

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 87401801.3

51 Int. Cl.4: **B 22 D 11/10**
B 22 D 1/00, B 22 D 27/00

22 Date de dépôt: 22.02.85

30 Priorité: 24.02.84 CA 448241

43 Date de publication de la demande:
03.02.88 Bulletin 88/05

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

60 Numéro de publication de la demande initiale en
application de l'article 76 CBE: 0 154 585

71 Demandeur: **CANADIAN LIQUID AIR LTD AIR LIQUIDE**
CANADA LTEE
1155, Sherbrooke Street, West
Montreal Quebec, H3A 1H8 (CA)

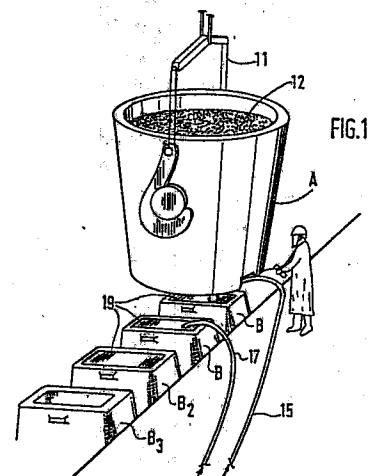
72 Inventeur: **Savard, Guy**
475 Prince Albert Avenue
Wesmount Quebec H3Y 2P7 (CA)

Gum Hong Lee, Robert
3472 Mountain Street
Montreal Suebéc HG3 2A6 (CA)

74 Mandataire: **Vesin, Jacques et al**
L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET
L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE
75, quai d'Orsay
F-75321 Paris Cédex 07 (FR)

54 **Appareil pour la protection gazeuse d'un jet de métal fondu.**

57 Selon l'invention, on protège l'acier liquide, qui s'écoule en un courant à partir d'un récipient tel qu'une poche (A), soit dans une lingotière (B), soit dans un moule de coulée continue, en l'isolant de l'atmosphère environnante au moyen d'un écran d'anhydride carbonique. L'anhydride carbonique se décompose pour former un écran protecteur de gaz inerte. L'absorption d'oxygène par l'acier reste négligeable. Les moules ou lingotières utilisés pour recevoir l'acier liquide versé par la poche sont purgés au moyen d'anhydride carbonique avant la coulée.



Description

" PROCÉDE DE COULÉE D'UN METAL LIQUIDE "

L'invention concerne un procédé de formation d'un écran protecteur de gaz autour de l'acier pour éviter l'oxydation, lorsque cet acier est coulé à partir d'un récipient sous la forme d'un courant liquide jusqu'au moment où il se solidifie.

Dans la pratique normale, l'acier liquide produit par l'un quelconque des procédés bien connus contient habituellement une forte teneur en oxygène. Ceci est préjudiciable à sa qualité. Pour éviter cet inconvénient, on calme l'acier en introduisant dans l'acier liquide des agents désoxydants, par exemple, du silicium, sous la forme de ferrosilicium, ou de l'aluminium ou encore ces deux substances à la fois. Ceci s'effectue habituellement dans une poche de transfert, à la coulée.

A la suite du traitement de désoxydation, l'acier liquide calmé possède une forte affinité pour l'oxygène, qu'il absorbe lorsqu'il est exposé à l'atmosphère, au moment où on le coule dans des lingotières, pour former des billettes ou brames. Ceci se traduit par des défauts dans l'acier résultant.

Pour éviter ou réduire cette absorption d'oxygène, on a déjà utilisé différents procédés de protection. Un procédé consiste à protéger les courants d'acier liquide coulés à l'air libre en les faisant passer dans des tuyaux céramiques entre le bassin de coulée et la lingotière. Cette technique constituait une pratique établie adoptée pour maintenir une qualité élevée dans la coulée continue de blooms et brames de forte section. Malheureusement, elle ne peut pas être appliquée aux blooms et billettes de plus petite section en raison de limitations d'espace. Un exemple de ce type de procédé est décrit dans le brevet canadien n° 1 097 881.

Dans un autre procédé, on verse de l'argon liquide dans les lingotières. L'argon s'évapore en entrant en contact avec l'acier liquide et isole ce dernier de l'atmosphère pendant la suite de la coulée dans la lingotière. Les principaux inconvénients de ce procédé consistent en ce que le stockage et le transport de l'équipement sont difficiles à adapter aux sévères conditions de travail de la plate-forme de coulée et, par ailleurs, le coût de l'argon est élevé, relativement au prix des nuances normales d'acier.

La protection par gaz inerte de l'acier coulé en continu a également été décrite dans l'article "Gas Shrouding of Strand Cast Steel at Jones & Laughlin Steel Corporation" de Samways, Pollard & Fedenco, Journals of Metals, octobre 1974, ainsi que dans les brevets américains, 3 908 734, 3 963 224 et 4 023 614.

Un autre procédé utilise de l'azote liquide pour former un écran protecteur pour le courant d'acier liquide au moment où il est coulé dans une machine de coulée continue. Ce procédé est décrit dans la brochure intitulée "Conspal Surface Protection" éditée par Concast AG, Zurich, Suisse, mars 1977, ainsi que dans le brevet américain n° 4 178 980, délivré au nom de L'Air Liquide. En général, l'azote liquide donne un degré de protection qui apporte une bonne amélioration comparativement aux autres procédés. Toutefois, la manipulation de cette substance dans les sévères conditions de la plate-forme de coulée rend dans certains cas difficile l'obtention de la continuité de la coulée pendant l'opération.

Les textes de publications et brevets mentionnés ci-dessus sont incorporés ici à titre de références.

La demanderesse a constaté que, contre toute attente, l'anhydride carbonique (CO₂) peut être utilisé efficacement comme gaz protecteur pour protéger l'acier liquide de l'oxydation par l'atmosphère dans le cas de la coulée continue, ou de la coulée en lingots, lorsque cet acier est coulé à partir d'un récipient sous la forme d'un courant liquide jusqu'au moment où il se solidifie.

Il est connu d'utiliser l'anhydride carbonique pour protéger les métaux liquides tels que le plomb, le zinc, le cuivre, métaux qui possèdent un point de fusion inférieur à la température de décomposition de l'anhydride carbonique. En se basant sur des considérations thermodynamiques, on doit s'attendre à ce qu'une telle protection ne soit pas réalisée par le coulage de métaux ayant un point de fusion supérieur à la température de décomposition de l'anhydride carbonique. En particulier, on doit s'attendre à ce que, sous l'effet du contact entre l'anhydride carbonique et l'acier liquide, ce dernier soit oxydé par la décomposition du gaz, puisque sa température de décomposition est très inférieure à celle de l'acier liquide. De manière inattendue, la demanderesse a constaté que les cinétiques des réactions sont telles que, en entrant en contact avec l'acier liquide, et bien que l'anhydride carbonique se décompose à l'interface gaz-métal, une quantité négligeable d'oxygène se dissout dans le métal et l'oxyde de carbone formé se comporte comme une couche écran à l'interface gaz-métal. Non seulement l'oxydation est considérablement réduite comparativement au niveau qu'elle atteindrait en l'absence de couche écran entre le métal et l'atmosphère mais on évite également l'absorption d'azote et d'hydrogène (provenant de l'humidité de l'air) par l'acier liquide. L'absorption d'oxygène issue de la décomposition est inférieure à environ 60 parties par million et peut être réduite à 40 parties par million. L'anhydride carbonique est donc capable de former un écran efficace entre l'acier liquide et l'atmosphère environnante lorsque cet acier est coulé à partir d'un récipient dans la forme d'un courant liquide jusqu'au moment où il se solidifie, ce qui réduit considérablement le taux d'oxydation.

Dans la mise en oeuvre du procédé, on forme un écran protecteur d'anhydride carbonique autour du courant d'acier liquide, à proximité de sa source, et on maintient cet écran en contact avec l'acier jusqu'à ce que ce dernier se solidifie. Les critères généraux à respecter pour l'utilisation de l'anhydride carbonique en tant qu'écran protecteur sont généralement les mêmes que dans le cas de l'utilisation de l'argon ou d'autres gaz inertes. Par exemple, dans le cas de la coulée d'un lingot par le haut dans une lingotière, on purge à l'avance la lingotière au moyen d'anhydride carbonique pour éliminer l'oxygène et pour former dans la lingotière une atmosphère d'anhydride carbonique dans laquelle et à travers laquelle l'acier est coulé.

De cette façon, la teneur en oxygène de la lingotière, avant la coulée, peut être ramenée à moins de 3 % en volume, et de préférence, à 1 % au plus.

L'écran protecteur peut être formé au moyen d'une rampe annulaire percée d'orifices de sortie que l'on dispose autour du courant d'acier liquide, à proximité de sa source, pour débiter l'anhydride carbonique sous la forme de jets qui se rassemblent en formant un couvercle qui épouse la surface du courant d'acier. Dans le cas de la coulée dans une lingotière, une rampe de distribution annulaire peut entourer la busette de sortie de la poche de coulée.

L'acier formant le courant liquide est habituellement à une température comprise entre 1 625 °C et 1 650 °C.

L'invention concerne également l'utilisation de mélanges d'argon et d'anhydride carbonique dans la coulée d'acier pour éviter l'oxydation.

L'invention sera mieux comprise à l'aide des exemples de réalisation suivants, donnés à titre non limitatif, conjointement avec les figures qui représentent :

la figure 1 est une vue en perspective qui montre les positions relatives de la poche de coulée et d'une rangée de lingotières, pendant la mise en oeuvre du procédé selon l'invention;

la figure 2 est une coupe verticale, en partie en élévation, d'une lingotière pendant l'opération de purge à l'anhydride carbonique qui sert à préparer cette lingotière pour la réception de l'acier liquide;

la figure 3 est une vue partielle à échelle agrandie qui montre un intercalaire en acier ondulé qui supporte la base de la lingotière ;

la figure 4 est une coupe verticale, en partie en élévation, qui montre une opération de coulée en lingots; et

la figure 5 est un schéma montrant la disposition des éléments d'un équipement approprié pour la mise en oeuvre d'un procédé selon l'invention, et les liaisons de transmission des fluides qui relient ces éléments.

La figure 1 représente une poche A contenant de l'acier liquide qui est coulé dans une lingotière B. Un gaz protecteur, composé d'anhydride carbonique, est acheminé à travers une rampe de distribution annulaire (représentée sur la figure 4), alimentée par une conduite d'alimentation 15.

Une lingotière B₁, qui attend son tour pour recevoir l'acier liquide, est représentée alors qu'elle reçoit de l'anhydride carbonique gazeux de purge par une conduite 17 et les lingotières suivantes B₁ et B₂ attendent leur tour pour être traitées.

Avant d'entrer dans la phase de traitement, chacune des lingotières est munie d'un chapeau 19 formé d'une pellicule d'aluminium. Le chapeau 19 a été déchiré localement pour former une ouverture pour l'introduction de la conduite de gaz.

La figure 2 montre, d'une façon plus détaillée, la lingotière B₁ en cours de purge par l'anhydride carbonique. La conduite 17 est passée à travers une ouverture 20 du chapeau en pellicule d'aluminium et elle se termine par une buse 18 à travers laquelle l'anhydride carbonique est introduit dans le fond de la lingotière pour déplacer l'air et le remplacer par une atmosphère d'anhydride carbonique.

La lingotière B₁ possède une paroi 22 qui renferme une cavité de moulage 23 à section décroissante. La base de la paroi 22 est appuyée sur un intercalaire 24 en métal ondulé, qui est lui-même supporté par le plateau d'un chariot C et est destiné à former un joint entre la base de la paroi 22 et le plateau du chariot, en laissant une certaine quantité d'anhydride carbonique gazeux s'échapper latéralement.

On injecte de l'anhydride carbonique dans la lingotière B₁ jusqu'à ce que cette lingotière possède un contenu d'oxygène non supérieur à 30%, et de préférence, de 1 % au plus. La lingotière est maintenant prête pour la coulée. Elle est alors amenée à la position de la lingotière B et l'opération de coulée est exécutée de la façon décrite en regard de la figure 4. On ouvre une vanne agencée dans la poche A, au moyen d'une commande à distance, pour laisser l'acier liquide s'écouler à travers un passage de sortie 25 ménagé dans la poche A et passer sous la forme d'un courant vertical au droit d'un diffuseur de gaz protecteur 27. Le diffuseur 27 est alimenté en anhydride carbonique gazeux par une conduite 15, ce qui a pour effet qu'un écran de gaz entoure le courant de métal liquide et accompagne ce dernier lorsqu'il pénètre dans l'atmosphère d'anhydride carbonique contenue dans la lingotière B. Depuis l'instant où il sort de la poche jusqu'à l'instant où il atteint sa destination dans la lingotière, l'acier liquide est isolé de l'atmosphère par un rideau continu d'anhydride carbonique. Lorsque la lingotière est remplie, on referme la vanne de la poche pour arrêter l'écoulement de métal liquide et on amène la lingotière suivante et la poche dans des positions d'alignement mutuel pour que cette lingotière reçoive son contenu d'acier liquide.

Pour assurer une alimentation en anhydride carbonique en temps voulu, sur ordre, on utilise un équipement d'alimentation tel que celui représenté sur la figure 5.

EXEMPLE

Pour les besoins de cet exemple, on utilise un équipement sensiblement tel que représenté sur la figure 4. On utilise une poche possédant une capacité de 50 tonnes et des lingotières possédant chacune une capacité de 8 à 9 tonnes. La poche possède une ouverture ou busette circulaire d'un diamètre de 5 à 6,5 cm. Chaque lingotière possède une profondeur de 240 à 260 cm. La distance séparant le bas de la busette de la surface supérieure de la lingotière est de 75 cm. Chaque lingotière repose sur un intercalaire monté sur chariot, du type utilisé pour évacuer les lingots solidifiés du poste de coulée.

La poche est équipée d'une rampe circulaire perforée, située juste au-dessous de la busette et capable de former un écran protecteur d'anhydride carbonique gazeux. Cette rampe est reliée à une source continue

d'alimentation d'anhydride carbonique gazeux. En outre, l'installation comprend un appareillage classique pour purger la lingotière au moyen d'anhydride carbonique gazeux.

5 Juste avant la coulée, on purge chaque lingotière au moyen d'anhydride carbonique gazeux, à un débit de 2,8 mètres cubes par minute, pour expulser l'air de l'intérieur de la lingotière. L'air est expulsé de l'intérieur de la lingotière par la purge d'anhydride carbonique à un débit de 2265 à 2832 litres/minute (80 à 100 scfm standard cubic foot minute), pendant environ 3 minutes avant la coulée de chaque lingot. On introduit un tuyau de caoutchouc à revêtement protecteur d'amiante dans la lingotière, à travers la pellicule d'aluminium, de façon que le diffuseur plonge aussi bas que possible, comme représenté sur la figure 2. On prolonge l'écoulement de gaz jusqu'à ce que l'air ait été expulsé de la lingotière, à un point tel que la concentration de l'oxygène dans la lingotière ne soit pas supérieure à 1 % en volume. L'injection de gaz est prolongée jusqu'à un instant précédant immédiatement la coulée dans cette lingotière, ceci pour tenir compte de la fuite de gaz entre la lingotière et son intercalaire.

10 Pendant que l'acier se trouve dans le four, on prépare les lingotières pour la coulée selon la procédure suivante. On projète un fort jet d'air comprimé sur l'intercalaire pour en éliminer les éventuelles particules libres. On applique ensuite sur l'intercalaire une enduction composée d'une dispersion de ciment dans l'acide phosphorique dilué. On place quatre bandes de tôle d'acier ondulé d'environ 150 mm x 750 mm 1,6 mm sur l'intercalaire, en carré ou en rectangle. Lorsque la lingotière est placée en position, son poids a écrasé les ondulations pour réduire ainsi les risques de fuites de l'acier liquide (voir détail sur la figure 2).

20 On place sur l'intercalaire, à l'intérieur de la lingotière, une cheminée de forme oblongue, faite de tôle d'acier mince, mesurant environ 500 mm x 1 000 mm x 1 250 mm, pour réduire l'intensité des projections au moment du début de la coulée de métal liquide dans la lingotière. On fixe des "planches" exothermiques (rehausseuses chaudes ou "hot tops"), sur l'extrémité supérieure de la surface interne de la lingotière, ces planches engendrant de la chaleur en entrant en contact avec l'acier liquide, ceci pour ralentir le refroidissement à la partie du lingot, et pour réduire de cette façon la profondeur de la retassure formée dans la partie supérieure de ce lingot et qui doit être coupée avant le laminage consécutif. On place un chapeau en pellicule d'aluminium mince sur la partie supérieure de la lingotière pour limiter l'exposition à l'atmosphère avant que la lingotière n'ait été purgée au moyen d'anhydride carbonique.

25 Au début de la coulée, l'acier liquide perce un petit trou dans la feuille mince d'aluminium en réduisant ainsi la quantité d'air ambiant qui est attiré dans le moule. La température de l'acier du courant est de 1 625 °C à 1 650 °C. Pendant le remplissage de chaque lingotière, il se forme un écran d'anhydride carbonique à proximité de la source du courant, c'est-à-dire juste au-dessous du bas de la poche, sous la busette. L'écran formé autour du courant d'acier liquide est entraîné avec l'acier et forme un écran protecteur isolant de l'atmosphère depuis l'instant où l'acier quitte la busette jusqu'à son impact dans la lingotière. Le débit d'anhydride carbonique envoyé à l'écran est de 2,8 mètres cubes par minute.

30 La poche contenant les 50 tonnes d'acier est positionnée au-dessus de la première lingotière, déjà purgée et le débit de gaz d'écran est mis en action. Le tuyau de purge a précédemment été transféré à la deuxième lingotière sans interrompre l'écoulement du gaz.

35 La vanne est ouverte pour commencer la coulée (voir figure 4). A certains moments, la busette est bouchée par du métal solidifié ou par du laitier. Dans chaque cas, il est nécessaire d'injecter de l'oxygène à la lance pour dégager la busette (voir figure 4).

40 Bien que l'anhydride carbonique soit fourni sous la forme liquide, on utilise du CO₂ gazeux aux deux points d'injection (purge et formation d'un écran). On utilise donc un dispositif qui possède une capacité de vaporisation pour fournir un débit comparable à celui d'un gaz inerte, par exemple de l'argon. La composition de l'alimentation en CO₂ est représentée sur la figure 5.

45 C'est le premier lingot qui demande le moins de temps pour la coulée, puisque la pression statique du métal décroît progressivement au cours de la coulée. En environ 3 minutes, la lingotière est remplie et la vanne est fermée (pour environ 20 à 30 secondes) pendant que l'opérateur du pont roulant positionne la poche au-dessus de la deuxième lingotière. Pendant ce temps, le tuyau de gaz de purge est transféré à la lingotière suivante puis la vanne est ouverte à nouveau pour remplir la lingotière qui vient d'être purgée. La séquence est poursuivie jusqu'à ce que la poche soit vidée de sa charge de métal.

50 On laisse la charge contenue dans chaque lingotière se refroidir, de la façon classique, avec une couche de flux protecteur sur sa surface, de manière à former un lingot solide. Les lingotières sont ensuite vidées de leurs lingots.

55 Chaque lingot est laminé à chaud en un feuillard, selon la pratique standard, puis soumis à un contrôle aux ultrasons pour la détection des défauts de surface. Le feuillard acceptable a été ensuite laminé en une tôle et la tôle a été ensuite transformée en un tube soudé en hélice. Le tube a été ensuite soumis à un contrôle aux ultrasons pour la détection des défauts.

Des chauffes témoins ont été ensuite exécutées d'une façon identique.

60 Au cours de l'ensemble de l'opération de coulée en lingotière, le débit de gaz était de 2,8 mètres cubes par minute dans le cas de l'anhydride carbonique et de 2,8 mètres cubes par minute dans le cas de l'argon. Chaque lingotière a été purgée pendant environ 2 minutes et le courant de métal liquide a été protégé pendant toute la durée de l'opération de coulée, d'environ 25 minutes.

Une comparaison des résultats est donnée ci-après en termes de défauts de surface sur les feuillards formés par laminage à partir de billettes produites :

65

<u>Ecran</u>	<u>Purge de la lingotière</u>	<u>Taux de rebut</u>	
		<u>% en poids</u>	
Argon	Argon	0,7	5
Anhydride carbonique	Anhydride carbonique	0,55	
Argon	Anhydride carbonique	0,43	10

Défauts détectés par l'effet aux ultrasons sur un tube soudé en hélice :

hélice :

<u>Ecran</u>	<u>Purge de la lingotière</u>	<u>Taux de rebut</u>	
		<u>% en poids</u>	
Argon	Argon	0,4	20
Anhydride carbonique	Anhydride carbonique	0,15	
Argon	Anhydride carbonique	0,00	25

Grâce au coût relativement faible de l'anhydride carbonique et à la facilité avec laquelle on peut se le procurer, comparativement, par exemple, à l'argon, et grâce au fait qu'il peut être produit et fourni en continu, ce gaz constitue un gaz extrêmement utile lorsqu'il est utilisé selon l'invention. L'anhydride carbonique est plus lourd que l'air (1,5 : 1) contrairement à l'argon (1,5 : 2) et il maintient donc un écran de protection efficace plus longtemps que les gaz plus légers puisqu'il ne se disperse pas dans l'atmosphère aussi facilement.

L'anhydride carbonique peut être utilisé sous la forme de neige carbonique pour fournir une forme concentrée de gaz CO₂ pour l'utilisation de la lingotière dans la coulée en lingots ou dans la lingotière d'une installation de coulée continue.

On constate également des résultats comparatifs ci-dessus que l'utilisation d'argon au niveau de l'écran et d'anhydride carbonique pour la purge de la lingotière donne, de manière inattendue, des résultats encore améliorés. Il est clair également à partir de ces exemples, qu'un mélange d'anhydride carbonique et d'argon, au niveau de l'écran, quelles que soient les proportions, associé à une purge de la lingotière à l'anhydride carbonique, donnera des résultats supérieurs ou égaux à ceux obtenus avec l'anhydride carbonique seul.

Revendications

- Appareil pour la réalisation d'une protection gazeuse d'un jet de métal fondu coulé d'un récipient supérieur (A) dans un récipient inférieur (B₁), une enveloppe gazeuse protectrice étant formée autour du jet de métal fondu pour le protéger contre les impuretés de l'atmosphère environnante lors de la coulée du jet de métal dans le récipient inférieur, caractérisé en ce qu'il comporte :
 - un récipient supérieur (A) muni d'un système d'ouverture et de fermeture placé à la partie inférieure du récipient, l'ouverture du système permettant la coulée du jet de métal ;
 - un récipient inférieur (B₁) muni d'une ouverture pour recevoir le métal coulé lorsque le système d'ouverture et de fermeture est ouvert ;
 - des moyens d'injection (15) d'anhydride carbonique gazeux autour du jet de coulée placés dans le premier récipient et entourant le trou de coulée ;
 - des moyens d'injection (17) d'anhydride carbonique gazeux dans le récipient inférieur pour assurer sa purge ;
 - un réservoir contenant de l'anhydride carbonique sous forme liquide dans sa partie inférieure et sous forme gazeuse dans sa partie supérieure ;
 - des moyens pour soutirer de l'anhydride carbonique liquide de la partie inférieure du réservoir, le vaporiser et l'injecter dans la partie supérieure du réservoir afin de remplacer le gaz prélevé ;
 - une canalisation placée dans la partie supérieure dudit réservoir pour véhiculer l'anhydride carbonique gazeux vers les moyens d'injection de gaz carbonique autour du jet de coulée et les moyens d'injection de gaz carbonique dans le récipient inférieur ;

0 255 450

- des moyens pour contrôler l'injection d'anhydride carbonique dans le second récipient pour assurer la purge de celui-ci avant la coulée du métal ;
- des moyens pour contrôler l'injection d'anhydride carbonique autour du jet de coulée de métal issu du premier récipient.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

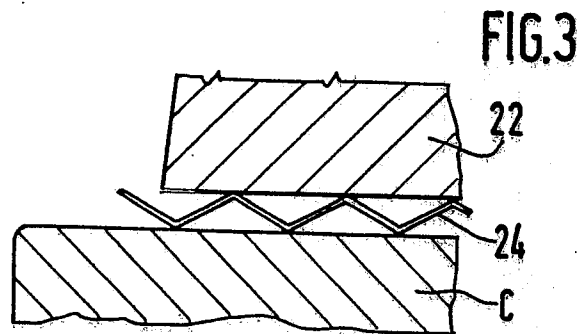
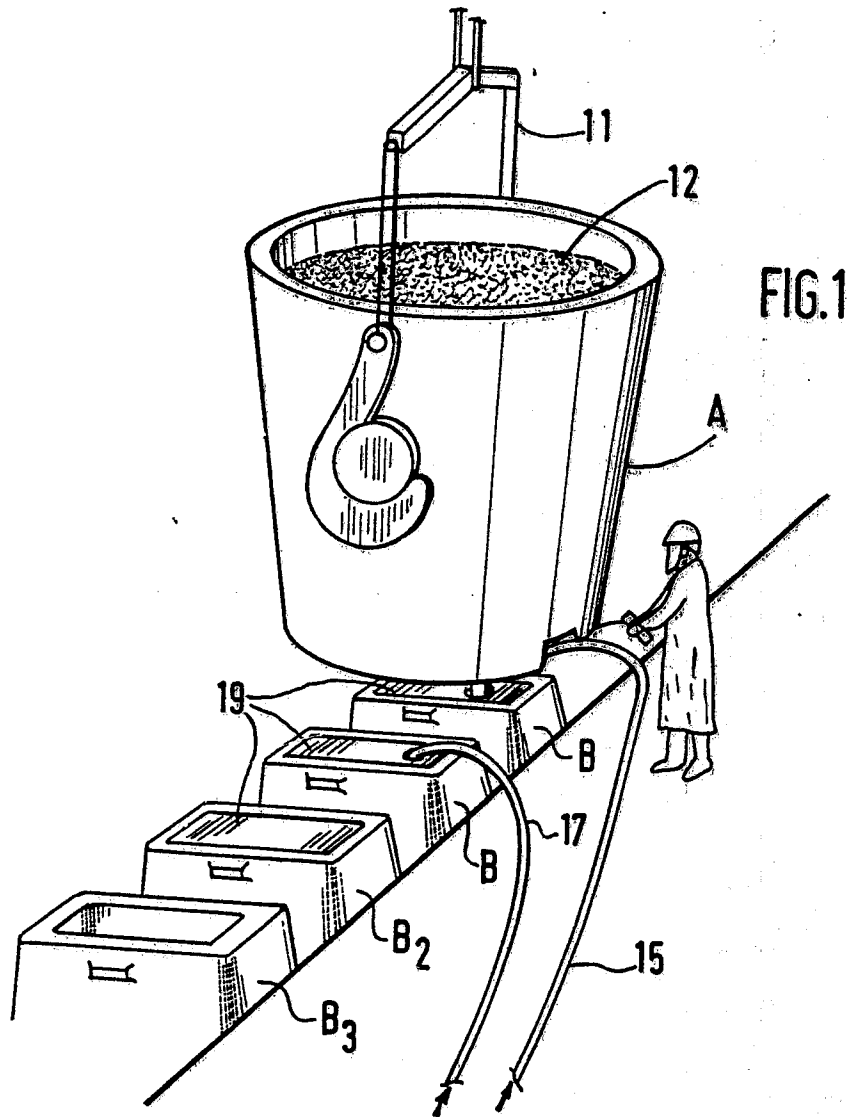
50

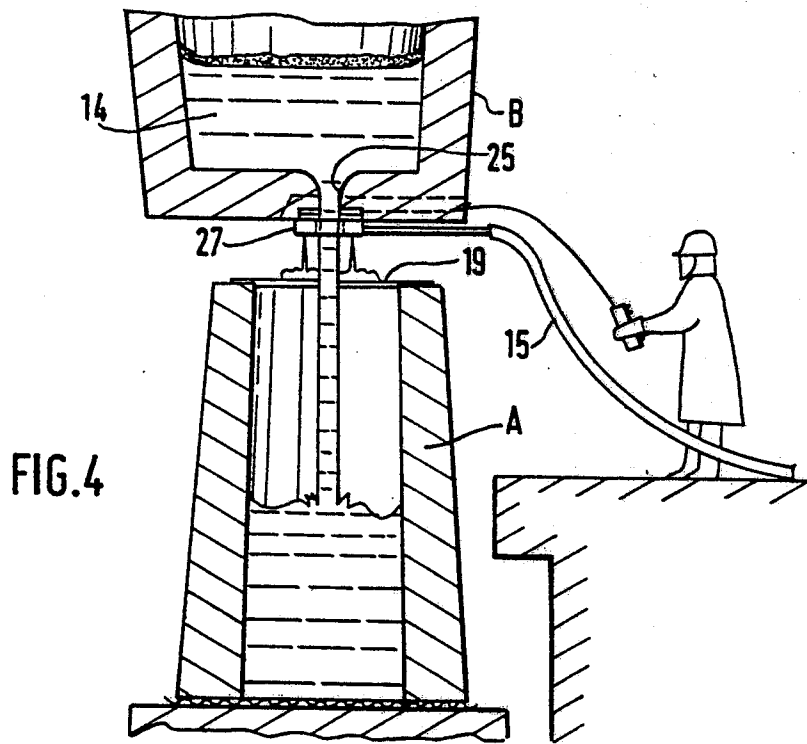
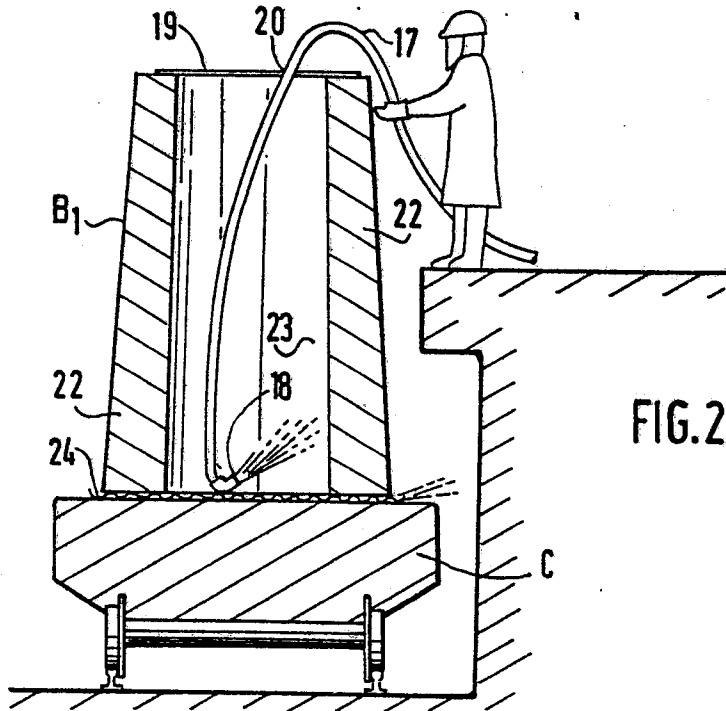
55

60

65

0255450





0255450

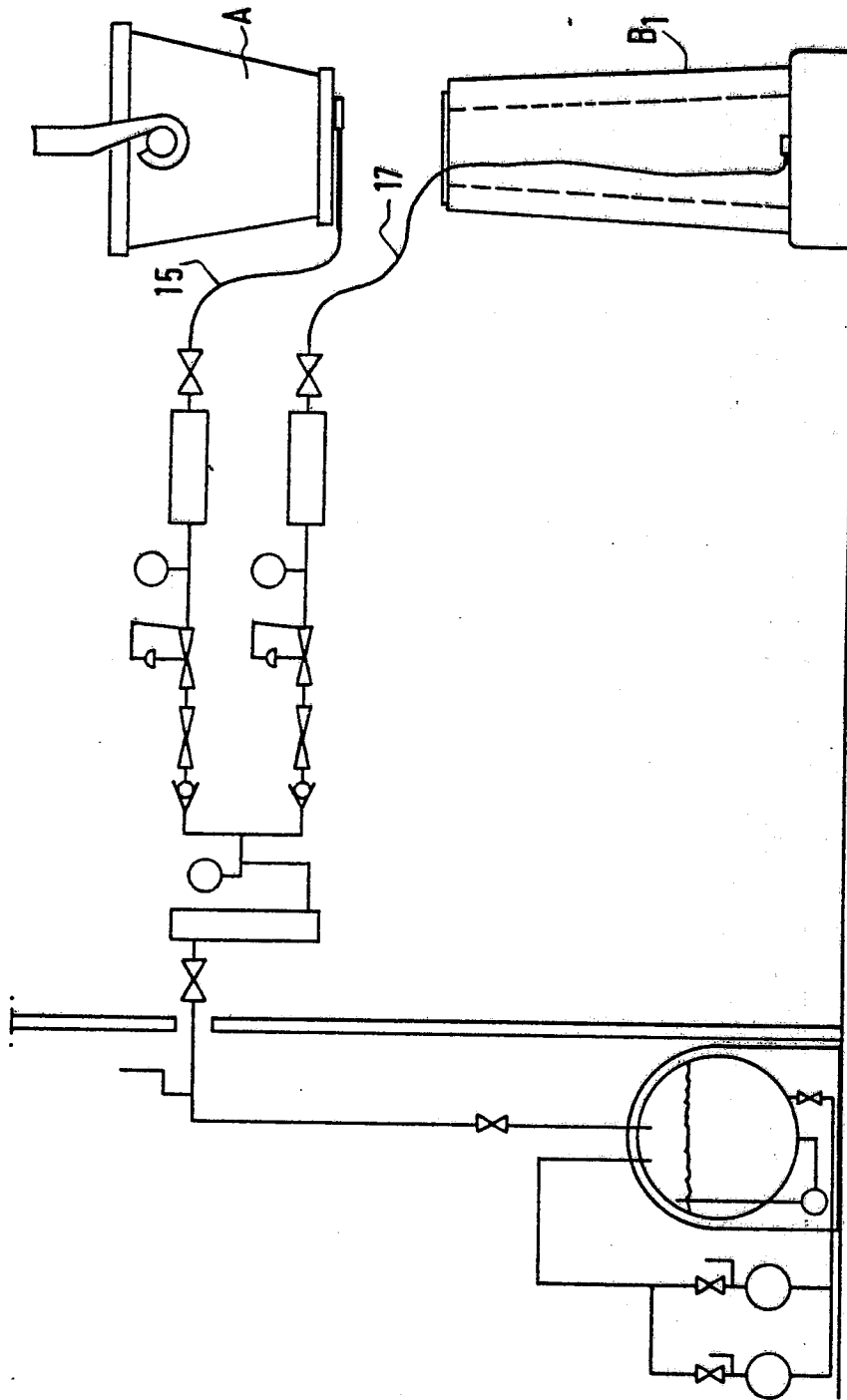


FIG.5