formage 133 à une réhumidification par pulvérisation d'eau au moyen d'un gicleur 134,
10 puis refroidissement par pulvérisation d'un fluide réfrigérant au moyen d'un gicleur 135.

La figure 9 représente un modèle 140 destiné à être inséré dans des parois de formage, comme cela a été représenté à la figure 1. Le modèle 140 comporte une plaque
15 métallique 141 ayant des protubérances telles que 142 qui sont complémentaires et représentent la forme de l'objet à fabriquer, et des protubérances telles 143 formant un conduit de coulée en source. La plaque 141 est percée d'une pluralité de canaux 144, aboutissant à des dégagements
20 145 obturés deux à deux par des plots 146 de façon à former un conduit continu 147, pour un fluide réfrigérant admis en 148 et soutiré en 149. La plaque-support 141 est avantageusement banalisée, c'est-à-dire que les parties du modèle 142 sont amovibles et donc changées
25 d'une fabrication à une autre sans modification de la plaque support elle-même, qui forme échangeur de chaleur pour refroidissement du sable environnant par simple conduction thermique.

Bien entendu, on peut également prévoir des
30 châssis de refroidissement par simple conduction thermique, et dans ce cas, comme représenté à la figure 10, il suffit de prévoir des serpentins de refroidissement 170, 170', en contact thermique extérieurement contre certaines parois de formage 171 d'un châssis 172.

35 La figure 11 représente schématiquement l'adap-

tation de l'invention à une chaîne de moulage classique de façon à accroître sa productivité. Ici, une chaîne classique 150 comporte une tête de tir 151 et des parois de formage 152, 153, destinées à confectionner une structure en sable de moulage 154, et les différentes structures 154a, 154b, 154c, 154d, sont poussées en un train, de façon à former entre deux structures, par exemple 154c et 154d, une cavité de moulage 155. A côté de cette chaîne 150, on a agencé une chaîne cryogénique 160 qui comporte de la façon décrite en référence à la figure 1, une tête de tir 161 alimentée en sable par une dérivation 162 d'une boucle de recyclage 163, et un dispositif de réfrigération 164 adapté à réfrigérer une structure 165 réalisée entre les parois de formage 166. Le dispositif de réfrigération 164 est alimenté en fluide réfrigérant par une conduite 167 munie d'un échangeur 168, dans lequel le fluide réfrigérant est refroidi par de l'azote liquide provenant d'un réservoir 169. Les structures cryogéniques en sable 165 sont stockées dans un tunnel d'attente 170 de maintien en froid, avant d'être transférées par un dispositif 171 vers la chaîne principale 150, où elles s'intercalent entre les structures de moulage 154, à raison d'une structure 165 pour trois structures 154, ce qui permet d'améliorer la productivité de 30%.

Selon la figure 12, une tête de refroidissement 180 pour le sable placé dans un chassis de moulage 181 est alimentée via la vanne 182 en air à -78°C sous 7 bars soutiré d'un réservoir tampon 183 chargé en air en 184 refroidi dans un échangeur 185 par échange thermique avec du gaz carbonique circulant dans des passages 186, ce gaz carbonique froid résultant de la détente par la vanne 187 d'un courant gazeux issu d'un réservoir de gaz carbonique liquide 188 à -20°C sous une pression de 20 bars. Une régulation de température est assurée par une sonde thermique 189 commandant l'ouverture ou la fermeture de la vanne

de détente 187.

Selon la figure 13, une tête de gazage 190 d'un châssis de moulage 191 est directement alimenté en gaz carbonique à -50°C sous une pression de 7 bars d'un réservoir de stockage 193, au travers d'une vanne 192, de sorte que le gaz subit encore un refroidissement, ce gaz carbonique à -50°C résultant de la détente au travers d'une vanne 194 de gaz carbonique liquide à -20°C sous 20 bars.

Selon la figure 14, on injecte dans une tête de gazage 200 d'un châssis de moulage 201 un mélange gazeux à -78°C d'air et de gaz carbonique issu d'un réservoir mélangeur refroidisseur 202 à chicanes 203, alimenté d'une part en air sous pression de 7 bars en 204 et en gaz carbonique liquide pulvérisé en 205 en provenance d'un réservoir de stockage 206 de gaz carbonique liquide à -20°C sous 20 bars. Une turbine de circulation 207 coopère avec les chicanes 203 pour assurer l'homogénéisation du gaz composite réfrigéré ainsi formé.

Selon la figure 15, on a préparé des éprouvettes moulées en sable que l'on a refroidi à des températures progressivement décroissantes depuis -10°C jusqu'à une valeur voisine de -120°C à -140°C et l'on a noté chaque fois la résistance à la flexion R en kg-cm^2 . Les courbes A et B ont été obtenues avec du sable ayant une teneur en eau de 4% et 6% respectivement avec refroidissement par simple conduction, tandis que les courbes C et D ont été obtenues également avec du sable ayant une teneur en eau de 4% et 6% respectivement, mais avec refroidissement par gazage.

On constate d'abord que la résistance mécanique est d'autant plus élevée que la teneur en eau est plus forte. On constate également que la résistance mécanique croît rapidement de -10°C jusqu'à -110°C environ pour les courbes B et D (teneur en eau de 6 %) et jusqu'à -95°C environ pour les courbes A et C (teneur en eau de 4%)

puis décroît ensuite très brusquement. De ces courbes, il ressort que la température de réfrigération ne doit en tous cas pas descendre en-dessous de -110°C et de préférence ne doit pas descendre en-dessous de -90°C , si-
5 non des risques de chute brutale de la résistance mécanique risqueraient de se produire. De même, il est exclu de pouvoir opérer à une température supérieure à -40°C , car la résistance mécanique, surtout avec une teneur en eau de 4%, deviendrait alors insuffisante. Avantageusement,
10 on ne doit pas opérer à une température supérieure à -50°C , assurant une résistance mécanique au moins égale à 25 kg-cm².

Il faut noter que le relevé de ces courbes A, B, C, D, a été fait dans des conditions dites de refroidissement "rapide" de l'ordre d'une ou quelques minutes (vitesse de propagation de l'ordre du centimètre/minute $-0,5$ à $1,5$ cm/mn), et qu'on obtient des résultats très différents en cas de refroidissement lent, de l'ordre de 30 minutes. Ainsi la température "critique" relevée sur les courbes
15 de l'ordre de -110°C (teneur en eau de 6%) ou de -95°C (teneur en eau de 4%) est une caractéristique spécifique au refroidissement "rapide" et ne se retrouve nullement au refroidissement lent, où les maxima de résistance mécanique sont extrêmement aplatis, en sorte que la mise
20 en oeuvre d'un refroidissement lent conduirait à une gamme de températures utilisables considérablement plus large que celle susceptible en refroidissement "rapide". Or une propagation "rapide", par conduction et/ou gazage, du front froid est indispensable industriellement.
25

1. - Procédé de fabrication de pièces métalliques par moulage, du genre où l'on élabore, en mettant en oeuvre des parois de formage, telles que châssis et modèle, et à partir d'un matériau de moulage constitué de particules solides et d'eau, une structure rigide destinée à servir, soit de moule recevant le métal en fusion, soit de noyau destiné à être placé dans un tel moule, selon lequel la rigidité de ladite structure est assurée par refroidissement à une température nettement inférieure à la prise en glace, à l'aide d'un fluide réfrigérant, et selon lequel, après coulée et solidification du métal, on procède au décochage et l'on recycle le matériau de moulage pour être à nouveau conformé en une nouvelle structure rigide comme décrit ci-dessus, caractérisé par la combinaison des mesures suivantes :

- a) on assure une teneur en eau du matériau de moulage dans une proportion massique eau/matériau comprise entre 3 et 6% et avantageusement entre 4 et 5%.
- b) on assure un refroidissement rapide du matériau de moulage à une température comprise entre -40°C et -110°C et de préférence entre -50°C et -90°C.

2. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'humidification du matériau de moulage est au moins en partie effectuée avant son introduction entre les parois de formage.

3. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau de moulage à l'état insuffisamment humidifié est préalablement refroidi avant son introduction entre les parois de formage ; et l'on assure le complément d'humidification par une distribution homogène d'eau dans le matériau au cours de son transfert vers lesdites parois de formage.

4. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le matériau de moulage est du sable naturel, une poudre réfractaire, (par exemple de l'alumine) 5 une poudre conductrice, (par exemple du carbone ou un mélange de ces dits matériaux).

5. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon une quelconque des revendications 1, 2 et 4, caractérisé en ce que le refroidissement de la structure 10 intervient par conduction solide entre les parois de formage à l'état refroidi et le matériau de la structure.

6. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on atteint la température spécifiée en 15 1b par apport d'un réfrigérant régulièrement réparti dans la masse de ladite structure, avantageusement par circulation d'un fluide réfrigérant au travers de ladite structure, avantageusement par insufflation d'un gaz réfrigérant.

7. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon la revendication 6, caractérisé en ce que le 20 réfrigérant régulièrement réparti est constitué de particules réfrigérantes, par exemple de l'azote liquide à l'état de brouillard ou pulvérisé ou de la neige carbonique intimement mélangée avec le matériau de moulage juste 25 avant formation de la structure à rigidifier, avantageusement au cours de l'opération de transfert vers les parois de formage.

8. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon une quelconque des revendications 1, 2, 4 et 30 5, caractérisé en ce que les parois de formage sont refroidies par mise en contact avec un fluide réfrigérant.

9. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon la revendication 8, caractérisé en ce que le 35 refroidissement des parois de formage est effectué par mise en contact extérieur avec une source froide, par

exemple une zone de réfrigération, une aspersion ou un bain réfrigérant, etc ...

5 10. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon la revendication 8, caractérisé en ce que le refroidissement des parois de formage est assuré par un fluide réfrigérant circulant dans des passages ménagés à cet effet à l'intérieur desdites parois de formage.

10 11. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'insufflation d'un gaz réfrigérant est effectuée de manière que le gaz traverse la majeure partie de la masse de la structure à rigidifier.

15 12. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'une insufflation complémentaire est effectuée dans une zone localisée de la structure à rigidifier, située latéralement à une insufflation principale.

20 13. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon les revendications 11 ou 12, caractérisé en ce qu'une insufflation est assurée par un passage d'entrée dans la paroi de formage, raccordé à une source de gaz réfrigéré et par un passage de sortie dans la paroi de formage, équipé d'une paroi filtrante de maintien des particules du matériau de moulage.

25 14. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'un passage d'entrée est formé par le passage normalement prévu dans les parois de formage pour la mise en place du matériau de moulage formant la structure.

30 15. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'un passage de sortie est formé par un passage normalement prévu dans les parois de formage pour laisser échapper l'air comprimé servant au transfert et à la mise en place
35 du matériau de moulage.

16. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'un passage d'entrée ou de sortie est constitué par un bouchon poreux inséré dans la paroi de formage.

5 17. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce qu'un passage d'entrée ou de sortie est constitué par au moins une partie de la paroi de formage construite en matériau poreux.

10 18. - Procédé de fabrication de pièces métalliques selon une des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que le gaz réfrigérant est, soit un gaz réfrigérant par lui-même, comme de l'azote liquide en cours de vaporisation ou un gaz carbonique en cours de détente, soit
15 un gaz refroidi par un fluide réfrigérant.

19. - Installation de fabrication de pièces métalliques par moulage, comprenant des parois de formage, telles que châssis et modèle, des moyens de transfert d'une charge de particules humidifiées entre lesdites
20 parois de formage, caractérisée par des moyens de refroidissement de ladite charge opérant au plus tôt lors dudit transfert de ladite charge.

20. - Installation de fabrication de pièces métalliques par moulage selon la revendication 19, caractérisée en ce que les moyens de refroidissement comprennent des moyens de distribution régulièrement répartie d'un réfrigérant dans la masse de matériau en particules.

21. - Installation de fabrication de pièces métalliques par moulage selon la revendication 20, caractérisée en ce que les moyens de distribution d'un réfrigérant comprennent des moyens d'insufflation d'un gaz réfrigérant.

22. - Installation de fabrication de pièces métalliques par moulage selon la revendication 20, caractérisée en ce que les moyens de distribution d'un réfri-
35

gérant comprennent des moyens de distribution d'un agent réfrigérant à l'état finement divisé à l'entrée des parois de formage.

5 23. - Installation de fabrication de pièces métalliques par moulage selon la revendication 19, caractérisée en ce que les moyens de refroidissement comprennent au moins une paroi de formage, le cas échéant un modèle inséré mis en contact avec un agent réfrigérant.

10 24. - Installation de fabrication de pièces métalliques par moulage selon la revendication 23, caractérisée en ce que la mise en contact de l'agent réfrigérant s'effectue par des canaux de circulation d'un fluide réfrigérant à l'intérieur d'au moins une paroi de formage, le cas échéant, à l'intérieur d'un modèle inséré, le cas
15 échéant par l'intermédiaire d'un système formant un caloduc.

25. - Installation de fabrication de pièces métalliques par moulage selon la revendication 20, caractérisée en ce que les moyens de distribution de fluide réfrigérant comprennent une buse de pulvérisation d'un fluide
20 réfrigérant placée à l'entrée des parois de formage.

26. - Installation de fabrication de pièces métalliques par moulage selon la revendication 21, caractérisée en ce que les moyens d'insufflation comprennent des passages d'entrée et de sortie ménagés dans les parois de
25 formage et un dispositif d'insufflation adapté à être placé en regard d'au moins un passage d'entrée, ledit dispositif d'insufflation étant alimenté en gaz, soit sous pression avec détente cryogénique, soit préalablement ré-
30 frigéré.

27. - Installation de fabrication de pièces métalliques par moulage selon la revendication 21, caractérisée en ce que les passages de sortie, le cas échéant, les passages d'entrée, sont équipés de filtres ou de parois
35 poreuses.

28. - Installation de fabrication de pièces métalliques par moulage selon la revendication 27, caractérisée en ce que les parois poreuses constituent au moins une partie des parois de formage, le cas échéant du modèle inséré.

FIG 1

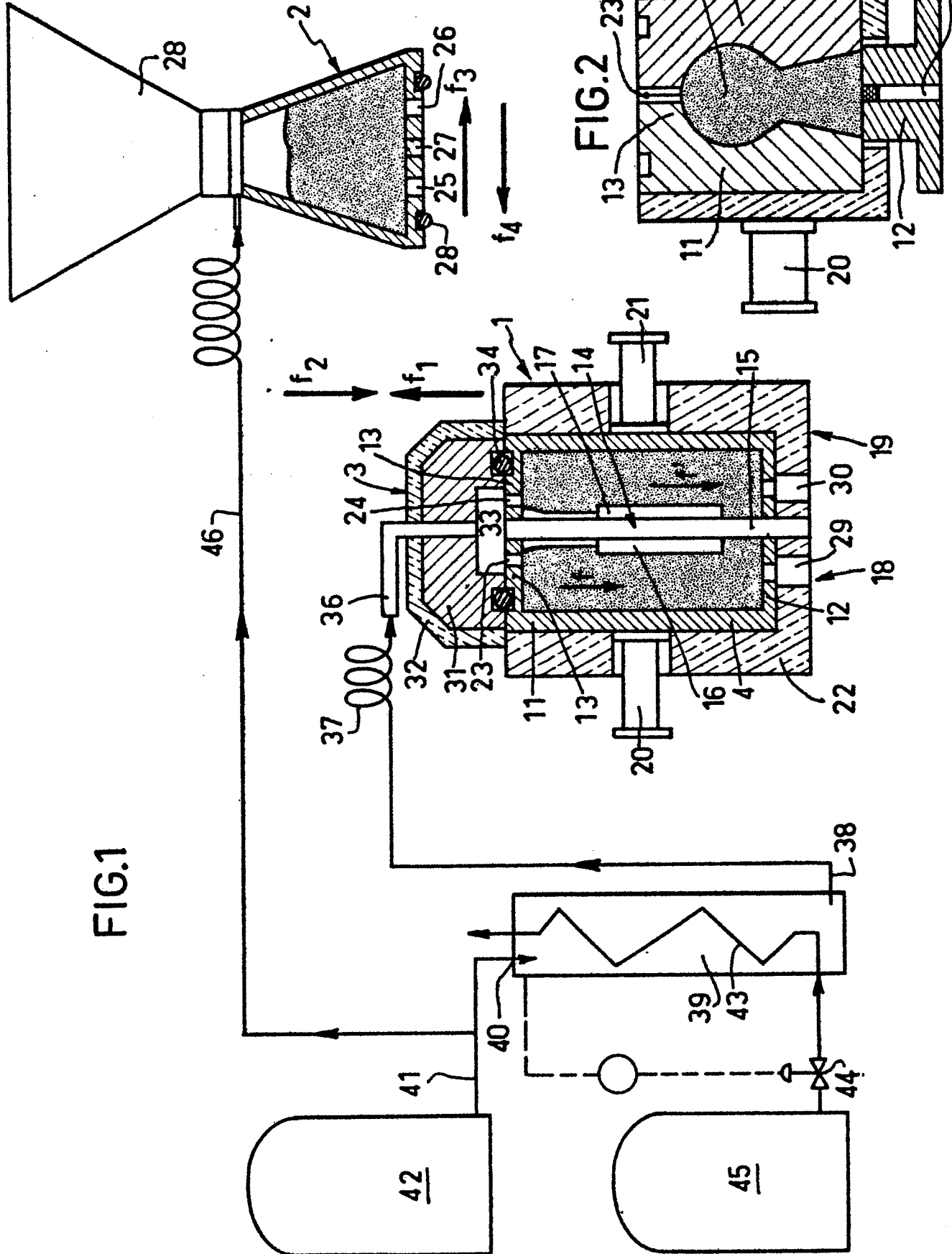


FIG. 2-23(24)

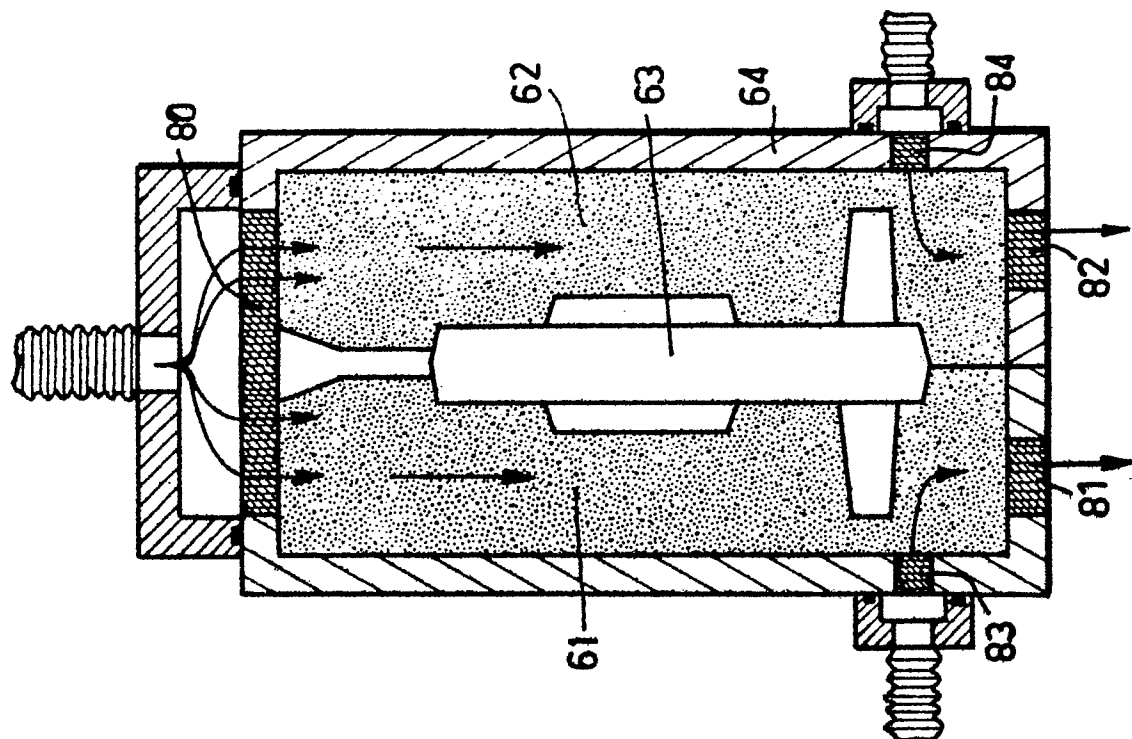


FIG. 4

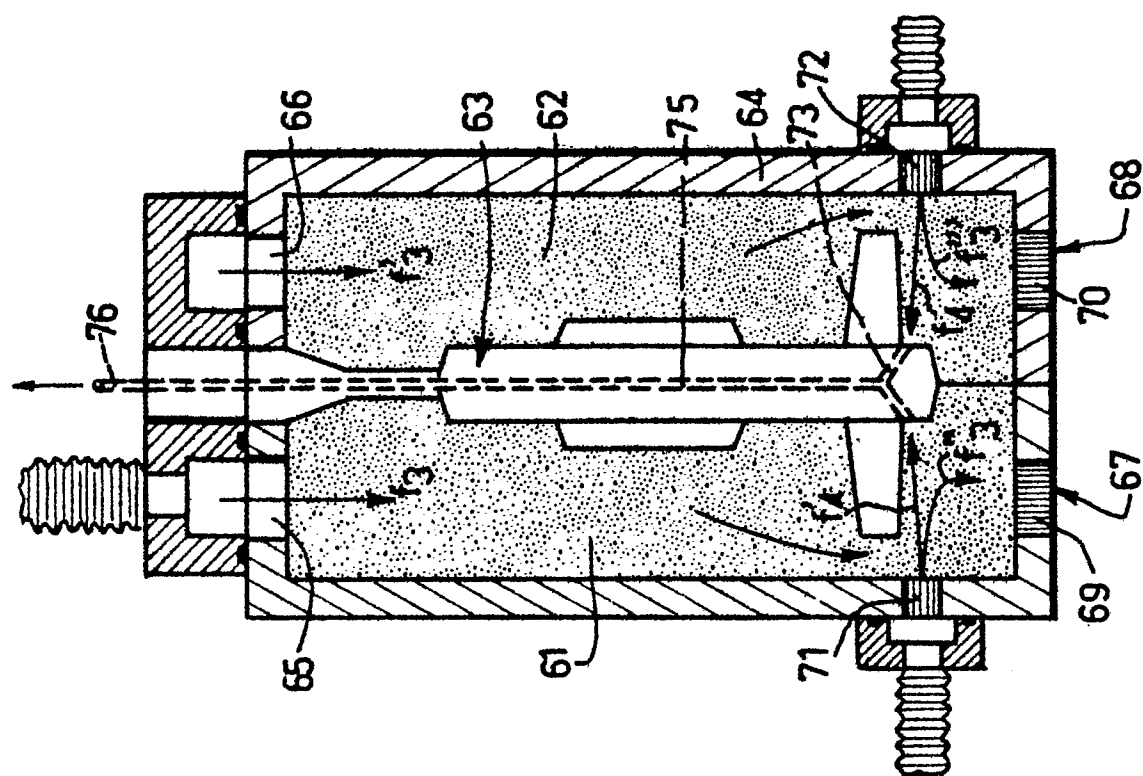


FIG. 3

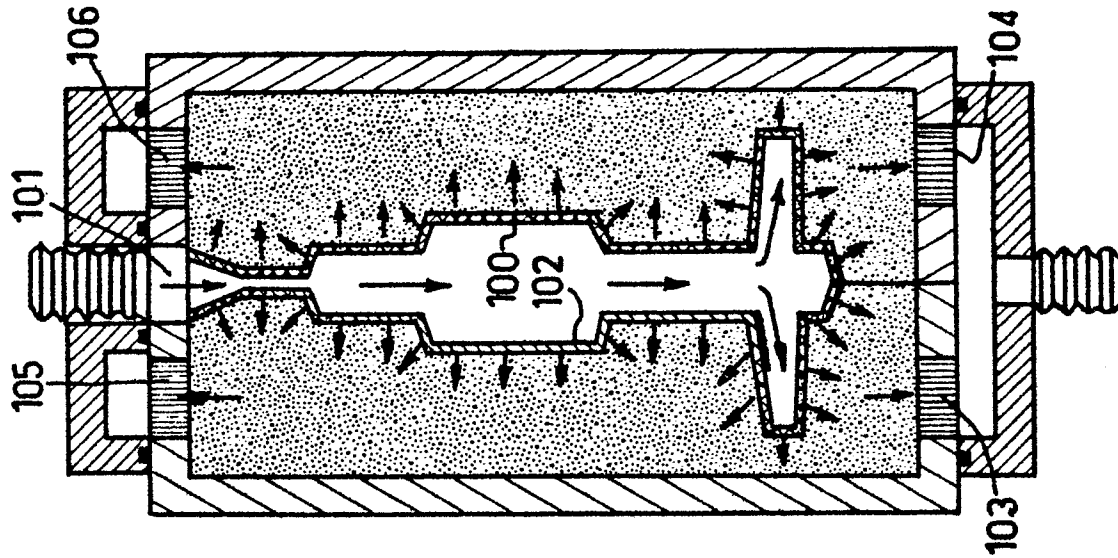


FIG. 6

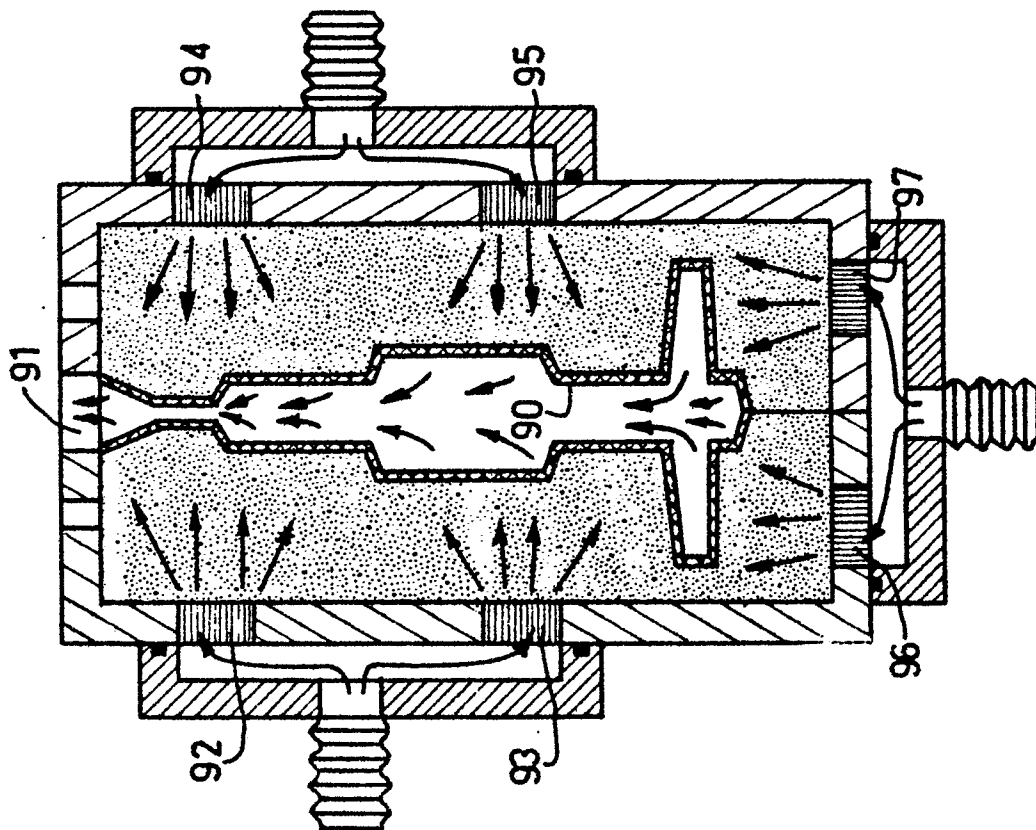


FIG. 5

4/11

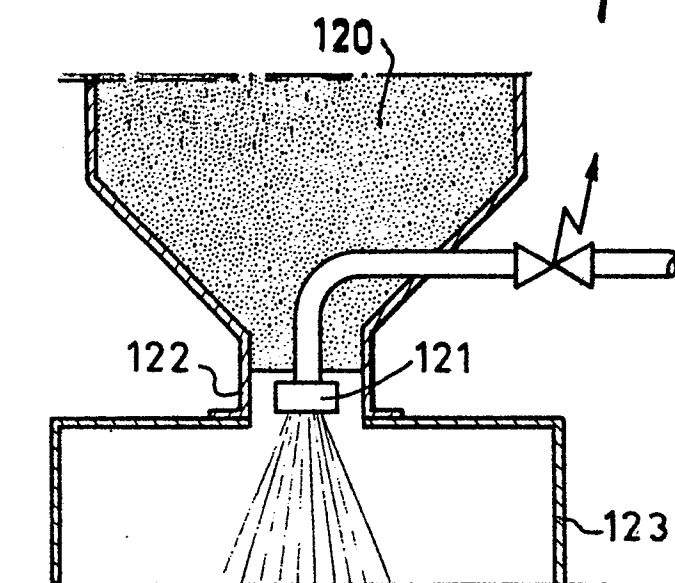
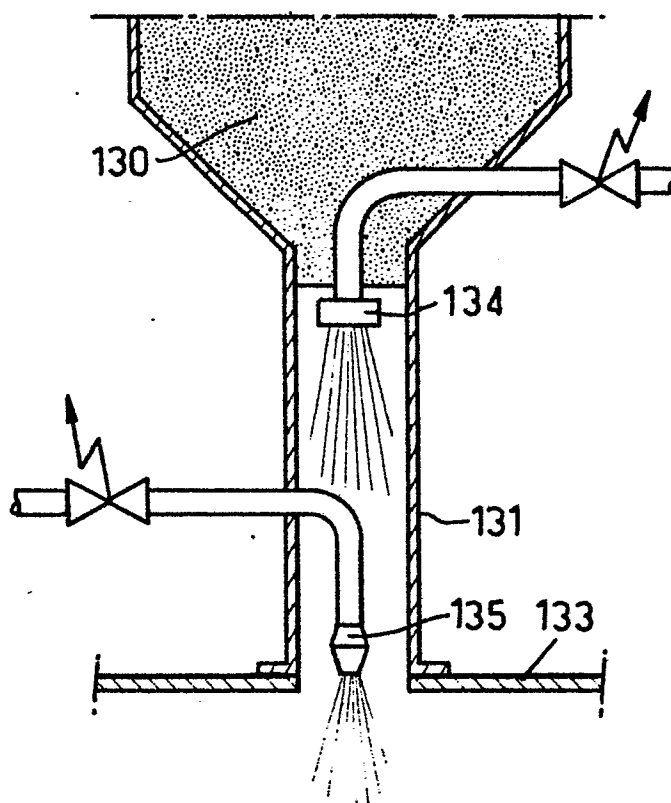


FIG. 7

FIG. 8



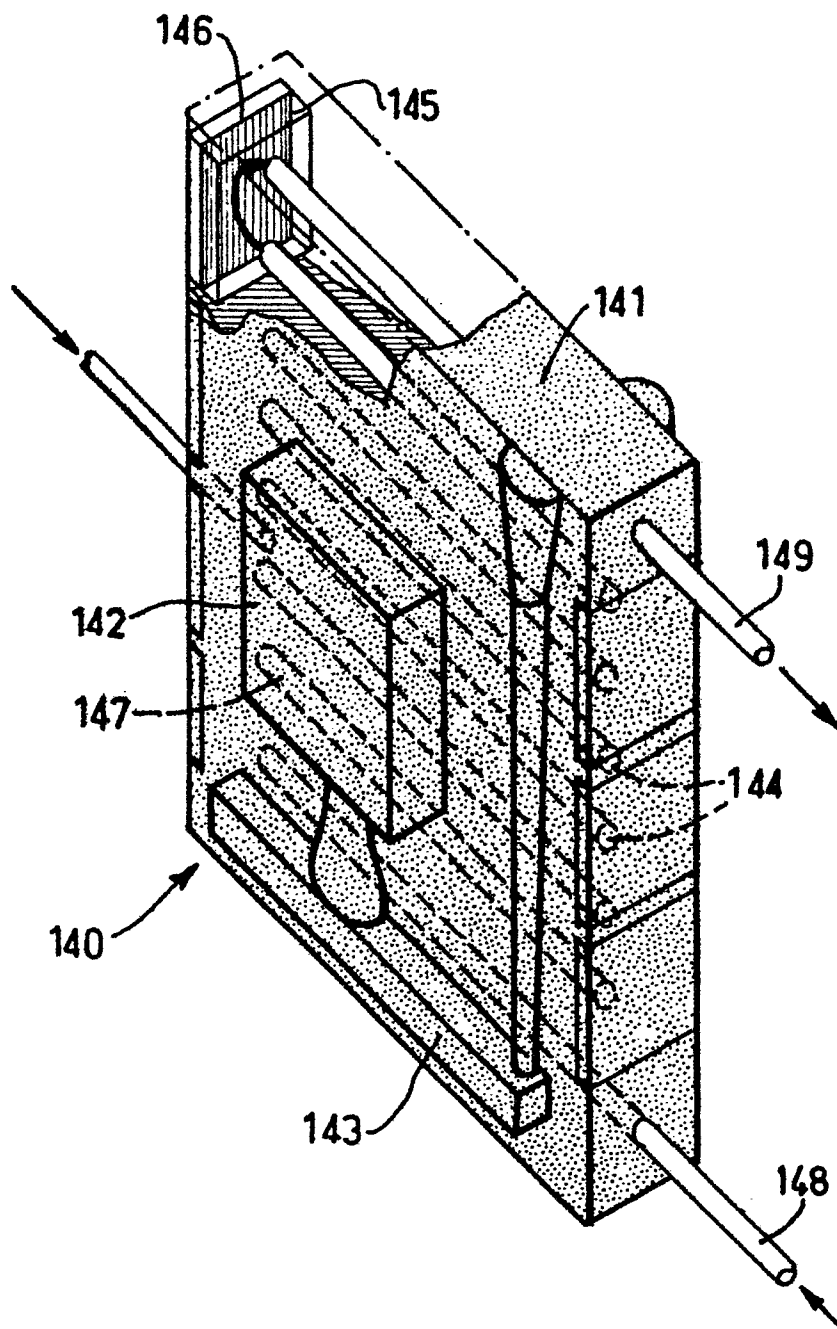


FIG. 9

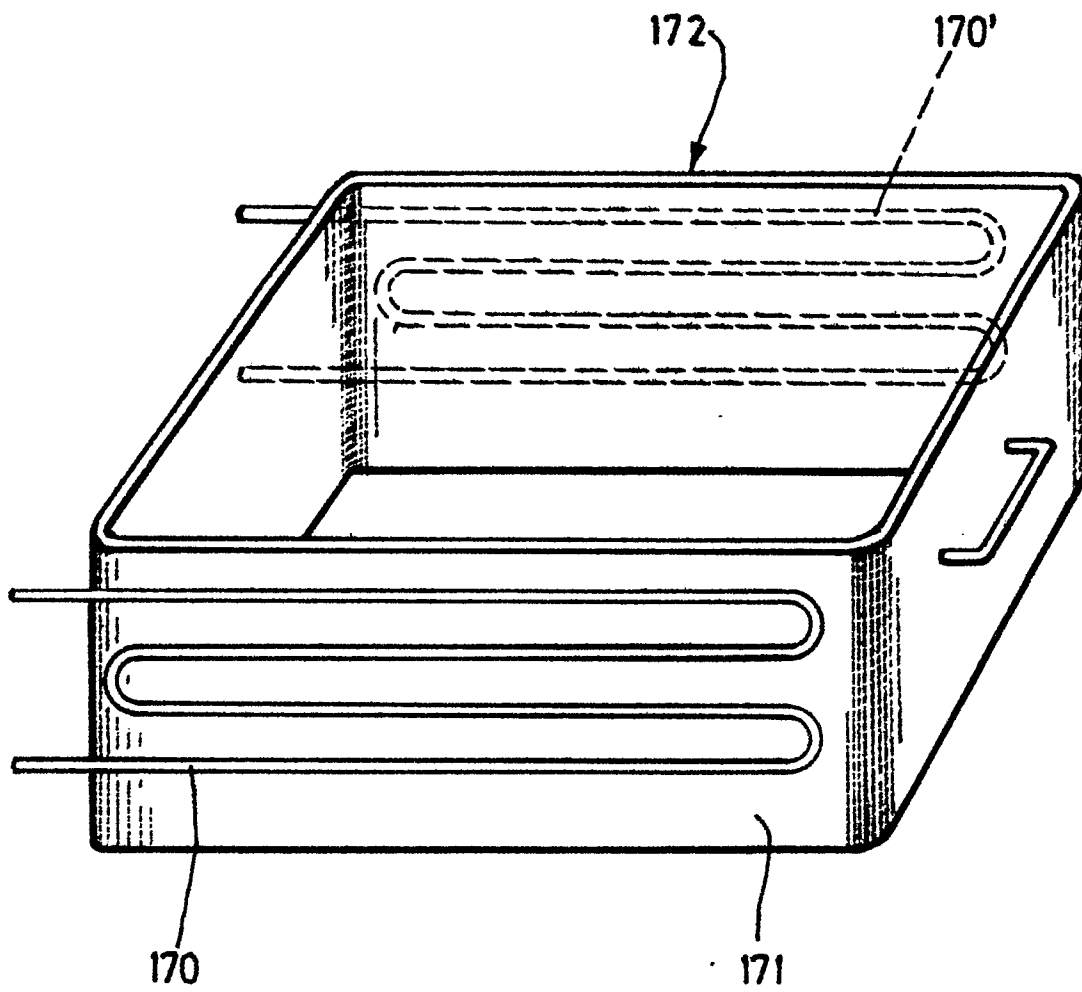


FIG.10

[illegible]

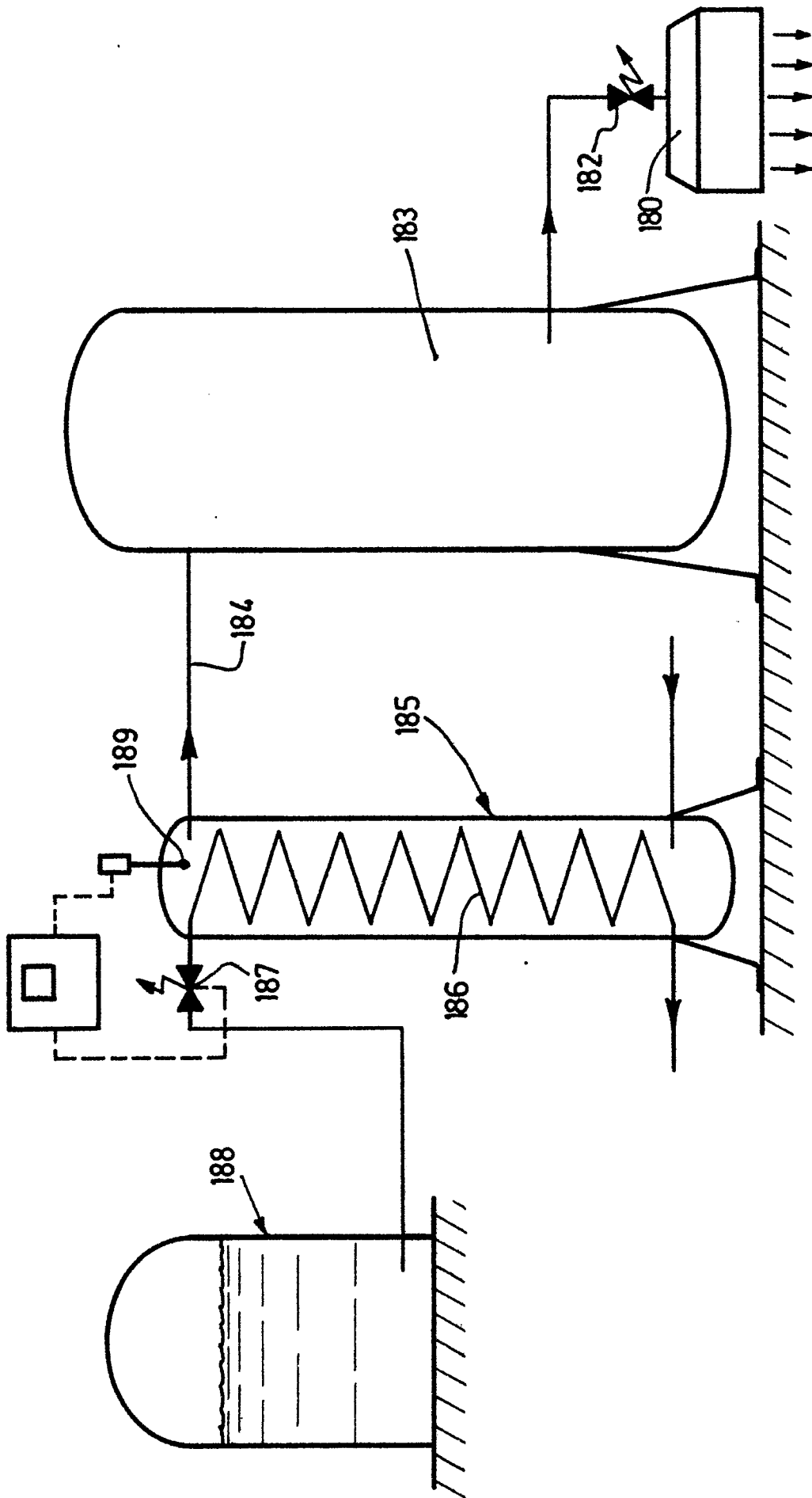


FIG.12

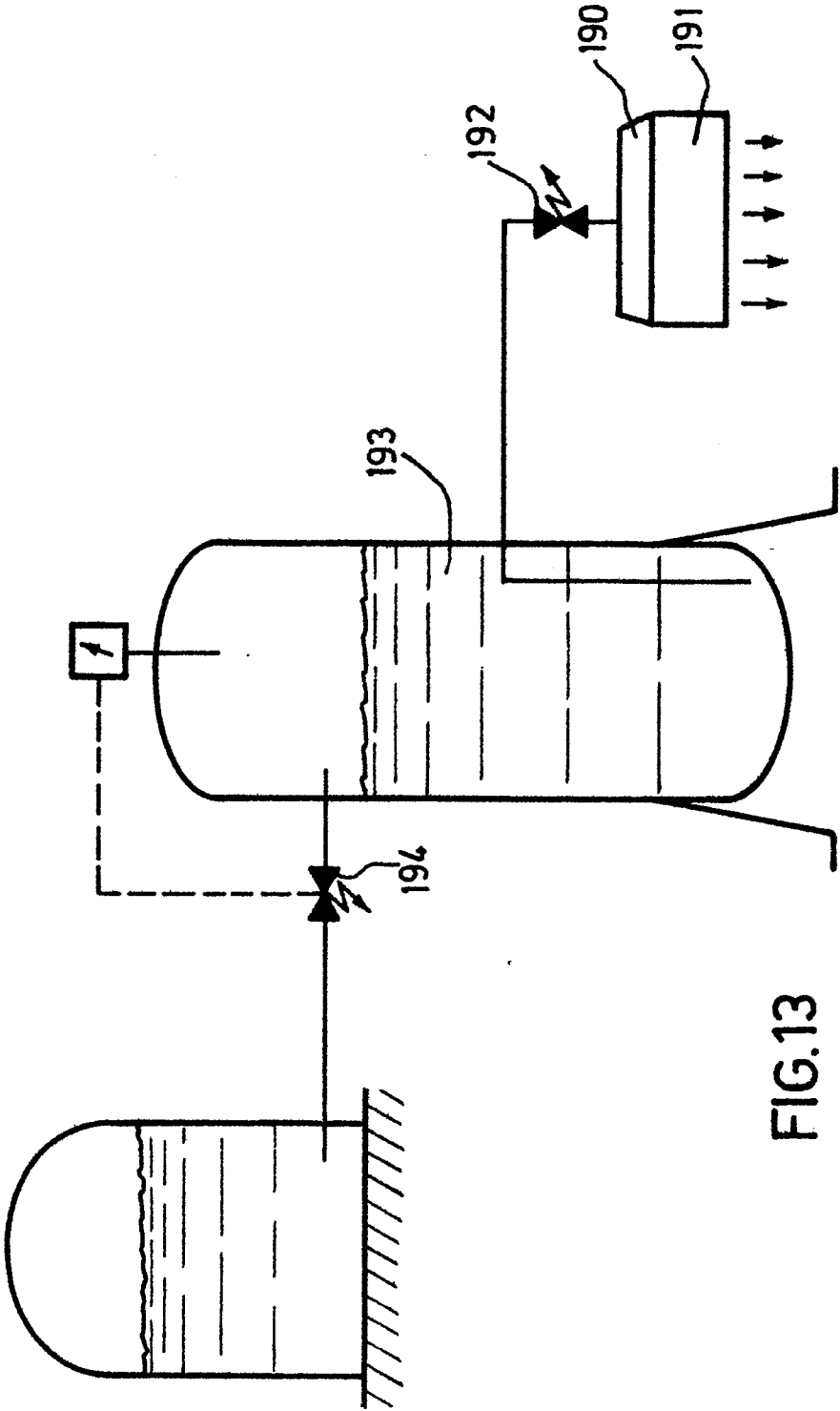


FIG.13

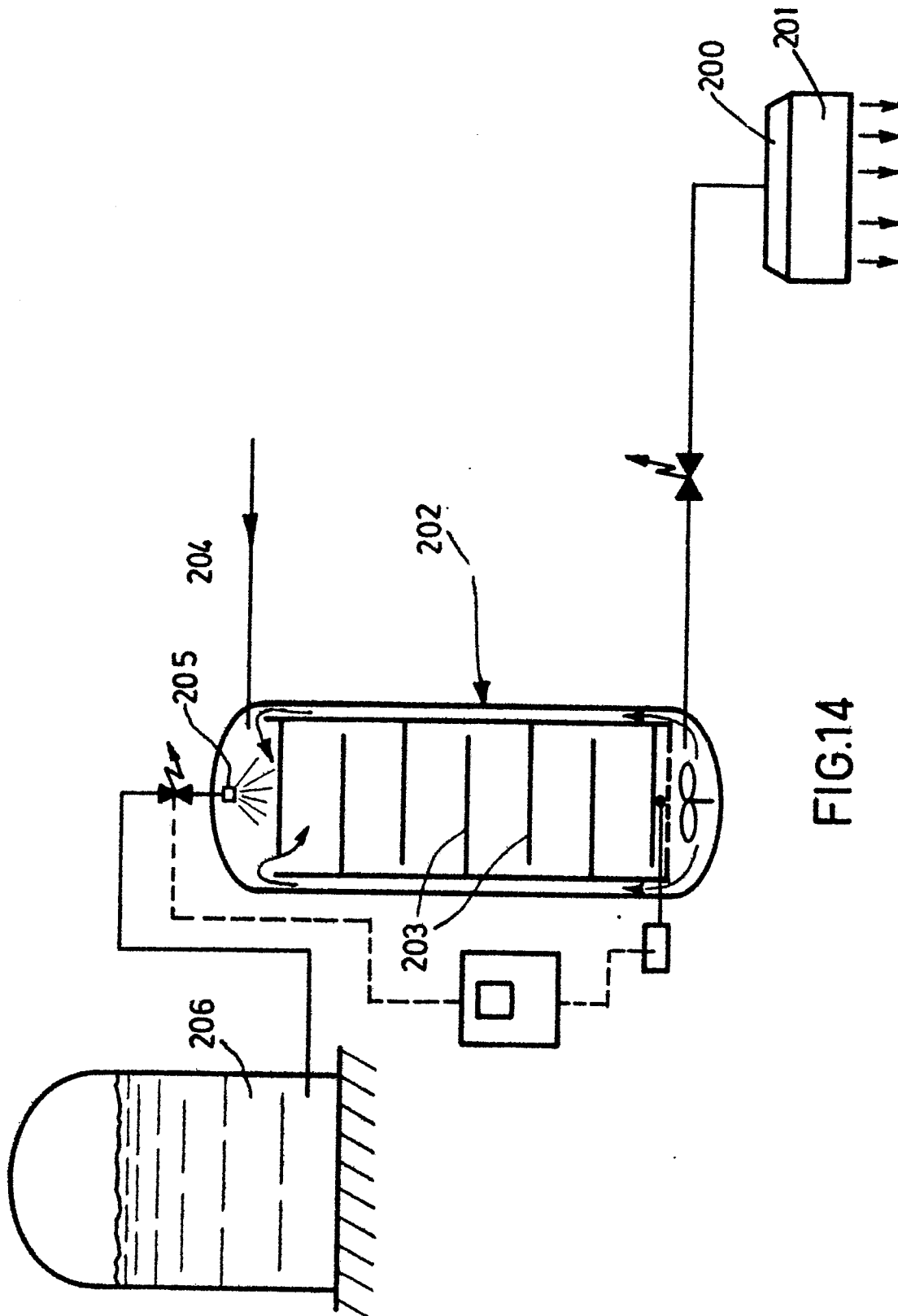


FIG.14

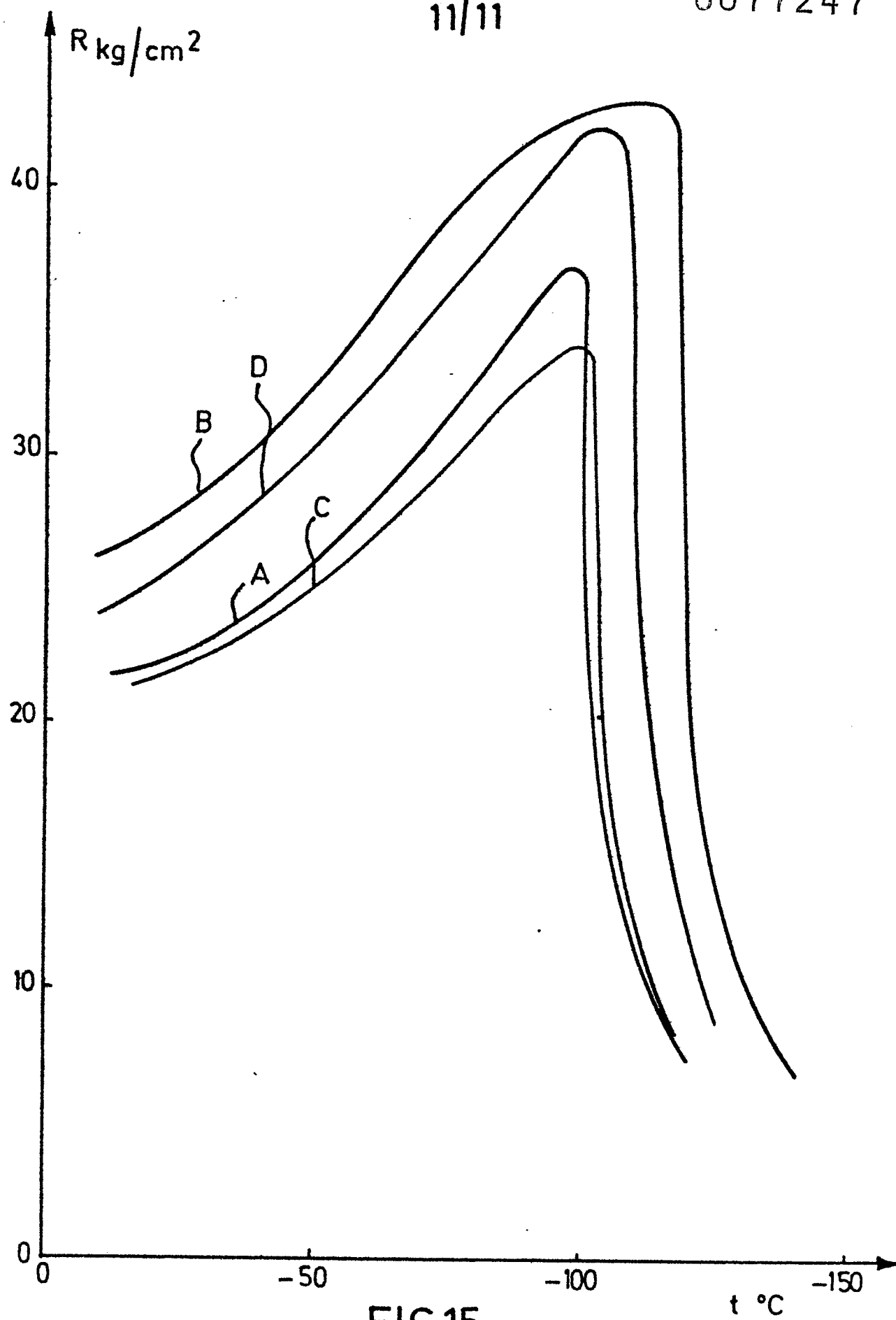


FIG.15



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0077247

Numéro de la demande

EP 82 40 1791

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. ³)
X	--- GB-A-1 537 471 (W.H.BOOTH) *Page 1, lignes 30-42; page 2, lignes 38-40, 71-75*	1, 2, 4	B 22 C 9/12
Y	--- CA-A- 447 141 (FORD MOTOR) *En entier*	5, 11, 18, 20, 21, 22, 24	
Y	--- DE-A-2 909 839 (LINDE AG) *Figures 1, 2; page 7, lignes 25-35; page 8, lignes 1-26*	3, 4, 5, 6, 7, 11, 18-21	
Y	--- FR-A-2 454 859 (INST. ODLEWNICTA) *Page 2, lignes 13-19*	7, 8, 23	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³)
	-----		B 22 C
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 05-01-1983	Examineur MAILLIARD A.M.
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	