

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national :

2 530 167

82 12265

(51) Int Cl³ : B 22 D 21/00, 11/10.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** A1

(22) Date de dépôt : 13 juillet 1982.

(30) Priorité

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 3 du 20 janvier 1984.

(60) Références à d'autres documents nationaux appartenus :

2^e demande divisionnaire bénéficiant de la date de dépôt du 15 mars 1982 de la demande de brevet initiale n° 82 04297 (art. 14 de la loi du 2 janvier 1968 modifiée).

(71) Demandeur(s) : Société dite : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE, — FR.

(72) Inventeur(s) : Serge Devalois, Thierry Hersant, Albert-Gilbert Goursat et François Weisang

(73) Titulaire(s) :

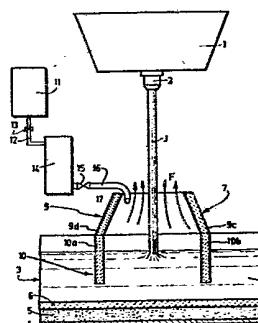
(74) Mandataire(s) :

(54) Procédé et installation de protection d'un jet de coulée de métal liquide.

(57) L'invention concerne la protection d'un jet de coulée de métal liquide, s'écoulant entre un réservoir supérieur et un réceptacle inférieur.

Selon le procédé, on injecte au moins un gaz inerte liquéfié au-dessus et à proximité de la surface du métal liquide contenu dans le réceptacle inférieur et/ou on injecte au moins un gaz inerte dans le métal liquide par le fond ou les parois dudit réceptacle.

L'invention s'applique à la protection de jets de coulée de métaux, notamment entre poche et répartiteur, entre poche et lingotière, entre poche et poche, entre convertisseur (ou four) et poche.



L'invention concerne la protection d'un jet de métal liquide s'écoulant entre un réservoir supérieur et un réceptacle inférieur.

Certains procédés utilisés jusqu'à présent pour protéger un jet de coulée de métal fondu consistent à déverser un gaz inerte liquéfié à la partie supérieure dudit jet. Par exemple, le brevet français 2.403.852, au nom du demandeur, décrit un procédé selon lequel le gaz inerte liquéfié est délivré autour du jet par un dispositif généralement torique disposé sous le réservoir supérieur. Ce système n'est pas toujours satisfaisant ; en effet, la création d'une atmosphère inerte sur tout le trajet du jet peut parfois prendre un certain temps : il y alors entraînement d'air par le métal en écoulement, notamment au niveau de l'impact du jet sur le bain métallique ; cet air entraîné dans le bain réagit avec le métal provoquant la mise en solution d'azote et la formation d'inclusions d'oxydes.

Pour remédier à ces inconvénients, le demandeur a récemment mis au point un procédé, décrit dans la demande du brevet n° 81.21855, du 23 novembre 1981, selon lequel on crée autour du jet de coulée et sur la totalité de la hauteur de ce dernier, une gaine protectrice gazeuse ascendante formée à partir d'au moins un gaz pratiquement inerte vis-à-vis du métal. De façon plus précise, cette gaine protectrice ascendante est formée par injection du gaz inerte autour de la zone d'impact dudit jet et confinement dudit gaz inerte au-dessus de la surface du métal liquide et autour de la base dudit jet au moyen d'un fourreau, ouvert à ses deux extrémités, entourant la base dudit jet et immergé partiellement dans le métal liquide.

Ainsi, le gaz de protection confiné autour du jet et porté à haute température est soumis à une force ascensionnelle qui permet la formation d'un gaine gazeuse protectrice le long du jet de métal circulant à contre courant de celui-ci et s'opposant ainsi à tout entraînement d'air par le métal en écoulement.

La présente invention a pour objet un nouveau procédé pour créer une gaine protectrice ascendante de ce type.

Le procédé conforme à l'invention se caractérise en ce que

l'on injecte au moins un gaz inerte liquéfié au-dessus et à proximité de la surface du métal liquide contenu dans le réceptacle inférieur et/ou on injecte un gaz inerte dans le métal liquide par le fond ou les parois dudit réceptacle.

5 Selon un premier mode de réalisation de l'invention, l'injection d'un gaz inerte liquéfié au-dessus et à proximité de la surface du métal liquide s'effectue par injection dudit gaz à l'intérieur du fourreau et légèrement en dessous de l'ouverture supérieure dudit fourreau. La couche protectrice de gaz liquéfié ainsi formée sur la surface de métal liquide se vaporise et engendre, à l'intérieur du fourreau, une atmosphère gazeuse qui s'échappe par l'ouverture supérieure de ce dernier. Pour que cette atmosphère soit considérée comme inerte vis-à-vis du métal, il faut qu'elle contienne moins de 5 % d'oxygène. C'est pourquoi, selon l'invention, on règle 10 le débit d'injection D du gaz inerte liquéfié de façon à ce que la valeur de $\frac{V_2}{T_2}$ (V_2 et T_2 étant la vitesse et la température à laquelle l'atmosphère gazeuse ascendante formée atteint l'ouverture supérieure du fourreau) corresponde à une teneur en oxygène de ladite atmosphère inférieure à 5 %, selon l'équation :

$$20 \quad \frac{V_2}{T_2} = \frac{1}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{1}{T_1} \cdot \frac{S_1}{S_2} \cdot \frac{\rho_L}{\rho_G} \cdot D \quad (1),$$

dans laquelle :

- T_1 est la température d'ébullition du gaz inerte liquéfié, exprimée en degrés K ;
 - 25 - S_1 et S_2 sont les sections des ouvertures inférieure et supérieure du fourreau ;
 - ρ_L et ρ_G sont les masses volumiques du gaz inerte à l'état liquide et à l'état gazeux ;
 - V_2 est exprimée en m/s, T_2 en degrés K et D en litre/min/m².
- 30 Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, l'injection d'un gaz inerte dans le métal liquide par le fond/du réceptacle en-dessous de la zone d'impact du jet provoque également la formation, au-dessus de la surface du bain et à l'intérieur du fourreau, d'une gaine protectrice gazeuse ascendante qui s'échappe par l'ouverture supérieure de ce dernier. De plus, l'injection du gaz

inerte dans le métal liquide provoque un brassage dudit métal qui empêche les solidifications parasites, favorise une coalescence des inclusions et donc une décantation ultérieure de ces dernières, et permet un effet de purge, c'est-à-dire la désorption des gaz dissous dans le bain. Pour que l'atmosphère gazeuse formée soit considérée comme inerte vis-à-vis dudit métal, on règle le débit d'injection D du gaz inerte dans le métal liquide de façon à ce que la valeur de $\frac{V_2}{T_2}$ corresponde à une teneur en oxygène de ladite atmosphère inférieure à 5 %, selon l'équation :

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{1}{3600} \cdot \frac{1}{T_1} \cdot \frac{S_1}{S_2} \cdot \frac{P_L}{P_G} \cdot \frac{T}{410} \quad D(2),$$

dans laquelle V_2 , T_2 , T_1 , S_1 , S_2 , P_L et P_G sont les mêmes paramètres que ceux de l'équation (1) ci-dessus, T est la température du métal liquide exprimée en degrés K et D est exprimé en m^3/heure .

Par exemple, si le gaz inerte utilisé est de l'azote, on détermine expérimentalement la valeur $\frac{V_2}{T_2} > 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s/K}^\circ$

nécessaire pour que la teneur en oxygène de l'atmosphère soit inférieure à 5 % ; et, compte tenu des paramètres relatifs à l'azote (T_1 , P_L , P_G) et des dimensions du fourreau utilisé (sections S_1 et S_2), on règle le débit D de l'azote injecté selon l'équation (1) ou (2). Si le gaz inerte utilisé est de l'argon, on détermine expérimentalement la valeur $\frac{V_2}{T_2}$ qui doit être supérieure à $1,7 \cdot 10^{-4} \text{ m/s/K}^\circ$

et on règle le débit D de l'argon injecté selon l'équation (1) ou (2).

Selon un troisième mode de réalisation de l'invention, on effectue à la fois l'injection d'un gaz inerte liquéfié au-dessus et à proximité de la surface du métal liquide et l'injection d'un gaz inerte dans le métal liquide par le fond ou les parois du réceptacle inférieur. Le gaz inerte liquéfié et le gaz inerte injecté dans le métal liquide sont soit de même nature, soit de nature différente. On obtient ainsi à la fois formation de l'atmosphère gazeuse ascendante qui empêche tout entraînement d'air par le jet de coulée et brassage du bain métallique. De plus, selon ce mode de réalisation,

la quantité de gaz totale nécessaire pour former la gaine gazeuse ascendante est moindre que celle nécessaire lorsqu'on injecte le gaz uniquement au-dessus de la surface du métal liquide.

Selon une variante de réalisation de l'invention, on complète la protection du jet de métal liquide, immédiatement à son débouché du fond du réservoir supérieur, en créant une atmosphère de protection gazeuse formée à partir d'au moins un gaz pratiquement inerte vis-à-vis dudit métal, ladite atmosphère enveloppant un dispositif obturateur monté extérieurement sur le fond dudit réservoir supérieur, comportant une plaque fixe et un équipage mobile comprenant une plaque mobile appliquée contre ladite plaque fixe et un support métallique solidaire de ladite plaque mobile pour au moins une busette pouvant venir en communication avec le trou d'écoulement du métal liquide. De façon plus précise, l'atmosphère gazeuse inerte formée s'oppose plus particulièrement à toute infiltration d'air dans l'interstice entre la plaque fixe et la plaque mobile ainsi que dans la zone de jonction entre la plaque mobile et la ou les busettes et protège également le jet du métal juste à sa sortie d'une des busettes.

Cette protection du jet de métal liquide, immédiatement à son débouché du réservoir supérieur complète avantageusement la protection dudit jet sur toute sa hauteur par la gaine gazeuse ascendante ; en effet, le jet de métal liquide ne peut ainsi entraîner, lors de son écoulement, que du gaz inerte dans le fourreau entourant sa base.

L'invention a également pour objet une installation de transfert d'un métal liquide mettant en oeuvre le procédé considéré qui comporte un réservoir supérieur et un réceptacle inférieur muni d'un garnissage réfractaire interne et un fourreau en matériau réfractaire, ouvert à ses deux extrémités, l'ouverture supérieure dudit fourreau étant située en-dessous du débouché du réservoir supérieur, l'extrémité inférieure dudit fourreau étant située à distance du fond du réceptacle inférieur tandis que l'extrémité supérieure dudit fourreau fait saillie largement au-dessus du bord dudit réceptacle inférieur. Cette installation comporte des moyens d'injection d'un gaz inerte liquéfié à l'intérieur dudit fourreau et légèrement

en-dessous de l'ouverture supérieure dudit fourreau et/ou des moyens d'injection d'au moins un gaz inerte par le fond ou les parois du réceptacle inférieur.

Les caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui suit faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une coupe schématique partielle d'un premier mode de réalisation d'une installation selon l'invention ;
- la figure 2 est une coupe schématique partielle d'un deuxième mode de réalisation d'une installation selon l'invention ;
- la figure 3 est une coupe partielle selon la ligne III - III de la figure 2 ;
- la figure 4 est une coupe partielle dans le même plan que la figure 3, mais représentant une autre variante du deuxième mode de réalisation d'une installation selon l'invention ;
- la figure 5 est une coupe schématique partielle d'un troisième mode de réalisation d'une installation selon l'invention ;
- les figures 6, 7, 8 et 9 sont des représentations schématiques partiellement en coupe de quatre modes de réalisation du dispositif de protection du jet de coulée à sa sortie du réservoir supérieur..

Selon le mode de réalisation représenté à la figure 1, un réservoir supérieur (1) contient du métal en fusion qui, après avoir traversé un dispositif obturateur à plaques (2) monté extérieurement sur le fond du réservoir (1), s'écoule sous forme d'un jet J et arrive dans un réceptacle inférieur (3). Les parois et le fond de ce réceptacle (3) sont formés d'une cuirasse externe (4), d'un garnissage intermédiaire de sable (5) et d'un garnissage réfractaire interne (6). Un fourreau (7) en matériau réfractaire, ouvert à ses deux extrémités et partiellement immergé dans le bain (8) de métal liquide contenu dans le réceptacle (3), est disposé autour du jet J. Ce fourreau (7) comporte deux parties (9) et (10) : la partie supérieure (9) fait largement saillie au-dessus des bords supérieurs du réceptacle (3) ; elle est en forme de tronc de pyramide comportant quatre parois (9a, 9b, 9c, 9d) ; deux parois

opposées (9a et 9b) de cette partie supérieure (9) prennent appui sur deux bords supérieurs opposés du réceptacle (3). La partie inférieure (10) est constituée de deux plaques verticales (10a, 10b) au droit des parties (9c et 9d) de la partie (9), immergées dans le bain de métal liquide (8). Le fourreau (7) est disposé de façon que son axe coïncide sensiblement avec le jet J. L'ouverture inférieure du fourreau (7) présente une section S₁ et l'ouverture supérieure une section S₂.

Un réservoir de gaz inerte liquéfié (11) est relié par un conduit (12) muni d'une vanne (13) à un séparateur de phases (14) qui, par l'intermédiaire d'une vanne (15) de réglage de débit, alimente en gaz liquéfié un tube d'injection (16) à orifice calibré (17) ; ce tube d'injection (16) débouche légèrement en-dessous de l'ouverture supérieure du fourreau (7).

Le fonctionnement de l'installation représentée à la figure 1 est le suivant. On injecte dans la partie supérieure (9) du fourreau (7) le gaz inerte liquéfié provenant du réservoir (11) à l'aide du tube d'injection (16) qui déverse ce gaz inerte liquéfié directement sur la surface du bain de métal liquide (8) contenu dans le réceptacle (3). Le gaz inerte liquéfié ainsi versé forme, par caléfaction, une couche liquide sur la partie de la surface du bain (8) qui est comprise entre les plaques (10a) et (10b) et se vaporise en créant une gaine gazeuse ascendante qui, au début, chasse l'air qui était contenu dans le fourreau (7) puis s'oppose ensuite à toute entrée d'air éventuellement amené par le jet de coulée J. Etant donné la forme resserrée vers le haut de la partie (9) du fourreau (7), cette gaine protectrice ascendante s'écoule selon les flèches F, en direction du jet de coulée J. On règle le débit D d'injection du gaz inerte à l'aide de la vanne (15), comme on l'a expliqué précédemment, de façon telle que le rapport vitesse sur température de l'atmosphère formée dans le fourreau corresponde à une teneur en oxygène de cette atmosphère inférieure à 5 %.

On donne, ci-dessous, deux exemples de mise en oeuvre du procédé à l'aide de l'installation représentée à la figure 1.

Exemple 1.

Le gaz inerte utilisé est de l'azote.

On désire que l'atmosphère formée dans le fourreau ait une teneur en oxygène inférieure à 2 %. On détermine expérimentalement la valeur $\frac{V_2}{T_2}$ correspondante, soit $\frac{V_2}{T_2} \gg 7 \cdot 10^{-4} \text{ m/s/}^{\circ}\text{K}$.

Les paramètres relatifs à l'azote sont les suivants :

$$T_1 = 77 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$\rho_L = 808 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_G = 4,6 \text{ kg/m}^3$$

Le fourreau utilisé a des dimensions telles que $\frac{S_1}{S_2} = 1,8$.

L'équation(1) s'écrit alors de la façon suivante : 2.

$$7 \cdot 10^{-4} = \frac{1}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{1}{77} \cdot 1,8 \cdot \frac{808}{4,6} \cdot D$$

On doit donc injecter l'azote liquéfié à l'entrée du fourreau à un débit $D \gg 101/\text{min/m}^2$.

Exemple 2.

Le gaz inerte utilisé est de l'argon.

On désire que l'atmosphère formée dans le fourreau ait une teneur en oxygène inférieure à 1 %. On détermine expérimentalement la valeur $\frac{V_2}{T_2}$ correspondante, soit $\frac{V_2}{T_2} \gg 4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s/}^{\circ}\text{K}$.

Les paramètres relatifs à l'argon sont les suivants :

$$T_1 = 87 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$\rho_L = 1400 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_G = 5,85 \text{ kg/m}^3$$

On utilise le même fourreau que celui de l'exemple 1 ; on a donc : $\frac{S_1}{S_2} = 1,8$.

L'équation (1) s'écrit alors de la façon suivante :

$$4 \cdot 10^{-4} = \frac{1}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{1}{87} \cdot 1,8 \cdot \frac{1400}{5,85} \cdot D$$

On doit donc injecter l'argon liquéfié à l'entrée du fourreau à un débit $D \gg 4,73 \text{ l/min/m}^2$.

Selon le mode de réalisation représenté aux figure 2 et 3, un réservoir supérieur (21) contient du métal en fusion qui, après

2

avoir traversé un dispositif obturateur à plaques (22), s'écoule sous forme d'un jet J et arrive dans un réceptacle inférieur (23). Les parois et le fond de ce réceptacle (23) sont formés d'une cuirasse externe (24), d'un garnissage intermédiaire de sable (25) et 5 d'un garnissage réfractaire interne (26). Un fourreau (27), ouvert à ses deux extrémités et partiellement immergé dans le bain (28) de métal liquide contenu dans le réceptacle (23), est disposé autour du jet J. Ce fourreau (27) comporte deux parties (29) et (30) ; la partie supérieure (29) est en forme de tronc de pyramide comportant 10 quatre parois (29a, 29b, 29c, 29d) ; deux parois opposées (29a et 29b) de cette partie (29) prennent appui sur deux bords supérieurs opposés du réceptacle (23). La partie inférieure (30) est constituée de deux plaques verticales (30a) et (30b), au droit des parties (29c) et (29d) de la partie (29), immergées dans le bain de métal liquide (28). Le fourreau (27) est disposé de façon telle que son 15 axe coïncide sensiblement avec le jet J.

Dans la partie du garnissage réfractaire interne (26) qui est en-dessous du fourreau (27) sont incorporés des éléments poreux (31). Ces éléments poreux (31) sont reliés par des tubulures (32) placées dans le garnissage de sable intermédiaire (25) et connectées 20 à un distributeur (33) relié lui-même à une source (34) de gaz inerte sous pression.

Le fonctionnement de cette installation est le suivant : on injecte le gaz inerte provenant de la source (34) dans le bain 25 de métal liquide (28), autour de la zone d'impact du jet J, par l'intermédiaire des éléments poreux (31). Le gaz s'échappe en bulles qui viennent crever à la surface du bain (28) et forment une colonne gazeuse ascendante qui est canalisée par le fourreau (27), et plus particulièrement par la partie supérieure (29) dudit fourreau selon 30 les flèches F.

Selon la variante de réalisation représentée à la figure 4, des tuyères métalliques (35) sont incorporées au garnissage réfractaire interne (26) du fond du réceptacle (23). Ces tuyères (35) sont reliées (de la même façon que les éléments poreux (31) des figures 35 2 et 3) à une source de gaz inerte sous pression (34) par l'intermé-

diaire de tubulures (32). Tous les éléments de cette installation (à l'exception des tuyères (35) qui remplacent les éléments poreux (31)) sont identiques et portent les mêmes références que ceux de l'installation représentée aux figures 2 et 3 ; et le fonctionnement 5 est le même.

Selon le mode de réalisation représenté à la figure 5, un réservoir supérieur (41) contient du métal en fusion qui, après avoir traversé un dispositif obturateur à plaques (42), s'écoule sous forme d'un jet J et arrive dans un réceptacle inférieur (43). Les parois 10 et le fond de ce réceptacle sont formés d'une cuirasse externe (44), d'un garnissage intermédiaire de sable (45) et d'un garnissage réfractaire interne (46). Un fourreau (47), partiellement immergé dans le bain (48) de métal liquide contenu dans le réceptacle (43), est disposé autour du jet J. Ce fourreau (47) comporte deux parties su- 15 périeure (49) et inférieure (50). Un réservoir de gaz inerte liquéfié (51) est relié par un conduit (52) muni d'une vanne (53) à un sépa- rateur de phases (54) qui, par l'intermédiaire d'une vanne (55) de réglage du débit, alimente en gaz liquéfié un tube d'injection (56) à orifice calibré (57) ; ce tube (56) débouche légèrement en-dessous 20 de l'ouverture supérieure du fourreau (47).

Des éléments poreux (58) sont incorporés dans la partie du garnissage réfractaire interne (46) qui est en-dessous du fourreau (47). Ces éléments poreux (58) sont reliés par des tubulures (59) placées dans le garnissage de sable intermédiaire (45) et reliées à une source 25 de gaz inerte sous pression (non représentée sur la figure). Bien entendu, les éléments poreux (58) pourraient être remplacés par des tuyères métalliques.

Le fonctionnement de l'installation de la figure 5 est le suivant : on injecte dans la partie supérieure (49) du fourreau (47) 30 le gaz inerte liquéfié provenant du réservoir (51) à l'aide du tube d'injection (56) qui déverse ce gaz inerte liquéfié directement sur la surface du bain (48). Simultanément, on injecte un gaz inerte sous pression , directement dans le bain (48), par l'intermédiaire des éléments poreux (58).

35 On donne ci-dessous deux exemples de mise en oeuvre du

procédé à l'aide de l'installation représentée à la figure 5.

Exemple 3.

Le gaz inerte utilisé est de l'argon. On veut obtenir les mêmes résultats que ceux de l'exemple 2 décrit précédemment et on travaille dans les mêmes conditions.

On injecte l'argon gazeux dans le bain de métal liquide à un débit de $20 \text{ m}^3/\text{heure}$. Cette quantité d'argon gazeux est, selon l'équation (2), équivalente du point de vue efficacité de l'inertage à 0,41 litres/min. d'argon liquide. On injecte donc simultanément de l'argon liquéfié, à l'entrée du fourreau, à un débit de $4,32 \text{ l}/\text{min/m}^2$.

Le gain sur la quantité totale de gaz injecté est de $0,14 \text{ l}/\text{min/m}^2$ par rapport à l'exemple 2.

Exemple 4.

Le gaz inerte liquide utilisé est de l'azote et le gaz injecté dans le bain de métal liquide est de l'argon. On veut obtenir les mêmes résultats que ceux de l'exemple 1 décrit précédemment et on travaille dans les mêmes conditions.

On injecte alors de l'argon gazeux dans le bain de métal liquide à un débit de $20 \text{ m}^3/\text{heure}$. Simultanément, on injecte de l'azote liquide à l'entrée du fourreau à un débit de $9,15 \text{ l}/\text{min/m}^2$.

La figure 6 représente le dispositif obturateur à plaques (2) (ou (22) ou (42)) monté extérieurement sur le fond du réservoir supérieur (1) (ou (21) ou (41)). Ce dispositif obturateur à plaques est de type connu et décrit dans la demande n° 80.19.837 du 15 septembre 1980 au nom du demandeur. Il comporte une plaque fixe (60) et une plaque mobile (61) appliquées l'une contre l'autre, la plaque mobile (61) étant montée rotativement et portant deux busettes (62) ; les plaques (60) et (61) et les busettes (62) sont en matériau réfractaire, par exemple en alumine imprégnée. La plaque mobile (61) est munie d'une roue dentée (36), susceptible d'être entraînée par un pignon (37) relié à un moteur (non représenté sur la figure). La plaque (60) est traversée par un orifice (63), placé en alignement avec le trou de coulée (64) qui est ménagé dans le revêtement interne réfractaire (65) et la cuirasse métallique externe (66) constituant le fond du réservoir (1). La plaque mobile est traversée

par deux passages (67). Chaque busette (62) est traversée par un canal interne (68) et montée à demeure (par exemple par un système à baïonnette) sur la plaque mobile (61) par l'intermédiaire d'un support métallique (69) de façon à ce que son canal (68) soit en 5 alignment avec le passage (67) correspondant. Par rotation de la plaque (61), on amène donc l'une ou l'autre des busettes (62) en communication avec le trou de coulée (64).

Un boîtier métallique (70) est monté de façon étanche sur le fond du récipient (1) et enveloppe pratiquement complètement le dispositif obturateur (2) ; une ouverture (71) est prévue à la partie inférieure du boîtier (70) pour le passage des busettes. Un conduit (72), relié à une source de gaz inerte sous pression (non représentée sur la figure), débouche dans le boîtier (70).

Le gaz inerte introduit par le conduit (72) se répand dans 15 le boîtier (70) et s'échappe par l'ouverture (71). Ce gaz inerte forme ainsi une atmosphère qui protège le dispositif (2) contre l'air atmosphérique, et plus particulièrement l'interstice entre les plaques (60) et (61) et la zone de jonction entre les busettes (62) et la plaque (61), ainsi que le jet de métal liquide à sa sortie d'une des busettes (62).

La figure 7 représente un dispositif obturateur à plaques (2) identique à celui de la figure 6 (les mêmes références ont été affectées aux mêmes éléments), mais qui comporte, en plus, un moyen à ressort (73) pour maintenir les plaques (60) et (61) l'une 25 contre l'autre. Un boîtier (70) identique à celui de la figure 6 enveloppe le dispositif (2). Le moyen à ressort (73) comporte une butée (74) en forme de coupelle renversée ouverte à son extrémité inférieure et solidaire de la plaque (61) par l'intermédiaire du support métallique (69), une pièce d'appui (75) en forme de piston 30 solidaire de la plaque (60) et un ressort (76) interposé entre la butée (74) et la pièce (75). Un conduit (77), relié à une source de gaz inerte sous pression (non représentée sur la figure), débouche dans la butée (74) après avoir traversé le boîtier (70) par un orifice (78) ménagé à cet effet. Ainsi, le gaz inerte amené par le conduit (77) refroidit le moyen à ressort (73), puis se répand dans le 35

boîtier (70) en jouant son rôle de protection pour le dispositif (2) et s'échappe par l'ouverture (71).

La figure 8 représente un dispositif obturateur à plaques (2) identique à celui de la figure 6 (les mêmes références ont été 5 affectées aux mêmes éléments), mais qui comporte, en plus, deux moyens à ressort (80) pour maintenir les plaques (60) et (61) l'une contre l'autre. Les moyens à ressort (80) comportent une butée (81) 10 en forme de coupelle renversée ouverte à son extrémité inférieure et solidaire de la plaque (61) par l'intermédiaire du support métallique (69), une pièce d'appui (82) en forme de piston solidaire de la plaque (60) et un ressort (83) interposé entre la butée (81) et la pièce (82). Un conduit (84), relié à une source d'air comprimé, débouche dans la butée (81).

Une virole métallique (85) est disposée concentriquement à 15 la plaque mobile (61) ; elle est solidaire, à son extrémité supérieure (86), de la plaque fixe (60) et son extrémité inférieure (87) s'arrête à proximité de la partie supérieure (88) des moyens à ressort (80). Un conduit (89), relié à une source de gaz inerte sous pression, débouche dans la virole (85). La virole (85) comporte 20 une ouverture (non représentée sur la figure) pour le passage du pignon moteur (non représenté sur la figure) de la plaque mobile (61).

Une plaque métallique de protection (90), pourvue d'ouvertures (91), est fixée au support (69) (par exemple par clavetage), 25 à distance et en-dessous dudit support (69). Un conduit (92), relié à une source de gaz inerte sous pression (non représentée sur la figure), est fixé au support (69) (par exemple par soudage) et débouche dans l'espace défini par la plaque mobile (61) et la plaque de protection (90).

Le fonctionnement de l'installation de la figure 8 est le suivant ; on injecte un gaz inerte par le conduit (89) à l'intérieur de la virole (85) ; ce gaz inerte se répand dans l'espace défini par la virole (85) et protège ainsi l'interstice entre les plaques (60) et (61) ainsi que la zone de jonction entre les buselettes (62) et la plaque (61) ; il s'écoule ensuite par les ouvertures (91). Simultanément, on injecte un gaz inerte par le conduit (92) ; ce gaz

inerte se répand dans l'espace compris entre le support métallique (69) et la plaque de protection (90), puis s'écoule par les ouvertures (91) protégeant ainsi le jet de métal liquide à sa sortie d'une des busettes (62). D'autre part, on refroidit les moyens à ressort (80) par injection d'air comprimé par les conduits (84).

La figure 9 représente un dispositif obturateur à plaques (2) comportant deux moyens à ressort (80), identique à celui de la figure 8 (les mêmes références ont été affectées aux mêmes éléments). Une virole métallique (95), concentrique à la plaque mobile (61) est solidaire, à son extrémité supérieure (96), de la plaque fixe (60) ; son extrémité inférieure (97) s'arrête à proximité de la partie supérieure (88) des moyens à ressort (80). La virole (95) comporte une ouverture (non représentée sur la figure) pour le passage du pignon moteur (non représenté sur la figure) de la plaque mobile (61).

Une plaque métallique de protection (98), pourvue d'ouvertures (99) est fixée au support (69) (par exemple par clavetage), à distance et en-dessous dudit support (69). Un premier conduit (100), relié à une source de gaz inerte sous pression (non représentée sur la figure), est fixé au support (69) (par exemple par soudage) et débouche dans l'espace défini par la plaque mobile (61) et la plaque de protection (98). Un deuxième conduit (101), relié à une source de gaz inerte sous pression (non représentée sur la figure), traverse la plaque (98) par un orifice (102) ménagé à cet effet, puis le support (69) par un orifice (103), et débouche dans l'interstice (104) entre le support (69) et la plaque mobile (61). Ce conduit (101) est flexible à partir d'un certain moment pour ne pas gêner le mouvement de l'équipage mobile.

Le fonctionnement de l'installation de la figure 9 est le suivant : on injecte un gaz inerte par le conduit (101) dans l'interstice (104) ; ce gaz inerte se répand dans l'interstice (104), puis dans l'espace défini par la virole (95) et protège ainsi la zone de jonction entre les busettes (62) et la plaque (61) ainsi que l'interstice entre les plaques (60) et (61) ; il s'écoule ensuite par les ouvertures (99). Simultanément, on injecte un gaz inerte par le conduit (100) ; ce gaz inerte se répand dans l'espace compris entre le

support métallique (69) et la plaque de protection (98), puis s'écoule par les ouvertures (99) protégeant ainsi le jet de métal liquide à sa sortie d'une des busettes.⁶² D'autre part, on refroidit les moyens à ressort (80) par injection d'air comprimé par les conduits (84).

Dans tous les modes de réalisation de l'invention, on utilise soit un gaz pratiquement inerte vis-à-vis du métal liquide tel que de l'azote ou de l'argon, soit un mélange de gaz inertes.

L'invention s'applique à la protection de tous les jets de coulée de métaux, verticaux ou paraboliques, notamment entre poche et répartiteur, entre poche et lingotière, entre poche et poche, entre convertisseur (ou four) et poche.

REVENDICATIONS

1. Procédé de protection d'un jet de métal liquide s'écoulant entre un réservoir supérieur et un réceptacle inférieur selon lequel on crée autour dudit jet et sur la totalité de la hauteur de ce dernier une gaine protectrice gazeuse ascendante, formée à partir d'au moins un gaz pratiquement inerte vis-à-vis dudit métal, par injection dudit gaz inerte autour de la zone d'impact dudit jet et confinement dudit gaz inerte au-dessus de la surface du métal liquide et autour de la base dudit jet au moyen d'un fourreau, ouvert à ses deux extrémités, entourant la base dudit jet et immergé partiellement dans ledit métal liquide, caractérisé en ce que l'on injecte au moins un gaz inerte liquéfié au-dessus et à proximité de la surface du métal liquide contenu dans le réceptacle inférieur et on crée une atmosphère de protection gazeuse pour le jet de métal liquide, immédiatement à son débouché du fond du réservoir supérieur, ladite atmosphère étant formée à partir d'un gaz pratiquement inerte vis-à-vis dudit métal et enveloppant un dispositif obturateur, monté extérieurement sur le fond dudit réservoir supérieur, comportant une plaque fixe et un équipage mobile comprenant une plaque mobile appliquée contre ladite plaque fixe et un support métallique solidaire de ladite plaque mobile pour au moins une busette pouvant venir en communication avec le trou d'écoulement du métal liquide.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on injecte au moins un gaz inerte dans le métal liquide par le fond du réceptacle inférieur.
- 25 3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on injecte le gaz inerte liquéfié à l'intérieur du fourreau et légèrement en-dessous de l'ouverture supérieure dudit fourreau et/ou le gaz inerte dans le métal liquide par le fond dudit réceptacle, à un débit tel que l'atmosphère gazeuse ascendante formée ait dans ledit fourreau une teneur en oxygène inférieure à 5 %.
- 30 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le gaz inerte ayant une température d'ébullition T_1

et des masses volumiques ρ_L à l'état liquide et ρ_G à l'état gazeux, le fourreau de confinement présentant une ouverture inférieure de section S_1 et une ouverture supérieure de section S_2 , et l'atmosphère gazeuse ascendante atteignant ladite ouverture supérieure à une vitesse V_2 et à une température T_2 , la valeur de $\frac{V_2}{T_2}$ étant 5 représentative de la teneur en oxygène de ladite atmosphère gazeuse ascendante et étant liée au débit D du gaz inerte liquéfié injecté à l'intérieur du fourreau par la relation :

$$10 \quad \frac{V_2}{T_2} = \frac{1}{60 \cdot 10^3} \cdot \frac{1}{T_1} \cdot \frac{S_1}{S_2} \cdot \frac{\rho_L}{\rho_G} \cdot D,$$

on règle ledit débit D de façon à ce que ladite valeur de $\frac{V_2}{T_2}$ corresponde à une teneur en oxygène de ladite atmosphère inférieure à 5 %.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le gaz inerte ayant une température d'ébullition T_1 et des masses volumiques ρ_L à l'état liquide et ρ_G à l'état gazeux, le fourreau de confinement présentant une ouverture inférieure de section S_1 et une ouverture supérieure de section S_2 , la température du métal liquide étant T , et l'atmosphère gazeuse ascendante atteignant ladite ouverture supérieure à une vitesse V_2 et à une température T_2 , la valeur de $\frac{V_2}{T_2}$ étant représentative de la teneur en oxygène de ladite atmosphère gazeuse et étant liée au débit D du gaz inerte injecté dans le métal liquide par la relation : 20

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{1}{3600} \cdot \frac{1}{T_1} \cdot \frac{S_1}{S_2} \cdot \frac{\rho_L}{\rho_G} \cdot \frac{T}{410} \cdot D,$$

25 on règle ledit débit D de façon à ce que ladite valeur de $\frac{V_2}{T_2}$ corresponde à une teneur en oxygène de ladite atmosphère inférieure à 5 %.

6. Procédé selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que le gaz inerte liquéfié et/ou le gaz inerte injecté dans le métal liquide est de l'azote et en ce que l'on règle le débit D dudit gaz de façon à ce que $\frac{V_2}{T_2} > 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s/K}$.

30 7. Procédé selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que le gaz inerte liquéfié et/ou le gaz inerte injecté

dans le métal liquide est de l'argon et en ce que l'on règle le débit D dudit gaz de façon à ce que $\frac{V_2}{T_2} > 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ m/s/K}$.

8. Installation de transfert d'un métal liquide mettant en œuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 7, comportant un réservoir supérieur (1) et un réceptacle inférieur (3) munis d'un garnissage réfractaire interne, et un fourreau (7) en matériau réfractaire, ouvert à ses deux extrémités, l'ouverture supérieure dudit fourreau (7) étant située en-dessous du débouché du réservoir supérieur (1), l'extrémité inférieure dudit fourreau (7) étant située à distance du fond du réceptacle inférieur (3) tandis que l'extrémité supérieure dudit fourreau (7) fait saillie largement au-dessus du bord dudit réceptacle inférieur (3), caractérisé en ce qu'elle comporte des moyens d'injection d'un gaz inerte liquéfié à l'intérieur dudit fourreau et légèrement en-dessous de l'ouverture supérieure dudit fourreau et des moyens pour créer une atmosphère de protection gazeuse formée à partir d'au moins un gaz inerte pour un dispositif obturateur (2) monté extérieurement sur le fond du réservoir supérieur (1), comportant une plaque fixe (60) et un équiperre mobile comprenant une plaque mobile (61) appliquée contre ladite plaque fixe et un support métallique (69) solidaire de ladite plaque mobile (61) pour au moins une busette (62) pouvant venir en communication avec le trou d'écoulement du métal liquide.

9. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens d'injection d'au moins un gaz inerte par le fond du réceptacle inférieur.

10. Installation selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisée en ce que les moyens d'injection d'un gaz inerte liquéfié sont constitués par au moins un tube d'injection (16) muni d'un orifice calibré (17) débouchant légèrement en-dessous de l'ouverture supérieure dudit fourreau (7) et relié, par l'intermédiaire d'organes de variation de débit, à une source de gaz liquéfié (11).

11. Installation selon les revendications 8 à 10, caractérisée en ce que les moyens d'injection d'un gaz inerte par le fond du réceptacle inférieur sont constitués par des tuyères métalliques (35) traversant le garnissage réfractaire (26) dudit réceptacle et

reliées à une source de gaz inerte sous pression (34).

12. Installation selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisée en ce que les moyens d'injection d'un gaz inerte par le fond du réceptacle inférieur sont constitués par des éléments poreux ou perméables (31) incorporés au garnissage réfractaire (26) dudit réceptacle et reliés à une source de gaz inerte sous pression (34).

13. Installation selon l'une des revendications 8 à 12, caractérisée en ce qu'elle comporte un boîtier métallique (70) fixé à étanchéité sur le fond du réservoir supérieur (1), enveloppant le dispositif obturateur (2), pourvu d'au moins une ouverture (71) et comportant un conduit d'aménée d'un gaz inerte (72).

14. Installation selon la revendication 13, dans laquelle le dispositif obturateur (2) comporte au moins un moyen à ressort (73) de maintien de l'équipage mobile contre la plaque fixe (60), caractérisée en ce que le conduit d'aménée du gaz inerte (77) débouche dans le moyen à ressort.

15. Installation selon l'une des revendications 8 à 12, dans laquelle le dispositif obturateur (2) comporte au moins un moyen à ressort (80) pour le maintien de l'équipage mobile contre la plaque fixe (60), caractérisée en ce qu'elle comporte :

- une virole (85), concentrique à la plaque mobile (61), dont la partie supérieure est solidaire de la plaque fixe (60) et dont la partie inférieure s'arrête à proximité de la partie supérieure desdits moyens à ressort (80), ladite virole (85) étant munie d'un conduit d'aménée d'un gaz inerte (89),
- une plaque métallique de protection (90) solidarisée au support métallique (69), à distance et en-dessous dudit support métallique (69) et pourvue d'au moins une ouverture (91), et
- un deuxième conduit d'aménée d'un gaz inerte (92) solidaire du support métallique (69) et débouchant dans l'espace défini par ladite plaque de protection et l'équipage mobile.

16. Installation selon l'une des revendications 8 à 12, dans laquelle le dispositif obturateur (2) comporte au moins un

moyen à ressort (80) pour le maintien de l'équipage mobile contre la plaque fixe (60), caractérisée en ce qu'elle comporte :

- une virole (95), concentrique à la plaque mobile (61), dont la partie supérieure est solidaire de la plaque fixe (60) et dont 5 la partie inférieure s'arrête à proximité de la partie supérieure desdits moyens à ressort (80),
- un premier conduit d'aménée d'un gaz inerte (101) traversant le support métallique (69) et débouchant à fleur de l'interstice entre ledit support métallique (69) et la plaque mobile (61), 10
- une plaque métallique de protection (98) solidarisée au support métallique (69), à distance et en-dessous dudit support métallique (69) et pourvue d'au moins une ouverture (99) et,
- un deuxième conduit d'aménée d'un gaz inerte (100) solidaire du support métallique (69) et débouchant dans l'espace défini par 15 ladite plaque de protection et l'équipage mobile.

1/8

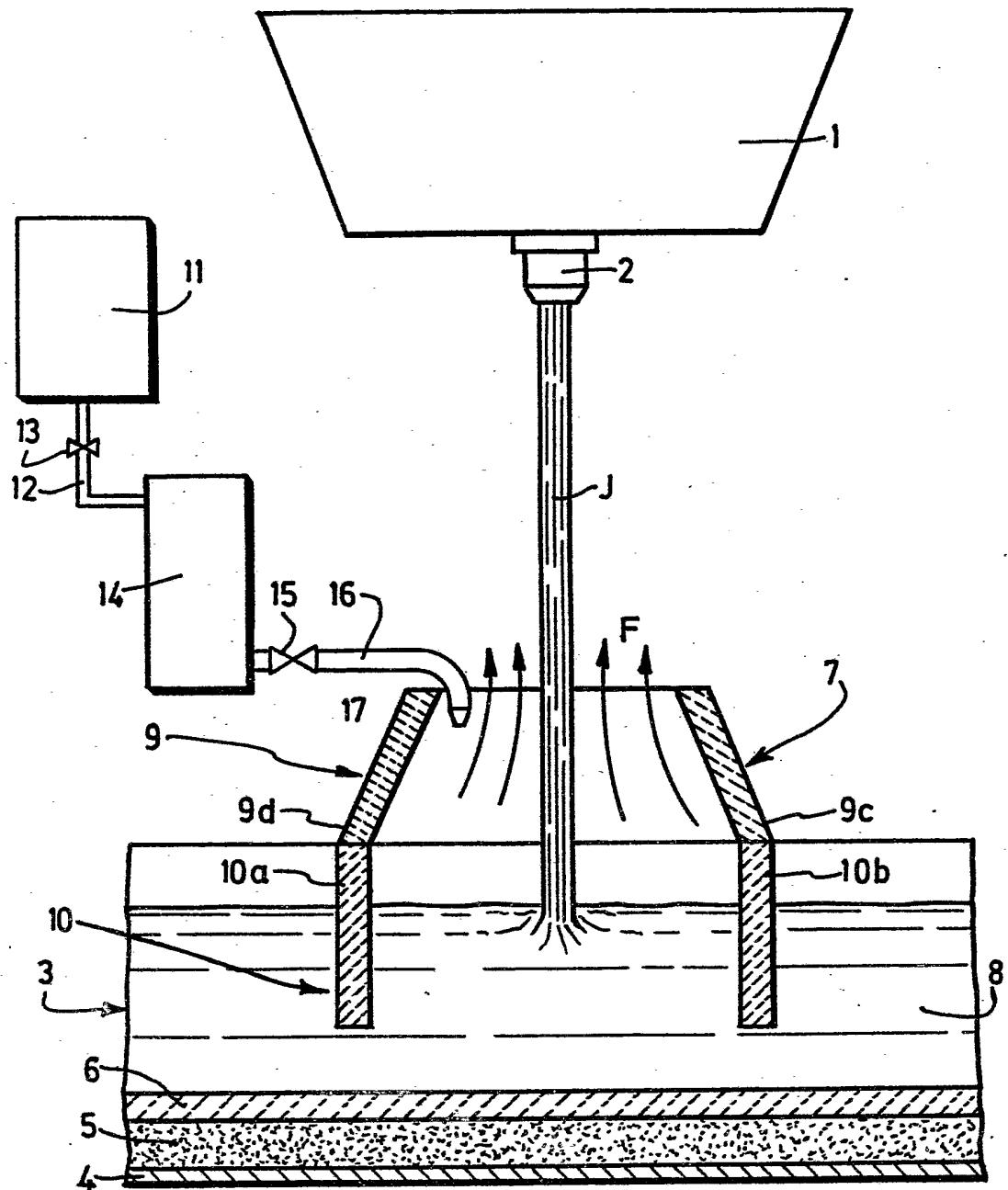


FIG.1

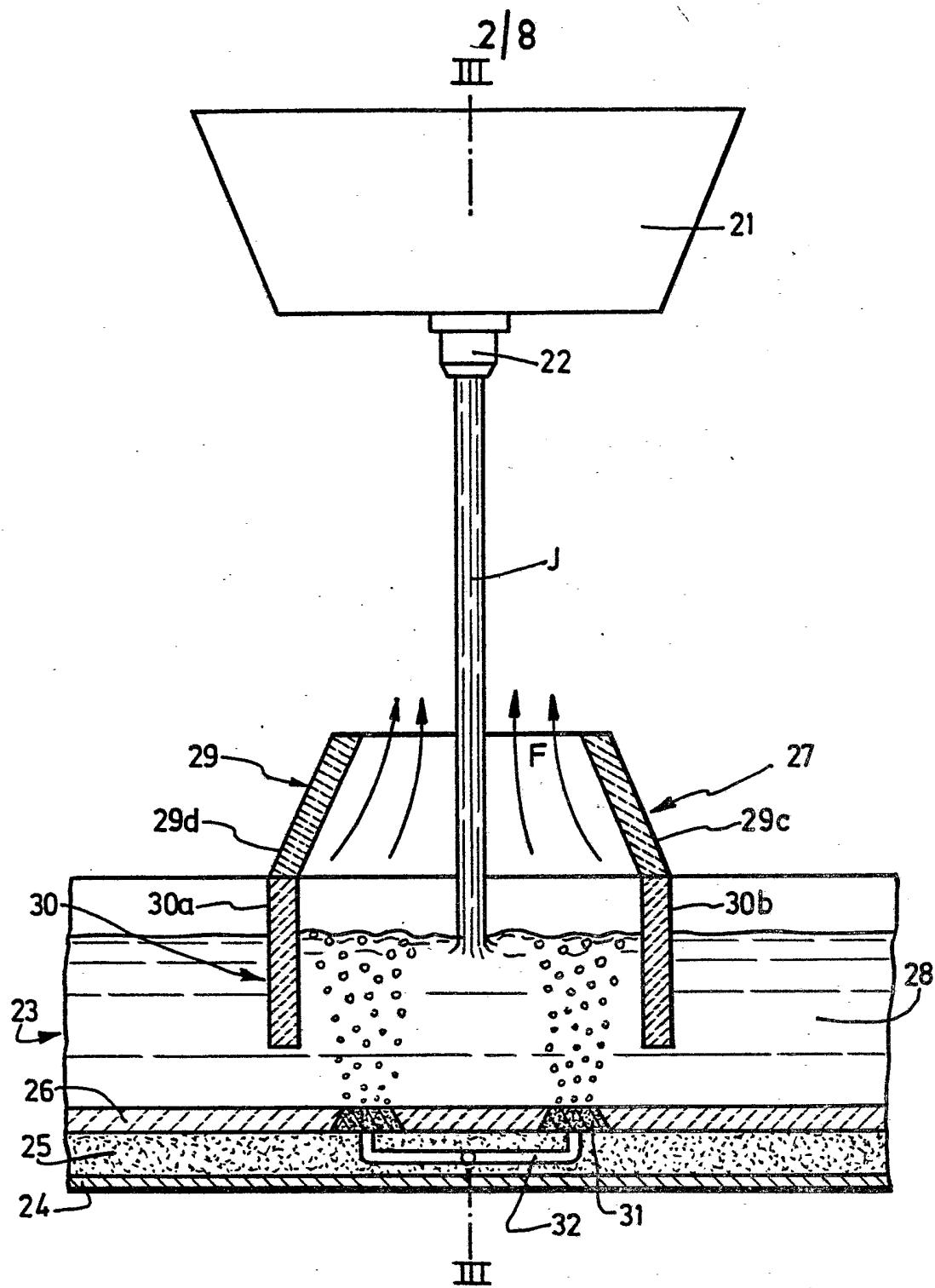


FIG.2

3/8

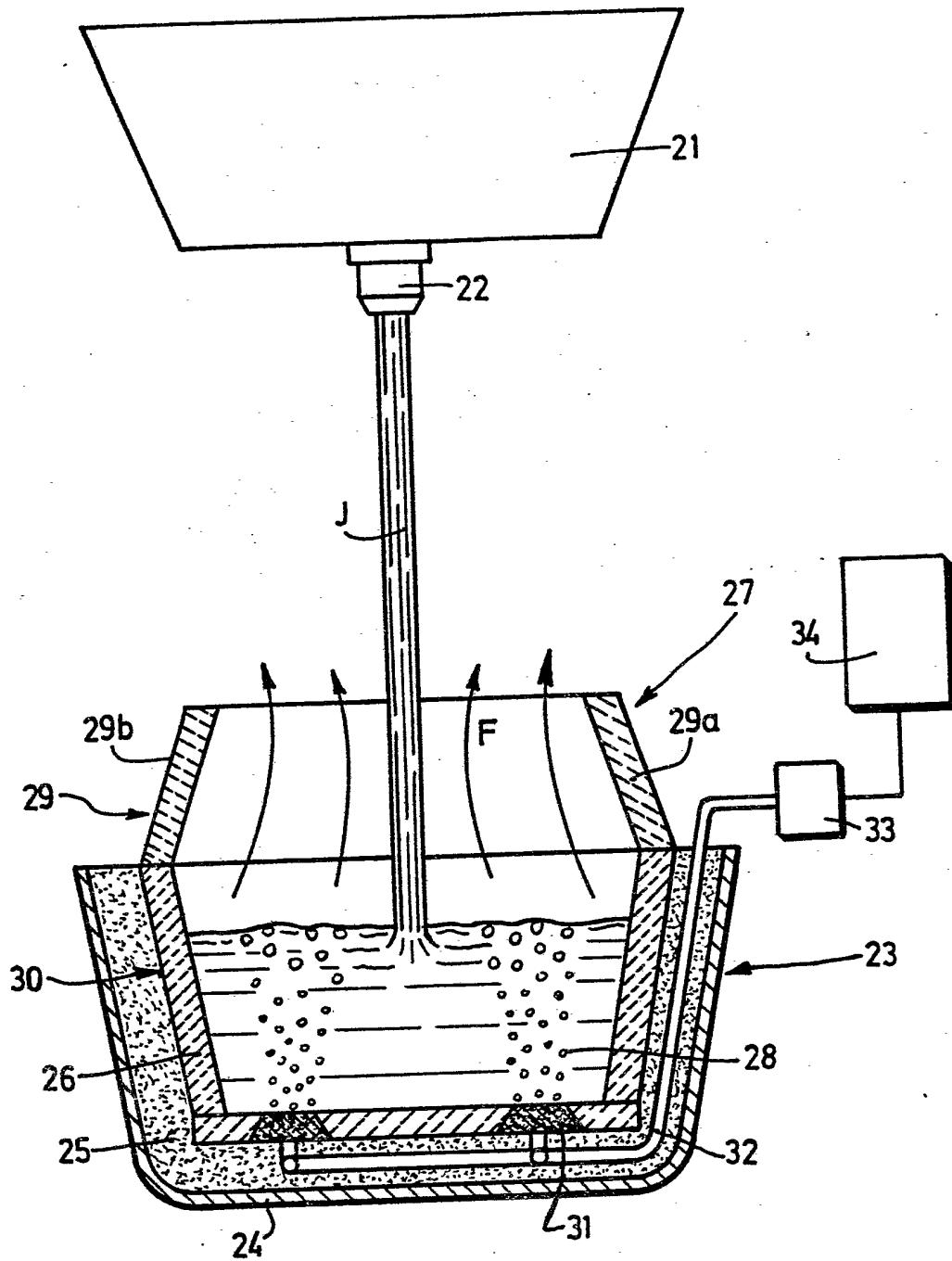


FIG.3

4/8

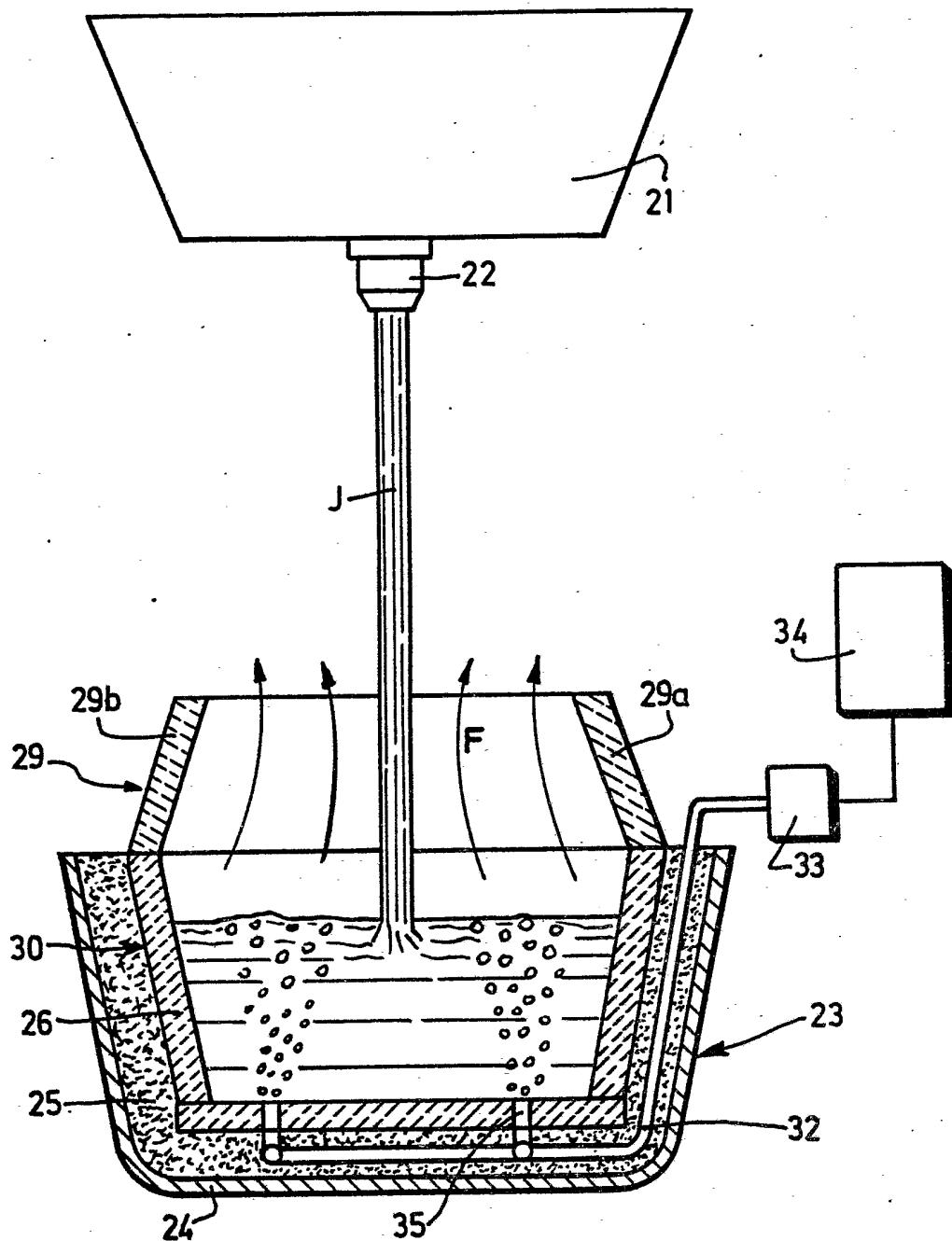


FIG.4

5/8

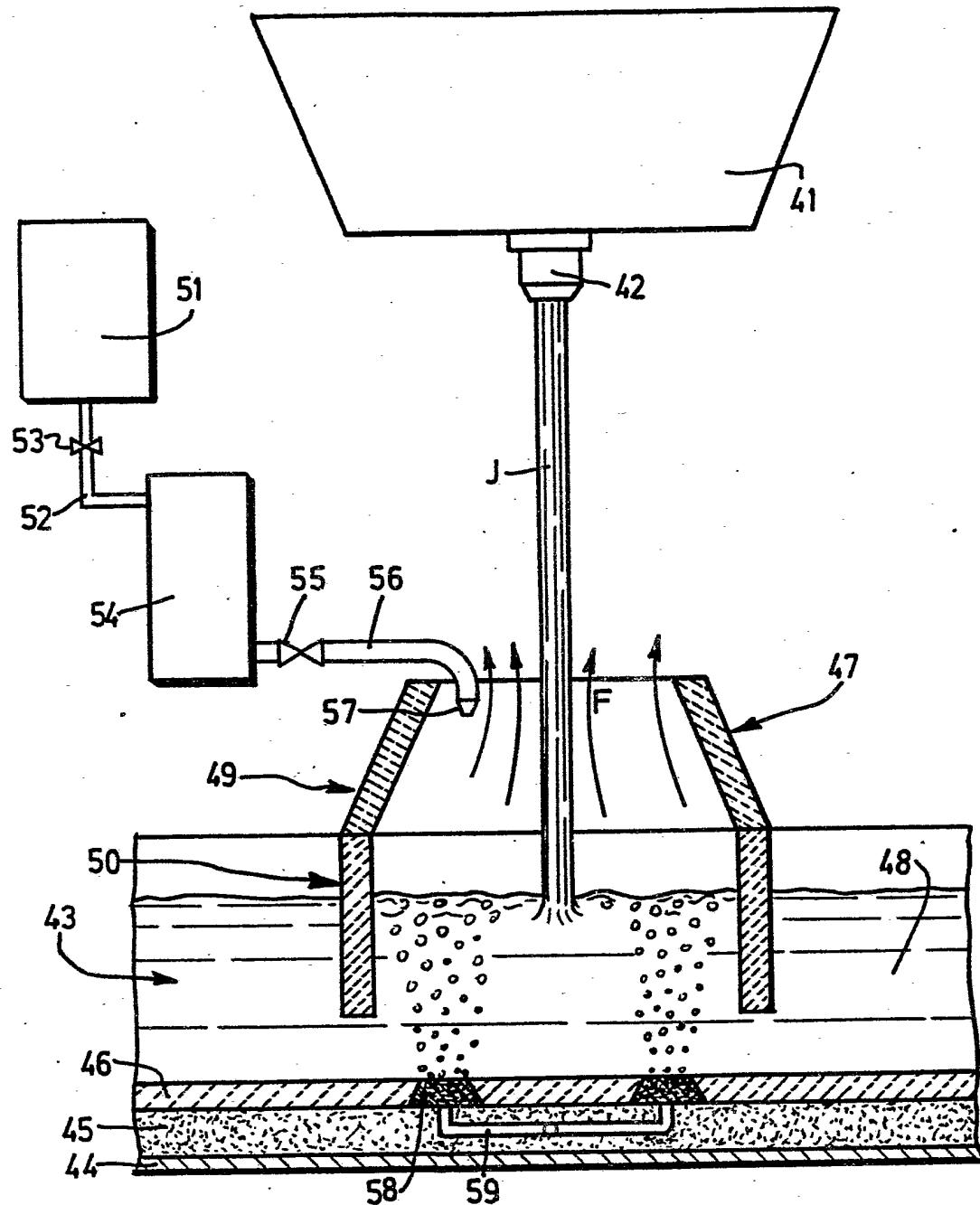


FIG.5

6/8

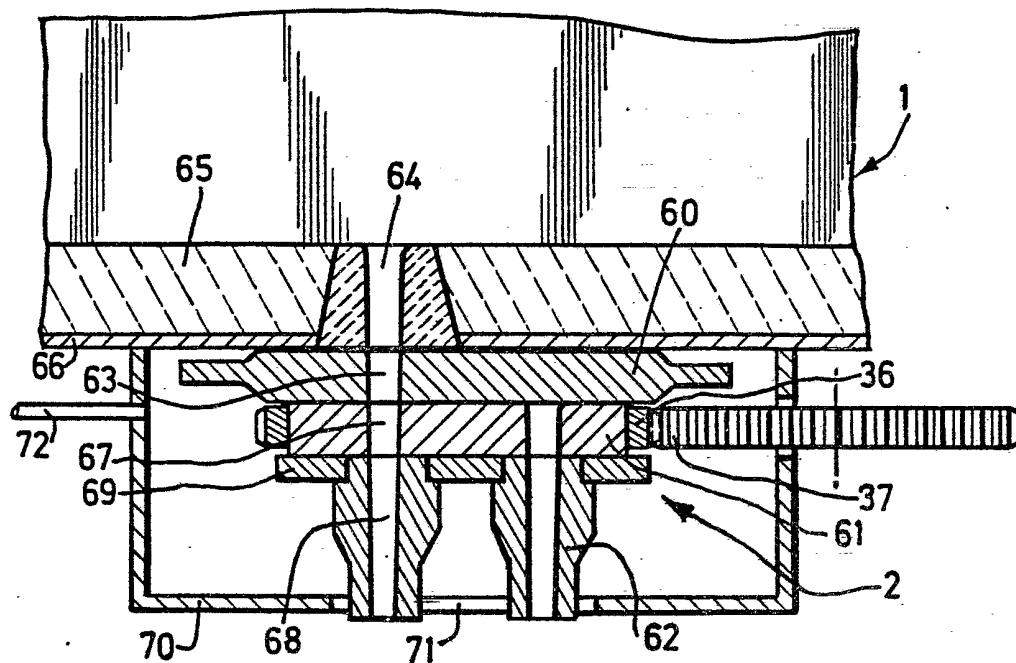


FIG. 6

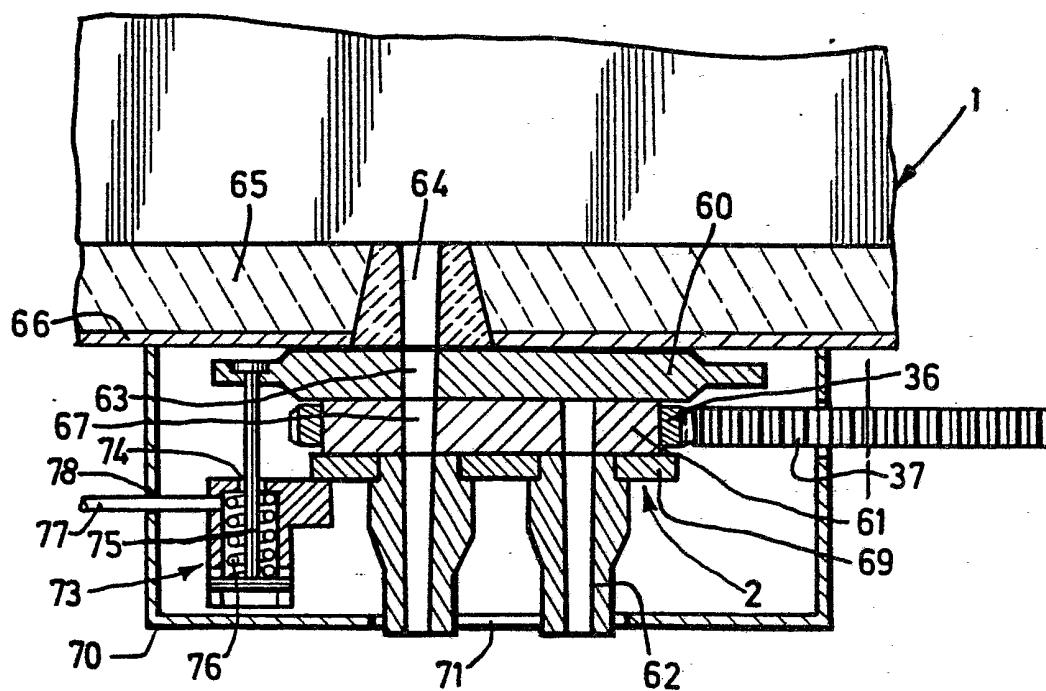


FIG. 7

7/8

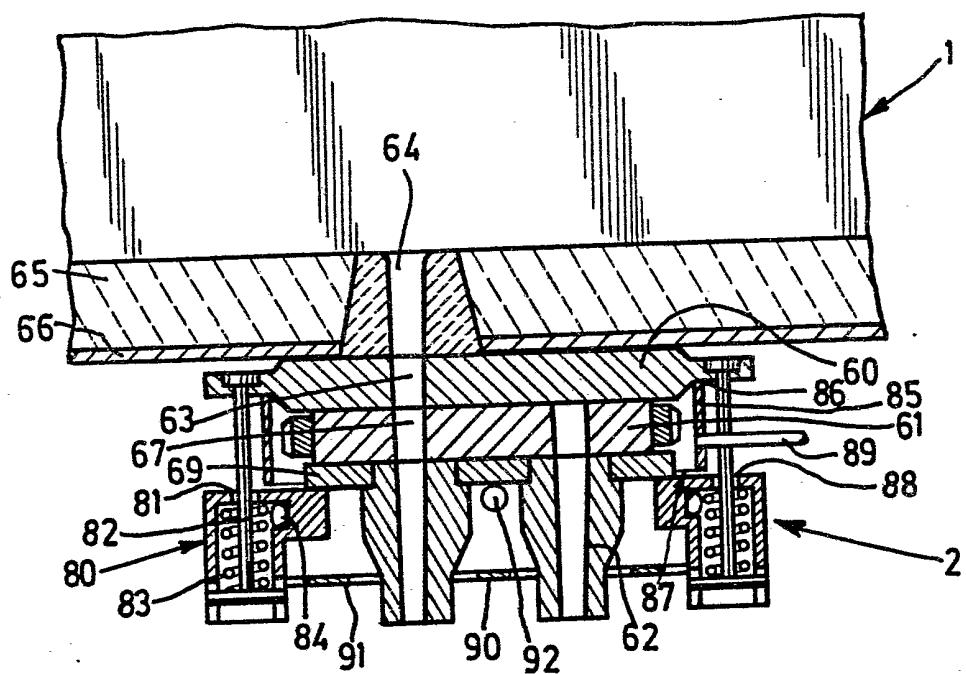


FIG.8

8|8

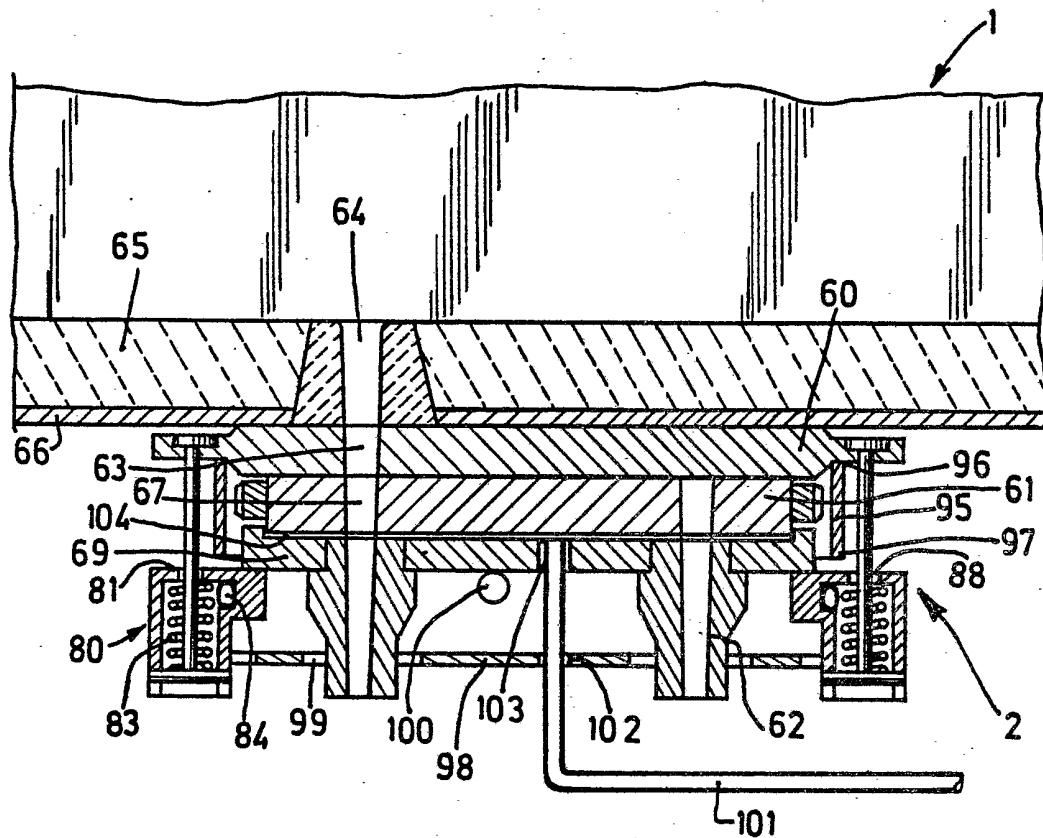


FIG. 9