



(12) **DEMANDE DE BREVET CANADIEN**
CANADIAN PATENT APPLICATION

(13) **A1**

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2020/06/16
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2020/12/24
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2021/11/29
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: EP 2020/066604
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2020/254309
(30) Priorité/Priority: 2019/06/21 (BE BE2019/5406)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B22D 2/00* (2006.01),
B22D 11/055 (2006.01), *B22D 11/18* (2006.01),
B22D 11/22 (2006.01)
(71) Demandeur/Applicant:
EBDS ENGINEERING, BE
(72) Inventeurs/Inventors:
ZULIANI, GIANNI, BE;
CASTIAUX, ETIENNE, BE
(74) Agent: LAVERY, DE BILLY, LLP

(54) Titre : PROCEDE POUR EQUILIBRER UN ECOULEMENT D'ACIER LIQUIDE DANS UNE LINGOTIERE ET
SYSTEME DE COULEE CONTINUE D'ACIER LIQUIDE
(54) Title: METHOD FOR BALANCING A FLOW OF LIQUID STEEL INTO A CASTING DIE AND CONTINUOUS FLOW
SYSTEM FOR LIQUID STEEL

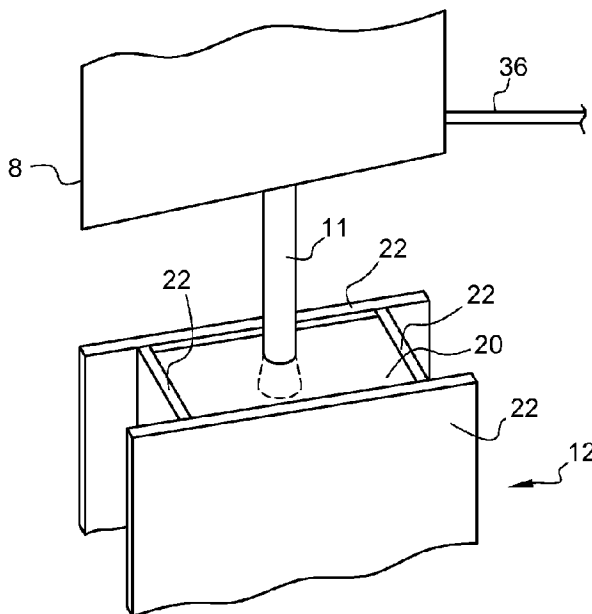


Fig. 7

(57) **Abrégé/Abstract:**

Ce procédé pour équilibrer un écoulement d'acier liquide dans une lingotière, dans lequel l'acier est introduit dans la lingotière (12) depuis un répartiteur au travers d'une busette de protection débouchant sous le niveau d'acier dans la lingotière, comprend les étapes suivantes : a) acquisition d'un ensemble de caractéristiques de l'écoulement dans la lingotière, b) comparaison des caractéristiques de l'écoulement acquises à l'étape précédente avec un modèle prédéfini et détermination des actions d'ajustement à prendre pour équilibrer l'écoulement, et c) ajustement de l'écoulement.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
24 décembre 2020 (24.12.2020)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/254309 A1

(51) Classification internationale des brevets :

B22D 2/00 (2006.01) *B22D 11/18* (2006.01)*B22D 11/055* (2006.01) *B22D 11/22* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2020/066604

(22) Date de dépôt international :

16 juin 2020 (16.06.2020)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

BE2019/5406 21 juin 2019 (21.06.2019) BE

(71) Déposant : **EBDS ENGINEERING** [BE/BE] ; Avenue du Progrès, 39, 4100 Seraing (BE).(72) Inventeurs : **ZULIANI, Gianni** ; Avenue du Progrès, 39, 4100 Seraing (BE). **CASTIAUX, Etienne** ; Avenue du Progrès, 39, 4100 Seraing (BE).(74) Mandataire : **LLR** ; 11, boulevard de Sébastopol, 75001 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: METHOD FOR BALANCING A FLOW OF LIQUID STEEL INTO A CASTING DIE AND CONTINUOUS FLOW SYSTEM FOR LIQUID STEEL

(54) Titre : PROCÉDÉ POUR ÉQUILIBRER UN ÉCOULEMENT D'ACIER LIQUIDE DANS UNE LINGOTIÈRE ET SYSTÈME DE COULÉE CONTINUE D'ACIER LIQUIDE

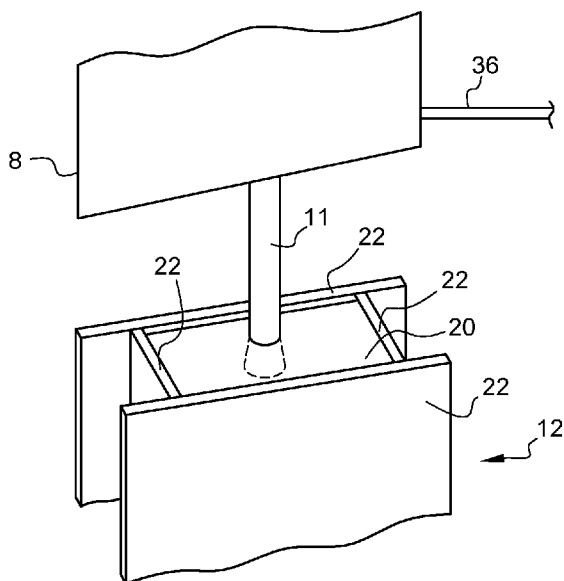


Fig. 7

(57) Abstract: This method for balancing a flow of liquid steel into a casting die, in which the steel is introduced into the casting die (12) from a distributor through a protective nozzle which opens below the steel level into the casting die, comprises the following steps: a) acquiring a set of characteristics of the flow in the casting die, b) comparing the flow characteristics acquired in the previous step with a predefined model and determining the adjustment actions to take in order to balance the flow, and c) adjusting the flow.

(57) Abrégé : Ce procédé pour équilibrer un écoulement d'acier liquide dans une lingotière, dans lequel l'acier est introduit dans la lingotière (12) depuis un répartiteur au travers d'une busette de protection débouchant sous le niveau d'acier dans la lingotière, comprend les étapes suivantes : a) acquisition d'un ensemble de caractéristiques de l'écoulement dans la lingotière, b) comparaison des caractéristiques de l'écoulement acquises à l'étape précédente avec un modèle prédéfini et détermination des actions d'ajustement à prendre pour équilibrer l'écoulement, et c) ajustement de l'écoulement.

WO 2020/254309 A1



Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- en noir et blanc ; la demande internationale telle que déposée était en couleur ou en échelle de gris et est disponible sur PATENTSCOPE pour téléchargement.

Procédé pour équilibrer un écoulement d'acier liquide dans une lingotière et système de coulée continue d'acier liquide

L'invention concerne une installation de coulée continue de métaux. Plus
5 particulièrement, l'invention concerne un procédé pour équilibrer un écoulement d'acier liquide dans une lingotière. Selon un autre de ses aspects, l'invention concerne un système de coulée continue d'acier liquide.

Une installation de coulée continue de métaux, par exemple, une installation de
coulée continue d'acier, comprend généralement une lingotière dans laquelle on verse
10 un métal liquide depuis un distributeur ou répartiteur en vue de sa solidification sous une forme adéquate. Il peut par exemple s'agir d'une lingotière sans fond, auquel cas le métal refroidit en formant une brame. Pour refroidir le métal liquide, des parois de la lingotière sont accolées ou adossées à des dispositifs de refroidissement, par exemple du type à liquide. La lingotière et les dispositifs de refroidissement sont dimensionnés
15 en fonction de la vitesse d'écoulement du métal de sorte que la brame, lorsqu'elle sort de la lingotière, présente une surface externe solidifiée d'une épaisseur suffisamment importante pour piéger le métal encore liquide se trouvant au cœur de la brame.

Le répartiteur est équipé d'une, voire plusieurs, busette sous le niveau d'acier dans la lingotière destinée à protéger le métal liquide lors de son écoulement vers la
20 lingotière. Généralement, la busette est disposée symétriquement par rapport à la lingotière de manière à ce que l'écoulement soit le plus homogène possible pendant les opérations de coulée continue. En effet, un écoulement non équilibré dans la lingotière peut avoir des conséquences négatives sur la qualité de la brame, telles que des risques de percée, une hétérogénéité de l'acier coulé, une mauvaise répartition de
25 la poudre lubrifiante, etc.

Néanmoins, certains incidents peuvent perturber l'équilibre de l'écoulement de l'acier liquide depuis le répartiteur dans la lingotière. Par exemple, il peut arriver qu'une des ouïes de la busette soit érodée ou colmatée à l'alumine, que de l'acier se solidifie dans la busette, ou qu'un débris se loge dans la busette. Tous ces incidents ont pour
30 effet de perturber la symétrie de l'écoulement et donc potentiellement de nuire à la qualité des brames produites, voire de détériorer l'installation de coulée continue. A ce jour, aucune solution n'existe pour détecter de telles situations et encore moins d'y remédier.

Un but de l'invention est de permettre la détection des incidents perturbant
35 l'écoulement de l'acier liquide et de rétablir la symétrie de l'écoulement.

A cet effet, on prévoit selon l'invention un procédé pour équilibrer un écoulement d'acier liquide dans une lingotière, dans lequel l'acier est introduit dans la lingotière depuis un répartiteur au travers d'une busette de protection débouchant sous le niveau d'acier dans la lingotière, comprenant les étapes suivantes :

- 5 a) acquisition d'un ensemble de caractéristiques de l'écoulement dans la lingotière,
b) comparaison des caractéristiques de l'écoulement acquises à l'étape précédente avec un modèle prédéfini et détermination des actions d'ajustement à prendre pour équilibrer l'écoulement, et
c) ajustement de l'écoulement.
- 10 Ainsi, il est possible de déterminer si l'écoulement est perturbé grâce à la mesure de caractéristiques de l'écoulement et à la comparaison de ces mesures avec un modèle prédéfini. On permet dès lors une évaluation pratiquement instantanée de la qualité de l'écoulement. Et dans le cas où une perturbation intervient, c'est-à-dire un écart suffisamment important entre les caractéristiques mesurées et le modèle, il est
- 15 possible de réagir en ajustant l'écoulement de manière à atténuer les perturbations. On améliore de la sorte significativement la qualité des brames produites.

Avantageusement, les étapes a) à c) sont répétées en continu pendant les opérations de coulée.

- Le procédé peut ainsi être mis en œuvre tout le long de la période de
- 20 fonctionnement de l'installation de coulée continue.

Avantageusement, les caractéristiques de l'écoulement sont obtenues par une analyse des caractéristiques thermiques de l'acier dans la lingotière.

La température de lingotière étant aisément mesurable en un grand nombre de positions, cela contribue à rendre le procédé facile à mettre en œuvre.

- 25 Avantageusement, la lingotière est du type constituée par un assemblage de plaques métalliques adossées à des dispositifs de refroidissement configurés pour permettre le refroidissement des plaques métalliques par la circulation d'un fluide de refroidissement, comprenant une fibre optique, comportant une pluralité de filtres de Bragg, s'étendant dans une paroi d'au moins une desdites plaques, la fibre optique
- 30 s'étendant dans une direction non parallèle à l'axe de coulée de la lingotière.

Avantageusement, le procédé comprend en outre les étapes suivantes :

- mesure de la température d'au moins une paroi de la lingotière au moyen de la fibre optique, et
 - ajustement de l'écoulement.
- 35 La mesure de la température se fait ainsi grâce à la fibre optique, qui est fiable et facile à mettre en place dans la lingotière. En particulier, on peut utiliser une lingotière

telle que décrite dans la demande de brevet belge 2018/5193 ou dans la demande de brevet belge déposée simultanément à la présente demande.

Avantageusement, l'ajustement de l'écoulement est réalisé en opérant un mouvement relatif entre la busette et la lingotière.

- 5 De préférence, le mouvement relatif entre la busette et la lingotière est opéré suivant une direction parallèle à l'axe longitudinal de la lingotière.

Avantageusement, la busette est solidaire du répartiteur et le mouvement relatif entre la busette et la lingotière est réalisé en déplaçant le répartiteur par rapport à la lingotière. Par exemple en opérant un léger mouvement du chariot porte-répartiteur.

- 10 Suivant une variante de l'invention, le mouvement relatif entre la busette et la lingotière est opéré par décalage angulaire de la busette selon l'axe longitudinal de la lingotière. Il est également possible de combiner les deux mouvements (linéaire et angulaire).

- En variante, dans le cas où le répartiteur est pourvu d'un dispositif de remplacement
15 de busette de coulée ou de régulation du débit d'acier par étranglement au moyen d'une plaque déplacée perpendiculairement à la direction de l'écoulement, il est suffisant de déplacer un tel dispositif par rapport à la lingotière.

L'ajustement de l'écoulement est ainsi réalisé par une opération simple à mettre en œuvre.

- 20 On prévoit également selon l'invention un système de coulée continue d'acier liquide d'un répartiteur vers une lingotière de coulée continue, comprenant :

- un répartiteur,
- une lingotière du type constituée par un assemblage de plaques métalliques adossées à des dispositifs de refroidissement configurés pour permettre le
25 refroidissement des plaques métalliques par la circulation d'un fluide de refroidissement, comprenant une fibre optique, comportant une pluralité de filtres de Bragg, s'étendant dans une paroi d'au moins une desdites plaques, la fibre optique s'étendant dans une direction non parallèle à l'axe de coulée de la lingotière,
- une busette de protection dont l'extrémité inférieure débouche sous le niveau
30 d'acier dans la lingotière pendant la coulée de l'acier, la busette étant solidaire du répartiteur,
- un émetteur-récepteur agencé pour envoyer de la lumière dans la fibre optique et recevoir de la lumière réfléchiée et/ou transmise par la fibre optique,
- un processeur agencé pour :
35 a) transformer des données sur la lumière réfléchiée et/ou transmise reçue par l'émetteur-récepteur en une information sur l'écoulement dans la lingotière,
b) comparer cette information avec un modèle prédéfini,

- c) déterminer les actions d'ajustement à prendre pour équilibrer l'écoulement,
- d) émettre un signal de commande,

- des moyens d'ajustement agencés pour recevoir le signal de commande et pour ajuster l'écoulement de l'acier dans la lingotière en fonction du signal de commande.

- 5 Avantageusement, les moyens d'ajustement comprennent un chariot porte-répartiteur.

Les moyens d'ajustement sont ainsi formés par des moyens simples.

On va maintenant présenter un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple non limitatif et à l'appui des figures annexées sur lesquelles :

- 10 - la figure 1 est une vue d'ensemble d'une installation de coulée continue de métaux permettant la mise en œuvre d'un procédé pour équilibrer un écoulement d'acier liquide dans une lingotière selon l'invention,
- les figures 2a et 2b sont des schémas illustrant le fonctionnement de l'installation de la figure 1,
- 15 - la figure 3 est une vue en coupe de la lingotière de l'installation de la figure 1,
- la figure 4 est une vue en perspective d'une plaque de la lingotière de la figure 3,
- la figure 5 est une vue en coupe longitudinale d'une fibre optique contenue dans la paroi de la figure 4,
- la figure 6 est un schéma expliquant le fonctionnement de la fibre optique de la
- 20 figure 5, et
- la figure 7 est une vue à plus grande échelle de l'installation de la figure 1 illustrant la mise en œuvre du procédé pour équilibrer l'écoulement d'acier liquide dans la lingotière.

- On a représenté en figure 1 une installation de coulée continue de métaux 2. Elle a
- 25 une configuration classique, si bien que la plupart de ses éléments constitutifs ne seront présentés que brièvement.

- L'installation 2 comprend des poches 4 contenant du métal liquide qu'on souhaite faire refroidir. Les poches 4 sont ici au nombre de deux et sont portées par un bras motorisé 6. Ce bras motorisé 6 est notamment apte à déplacer les poches 4 qui sont
- 30 amenées pleine dans la zone de coulée par un système de transport (par exemple un pont roulant, non représenté) en provenance d'une zone de remplissage où le métal fondu peut y être versé, par exemple un four ou un convertisseur (non représenté) avant de les amener à la position illustrée en figure 1. Après vidange de la poche 4, le bras motorisé 6 permet également de positionner la poche vide dans une position où le
- 35 système de transport peut la reprendre et l'amener en zone de préparation où elle sera reconditionnée avant de retourner en zone de remplissage.

L'installation 2 comprend un répartiteur ou bassin répartiteur 8 situé en dessous des poches 4. Ces dernières présentent un fond ouvrable permettant de faire couler le métal liquide dans le répartiteur 8.

Le répartiteur 8 comprend un orifice d'écoulement qui peut être obturé par une
5 quenouille 10 qui permet de contrôler l'écoulement de métal liquide. L'orifice d'écoulement du répartiteur se prolonge par une busette de protection 11 (également appelée tube de coulée d'entrée immergée, SEN) permettant de protéger le métal liquide déversé. La busette 11 est solidaire du répartiteur 8.

Comme cela est plus visible sur la figure 2a et à plus grande échelle sur la figure 2b,
10 la busette 11 débouche dans une ouverture supérieure d'une lingotière 12. Il s'agit ici d'une lingotière sans fond présentant un axe de coulée qui est vertical. La lingotière 12 sera décrite plus en détails plus loin.

L'installation 2 comprend des dispositifs de refroidissement 14 positionnés sur une surface externe de la lingotière 12. Il s'agit de dispositifs de refroidissement du type à
15 liquide. Ils comprennent à cet effet des conduits dans lequel s'écoule un fluide réfrigérant, par exemple de l'eau. Le fluide réfrigérant absorbe la chaleur du métal liquide se trouvant dans la lingotière 12 afin de le faire refroidir et solidifier. Ici, le métal se solidifie sous la forme d'une brame présentant une surface externe solidifiée 18 enclavant un noyau liquide 20.

L'installation 2 comprend un guide à rouleaux 16 se trouvant en aval de la lingotière
20 12. Le guide 16 permet de guider la brame, dont une surface externe 18 est solidifiée, hors de la lingotière 12. Comme cela est visible sur la figure 2a, la brame se solidifie progressivement à mesure qu'elle se déplace dans le guide 16. En d'autres termes, plus on s'éloigne de la lingotière 12, plus la surface externe solidifiée 18 de la brame
25 augmente en volume et plus le noyau liquide 20 de la brame diminue en volume.

On a représenté la lingotière 12 plus en détails sur la figure 3. Elle présente ici quatre plaques 22 (la quatrième n'étant pas visible du fait de la position du plan de coupe). Les plaques 22 sont réalisées en cuivre ou en alliage de cuivre, qui sont des matériaux présentant une grande conductivité thermique et facilitent donc les
30 échanges de chaleur entre les dispositifs de refroidissement 14 et la lingotière 12. Les plaques 22 sont agencées de sorte que la lingotière 12 présente une section droite globalement rectangulaire ou carrée. On pourrait toutefois prévoir d'agencer les plaques de sorte que la lingotière présente une toute autre forme de section droite ou non. Par exemple, une section supérieure en forme d'entonnoir conventionnellement
35 utilisée pour la coulée en brame mince.

Dans ce qui suit, pour des raisons de concision, l'invention sera décrite plus en détail sur base d'un arrangement de lingotière tel que décrit dans la demande de

brevet belge 2018/5193, à savoir avec une fibre optique logée dans un canal formé dans la paroi de la lingotière. Il doit toutefois être compris que selon un autre mode de réalisation de l'invention, la fibre optique peut-être logée dans une gorge formée à la surface de la lingotière et fermée par une languette, telle que décrit dans la demande
5 de brevet belge déposée simultanément à la présente demande.

Une des plaques 22 de la lingotière 12 est représentée à plus grande échelle sur la figure 4, sur laquelle l'axe de coulée correspond à la direction verticale. La plaque 22 comporte dans sa paroi au moins un canal 24 s'étendant dans une direction non parallèle à l'axe de coulée de la lingotière 12. Plus précisément, le canal 24 présente
10 un angle avec l'axe de coulée compris entre 75° et 105°. Ici, le canal 24 est perpendiculaire à l'axe de coulée. Les canaux 24 sont ici au nombre de quatre. Un capot de protection 26 est installé sur la zone de la plaque 22 où les canaux 24 débouchent pour les protéger.

Une fibre optique 28 est logée dans chacun des canaux 24. En référence aux
15 figures 5 et 6, chaque fibre optique 28 comprend une gaine optique 30 ainsi qu'une âme 32 entourée par la gaine optique 30. La fibre optique 28 comprend dans son âme 32 plusieurs filtres de Bragg 34. La fibre optique 28 comporte au moins dix filtres de Bragg 10 par mètre, de préférence au moins vingt filtres de Bragg par mètre, de manière préférée au moins trente filtres de Bragg par mètre, et de manière encore plus
20 préférée au moins quarante filtres de Bragg par mètre. A titre de variante de réalisation, on pourrait prévoir que la lingotière ne contienne qu'une seule fibre optique. Dans ce qui suit, on considèrera que l'installation 2 ne comporte qu'une fibre optique pour faciliter sa description.

Le fonctionnement de la fibre optique 28 est illustré en figure 6. Les filtres de Bragg
25 34 sont des filtres qui permettent de réfléchir la lumière sur une plage de longueur d'onde centrée sur une valeur prédéterminée, dite longueur d'onde réfléchie, réglable par le constructeur du filtre. Cette valeur prédéterminée est par ailleurs une fonction notamment de la température à laquelle se situe le filtre, de sorte qu'on peut écrire pour chaque filtre :

$$30 \quad \lambda_{\text{réfléchié}} = f(\lambda_0, T)$$

où $\lambda_{\text{réfléchié}}$ est la longueur d'onde effectivement réfléchie par le filtre, f est une fonction connue, T est la température du filtre et λ_0 la longueur d'onde réfléchie par le filtre à une température prédéterminée, par exemple à température ambiante.

Ces deux propriétés permettent d'utiliser la fibre optique 28 en tant que capteur de
35 température. Dans un premier temps, on installe dans la fibre optique 28 des filtres de Bragg 34 ayant des valeurs de longueur d'onde réfléchie λ_0 distinctes et choisies, par exemple décalée une à une de 5 nanomètres. On envoie ensuite un faisceau lumineux

présentant un spectre polychromatique 35a, par exemple de la lumière blanche, dans la fibre optique 28 puis on détermine les pics de longueurs d'onde représentées dans le spectre du faisceau réfléchi 35b. A chaque pic, on compare la valeur mesurée $\lambda_{\text{réfléchi}}$ et la valeur théorique de la longueur d'onde réfléchie à température ambiante λ_0 , et on calcule la température T du filtre en question grâce à la fonction f. De manière alternative, il est aussi possible d'effectuer ces étapes sur la base des creux dans le spectre du faisceau transmis 35c si la configuration du canal 24 dans lequel est logée la fibre optique 28 le permet.

Ainsi, l'installation de la fibre optique 28 dans une des plaques 22 de la lingotière 12 permet de mesurer la température de cette plaque, notamment de sa paroi en contact avec le métal coulé, en des positions prédéterminées suivre son évolution dans le temps. Afin d'obtenir un nombre suffisant de points de mesure, il est préféré de placer au moins une fibre optique 28 dans deux plaques 22 en vis-à-vis, voire dans chacune des quatre plaques 22 de la lingotière 12.

Aux fins de l'équilibrage de l'écoulement de l'acier liquide dans la lingotière 12, l'installation 2 comprend en outre :

- un émetteur-récepteur agencé pour envoyer de la lumière dans la fibre optique 28 et recevoir de la lumière réfléchie et/ou transmise par la fibre optique 28,
- un processeur agencé pour :
 - a) transformer des données sur la lumière réfléchie et/ou transmise reçue par l'émetteur-récepteur en une information sur l'écoulement dans la lingotière;
 - b) comparer cette information avec un modèle prédéfini,
 - c) déterminer les actions d'ajustement à prendre pour équilibrer l'écoulement;
 - d) émettre un signal de commande vers un système d'ajustement, et
- un système d'ajustement agencé pour ajuster l'écoulement de l'acier dans la lingotière 12 en fonction d'un signal de commande émis par le processeur.

Le fonctionnement de ces éléments va être décrit dans ce qui suit.

A tout moment lors de l'écoulement, on effectue des mesures d'un ensemble de caractéristiques de l'écoulement dans la lingotière 12. En particulier, l'émetteur-récepteur envoie de la lumière dans la fibre optique 28 et on mesure la température de la paroi de la lingotière 12 grâce à la lumière réfléchie et/ou transmise par la fibre optique 28. Mais de manière plus générale, on analyse des caractéristiques thermiques de l'acier présent dans la lingotière 12.

On compare ensuite, à l'aide du processeur, la mesure de ces caractéristiques avec un modèle prédéfini. Il peut par exemple s'agir de mesures de ces mêmes caractéristiques préalablement réalisées dans des conditions normales d'écoulement, c'est-à-dire lorsque l'écoulement n'est pas perturbé.

Si la mesure ne s'écarte pas du modèle d'une distance prédéterminée, on interprète la comparaison comme signifiant qu'aucune perturbation de l'écoulement n'a eu lieu. Aucune mesure d'ajustement de l'écoulement n'est donc à entreprendre. On répète de préférence en continu ces étapes de mesure et de comparaison tout au long de l'écoulement.

Dans le cas contraire, on interprète la comparaison comme signifiant qu'au moins une perturbation a eu lieu et qu'il faut donc ajuster l'écoulement. En tenant compte de la comparaison, le processeur détermine des actions d'ajustement à prendre pour équilibrer l'écoulement puis émet un signal de commande vers des moyens d'ajustement qui permettent la réalisation des actions d'ajustement.

Dans le cas où le processeur détecte une mesure qui s'écarte trop du modèle, on peut prévoir l'émission d'un signal d'alarme, voire même l'arrêt des opérations de coulée.

Les actions d'ajustement peuvent consister en le déplacement du répartiteur 8 suivant une direction parallèle à l'axe longitudinal de la lingotière 12 à l'aide d'un chariot porte-répartiteur 36 de l'installation 2. Etant donné que la busette 11 est solidaire du répartiteur 8, ce déplacement permet un mouvement de la busette 11 par rapport à la lingotière 12. Ce faisant, on rétablit une symétrie dans l'écoulement du métal liquide.

On réalise alors de nouveau les étapes de mesure et de comparaison pour déterminer si le déplacement de la busette 11 a eu l'effet escompté. On peut prévoir de continuer ce déplacement tant que l'écart entre la mesure et le modèle reste supérieur à la distance prédéterminée. Une fois que cette distance devient inférieure à la distance prédéterminée, on désactive le chariot porte-répartiteur de sorte qu'on arrête le déplacement de la busette 11. Cependant, on continue d'effectuer les opérations de mesure et de comparaison afin de détecter un éventuel nouvel incident.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation présentés et d'autres modes de réalisation apparaîtront clairement à l'homme du métier.

Nomenclature

2 : installation (de coulée continue de métaux)

4 : poche

6 : bras motorisé

8 : répartiteur

10 : quenouille

11 : busette de protection

12 : lingotière

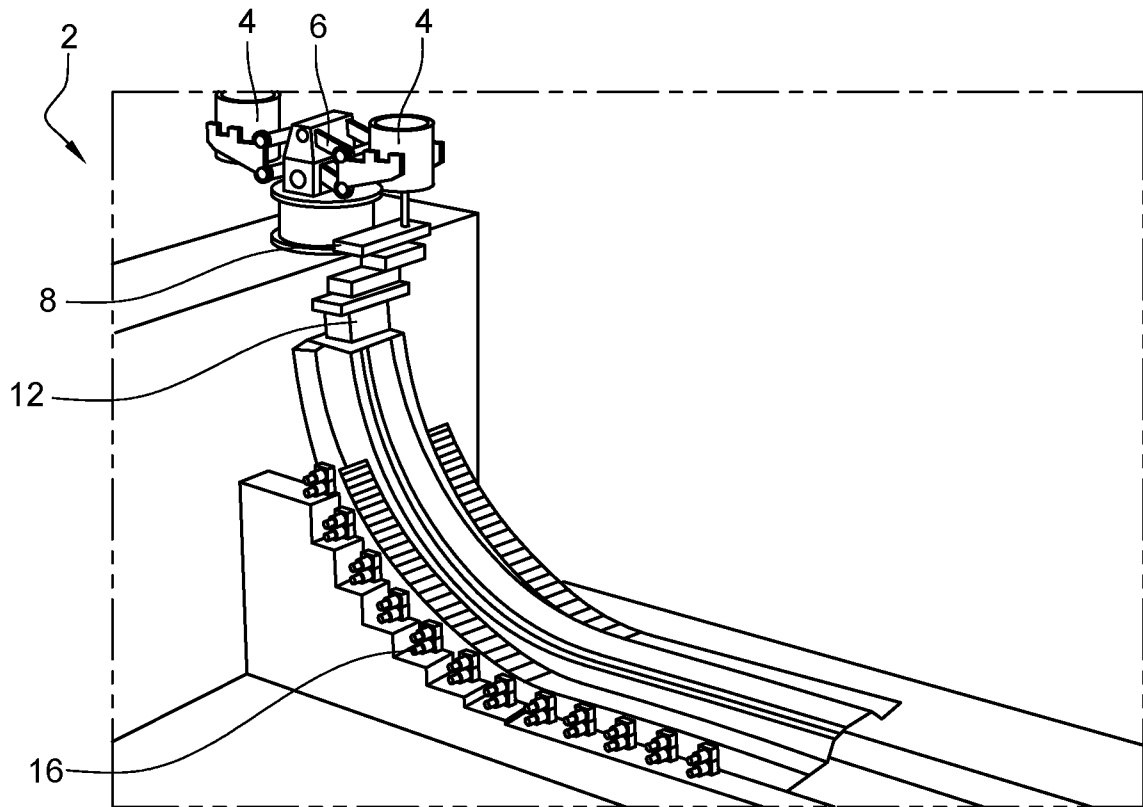
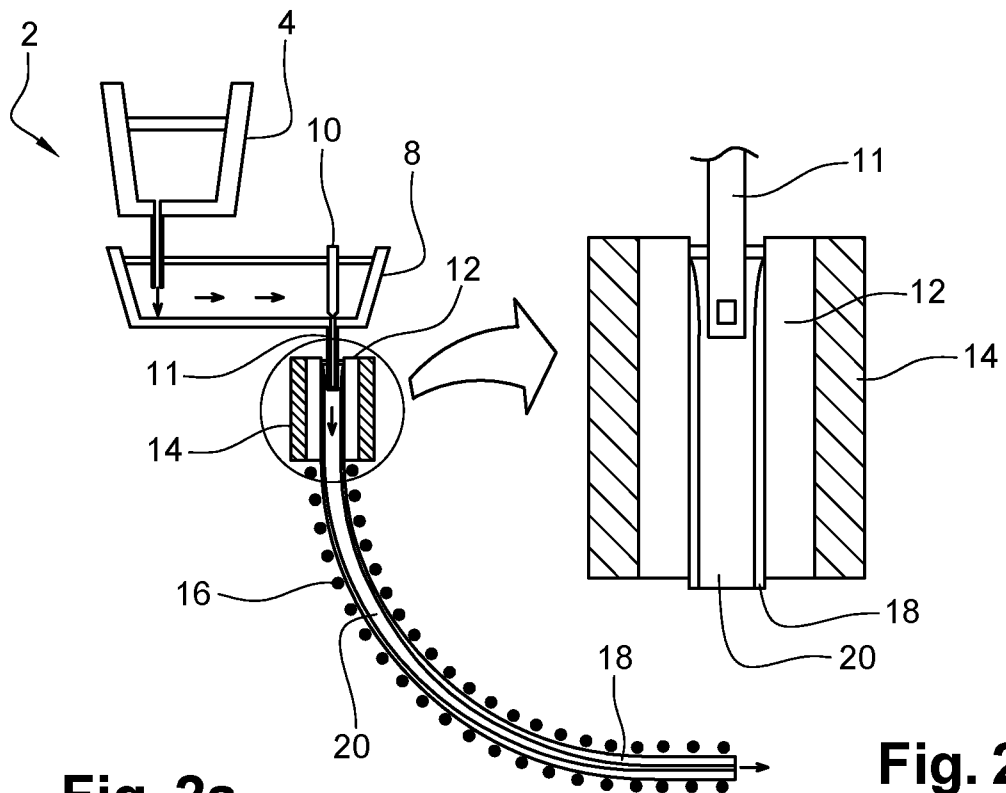
- 14 : dispositifs de refroidissement
- 16 : guide
- 18 : surface externe solidifiée
- 20 : noyau liquide
- 5 22 : plaque
- 24 : canal
- 26 : capot de protection
- 28 : fibre optique
- 30 : gaine optique
- 10 32 : âme
- 34 : filtre de Bragg
- 35a : spectre polychromatique
- 35b : spectre du faisceau réfléchi
- 36c : spectre du faisceau transmis
- 15 36 : chariot porte-répartiteur

Revendications

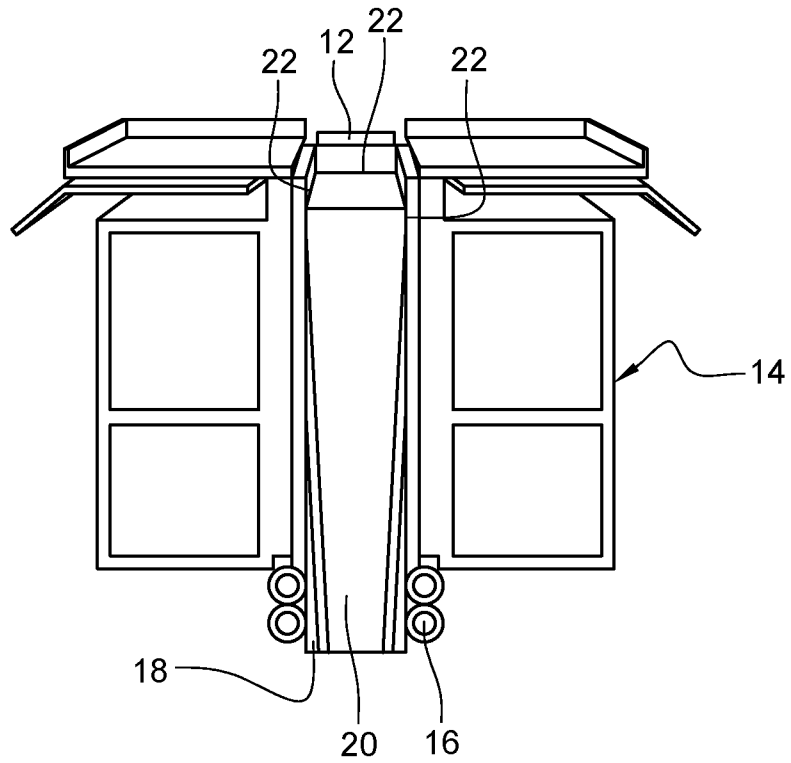
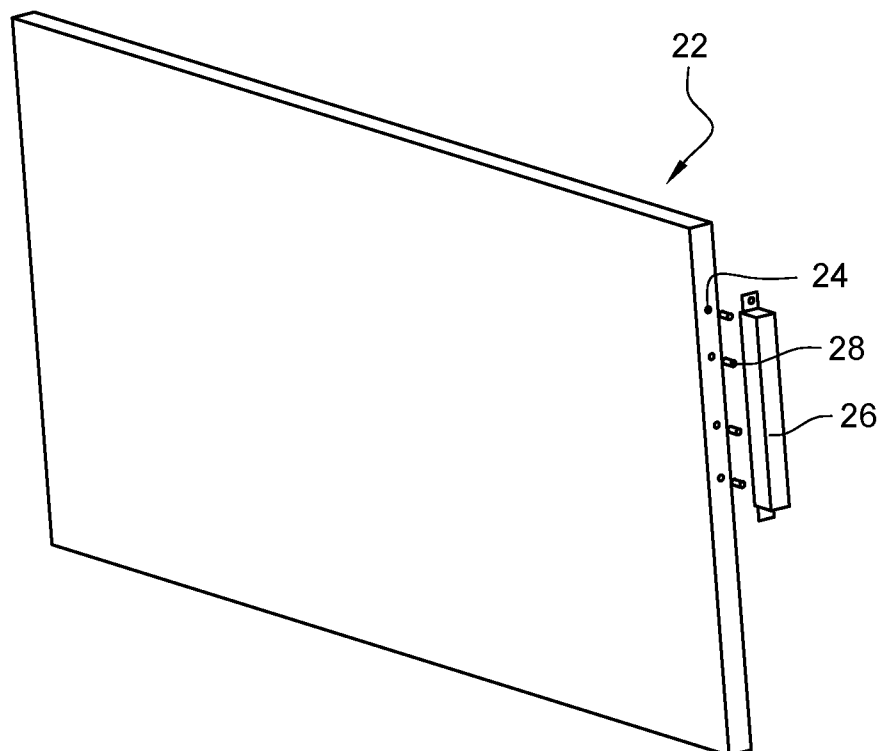
1. Procédé pour équilibrer un écoulement d'acier liquide dans une lingotière (12), dans lequel l'acier est introduit dans la lingotière (12) depuis un répartiteur (8) au travers d'une busette de protection (11) débouchant sous le niveau d'acier dans la lingotière (12), comprenant les étapes suivantes :
 - a) acquisition d'un ensemble de caractéristiques de l'écoulement dans la lingotière (12),
 - b) comparaison des caractéristiques de l'écoulement acquises à l'étape précédente avec un modèle prédéfini et détermination des actions d'ajustement à prendre pour équilibrer l'écoulement, et
 - c) ajustement de l'écoulement.
2. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel les étapes a) à c) sont répétées en continu pendant les opérations de coulée.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les caractéristiques de l'écoulement sont obtenues par une analyse des caractéristiques thermiques de l'acier dans la lingotière (12).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la lingotière (12) est du type constituée par un assemblage de plaques métalliques (22) adossées à des dispositifs de refroidissement (14) configurés pour permettre le refroidissement des plaques métalliques (22) par la circulation d'un fluide de refroidissement, comprenant une fibre optique (28), comportant une pluralité de filtres de Bragg (34), s'étendant dans une paroi d'au moins une desdites plaques (22), la fibre optique (28) s'étendant dans une direction non parallèle à l'axe de coulée de la lingotière (12).
5. Procédé suivant la revendication précédente, comprenant en outre les étapes suivantes :
 - mesure de la température d'au moins une paroi de la lingotière (12) au moyen de la fibre optique (28), et
 - ajustement de l'écoulement.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel l'ajustement de l'écoulement est réalisé en opérant un mouvement relatif entre la busette (11) et la lingotière (12).
7. Procédé selon la revendication 6 dans lequel le mouvement relatif entre la busette (11) et la lingotière (12) est opéré suivant une direction parallèle à l'axe longitudinal de la lingotière (12).

8. Procédé selon la revendication 6 dans lequel le mouvement relatif entre la busette (11) et la lingotière (12) est opéré par décalage angulaire de la busette selon l'axe longitudinal de la lingotière (12).
9. Procédé selon la revendication 6 dans lequel le mouvement relatif entre la busette (11) et la lingotière (12) est opéré à la fois suivant une direction parallèle à l'axe longitudinal de la lingotière (12) et par décalage angulaire de la busette selon l'axe longitudinal de la lingotière (12).
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, dans lequel la busette (11) est solidaire du répartiteur (8) et le mouvement relatif entre la busette (11) et la lingotière (12) est réalisé en déplaçant le répartiteur (8) par rapport à la lingotière (12).
11. Système de coulée continue d'acier liquide d'un répartiteur vers une lingotière de coulée continue, comprenant :
 - un répartiteur (8),
 - une lingotière (12) du type constituée par un assemblage de plaques métalliques (22) adossées à des dispositifs de refroidissement (14) configurés pour permettre le refroidissement des plaques métalliques (22) par la circulation d'un fluide de refroidissement, comprenant une fibre optique (28), comportant une pluralité de filtres de Bragg (34), s'étendant dans une paroi d'au moins une desdites plaques (22), la fibre optique (28) s'étendant dans une direction non parallèle à l'axe de coulée de la lingotière (12),
 - une busette de protection (11) dont l'extrémité inférieure débouche sous le niveau d'acier dans la lingotière (12) pendant la coulée de l'acier, la busette (11) étant solidaire du répartiteur (8),
 - un émetteur-récepteur agencé pour envoyer de la lumière dans la fibre optique (28) et recevoir de la lumière réfléchie et/ou transmise par la fibre optique (28),
 - un processeur agencé pour :
 - a) transformer des données sur la lumière réfléchie et/ou transmise reçue par l'émetteur-récepteur en une information sur l'écoulement dans la lingotière (12),
 - b) comparer cette information avec un modèle prédéfini,
 - c) déterminer les actions d'ajustement à prendre pour équilibrer l'écoulement,
 - d) émettre un signal de commande,
 - des moyens d'ajustement (36) agencés pour recevoir le signal de commande et pour ajuster l'écoulement de l'acier dans la lingotière (12) en fonction du signal de commande.
12. Système selon la revendication précédente, dans lequel les moyens d'ajustement (36) comprennent un chariot porte-répartiteur.

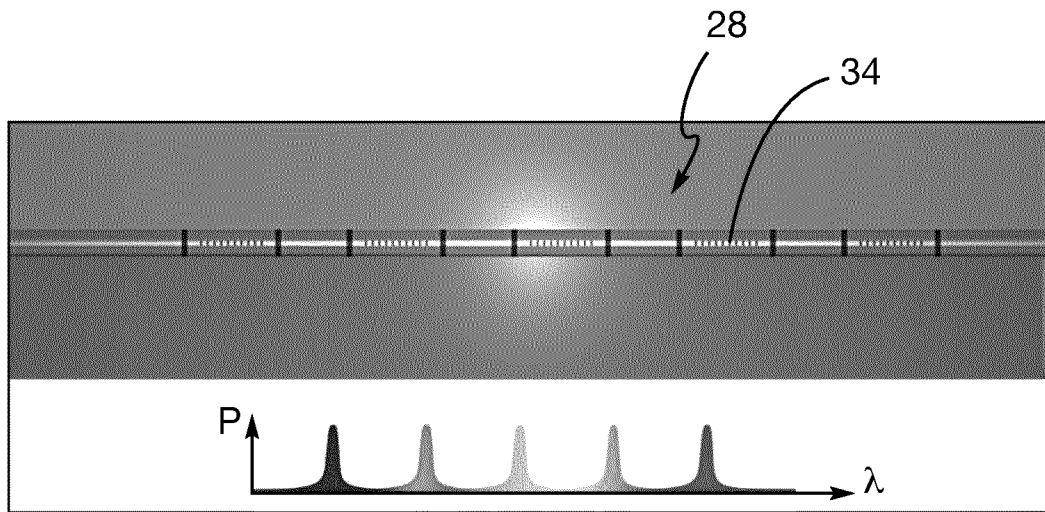
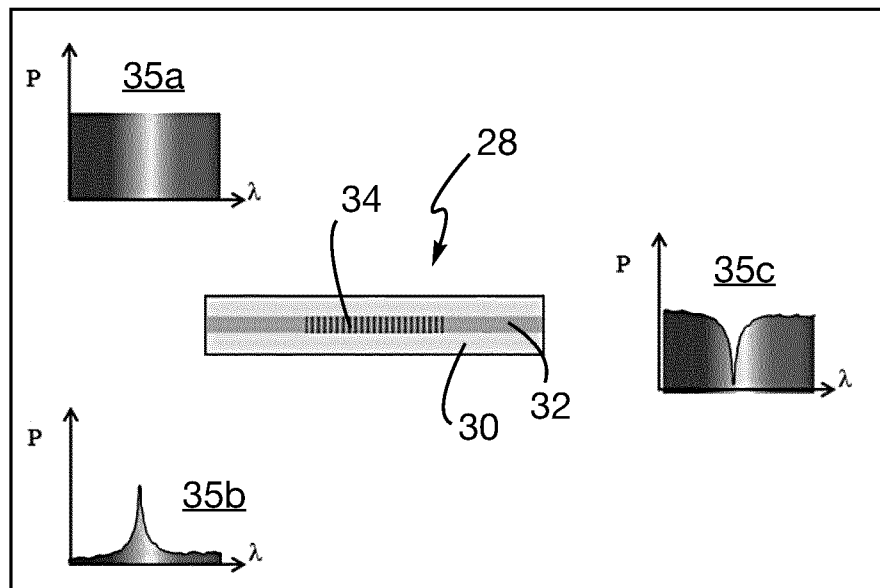
1/4

**Fig. 1****Fig. 2a****Fig. 2b**

2/4

Fig. 3**Fig. 4**

3 / 4

**Fig. 5****Fig. 6**

4/4

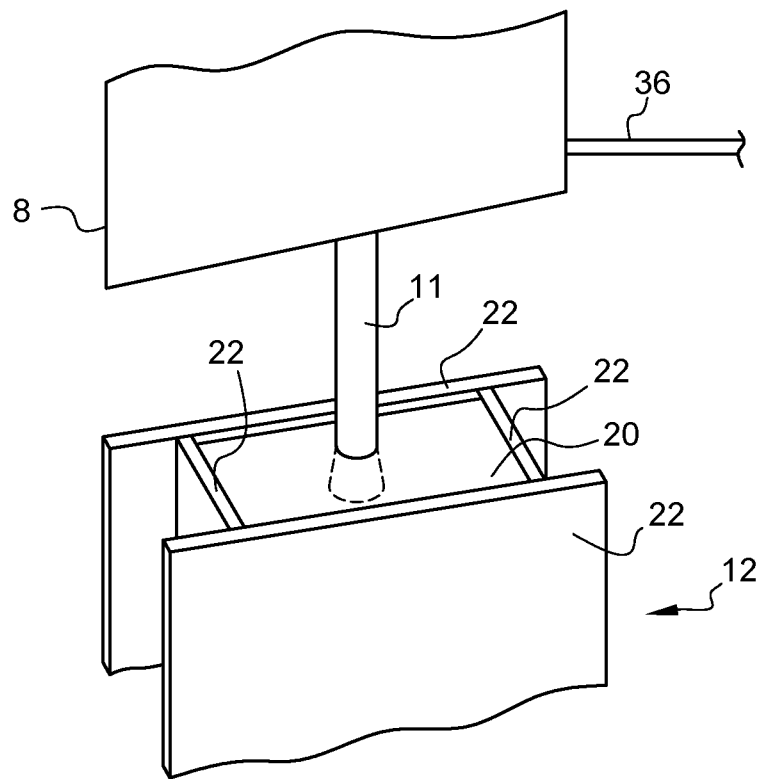


Fig. 7

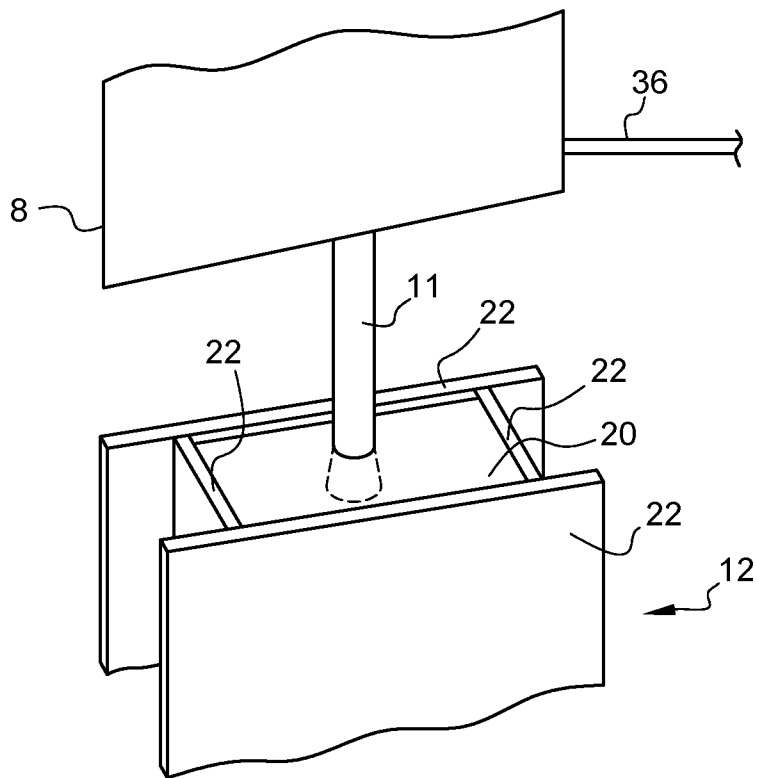


Fig. 7