

(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
12 septembre 2014 (12.09.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/135501 A2

(51) Classification internationale des brevets : Non classée

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2014/054096

(22) Date de dépôt international :
3 mars 2014 (03.03.2014)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1352004 6 mars 2013 (06.03.2013) FR

(71) Déposant : FAI PRODUCTION [FR/FR]; 49, rue Jean
Jaurès, F-38420 Domene (FR).

(72) Inventeurs : ROCHE, Christian; CP 840 Prafrimmin, CH-
1965 Saviese (CH). TRAUB, Arthur; 20 rue de l'Isère, F-
38610 Gieres (FR).

(74) Mandataire : CASALONGA; Casalonga & Associes, 8
Avenue Percier, F-75008 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, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasien (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).

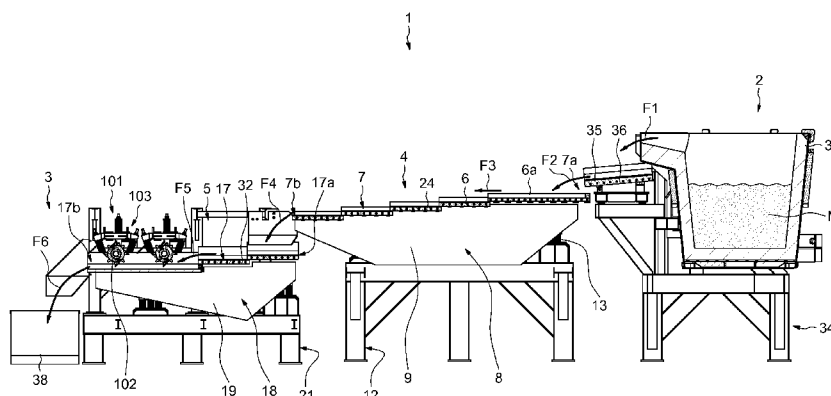
Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))

(54) Title : METHOD AND FACILITY FOR TRANSFORMING A LIQUID-STATE METAL INTO A SOLID-STATE METAL

(54) Titre : PROCÉDÉ ET INSTALLATION DE TRANSFORMATION D'UN MÉTAL À L'ÉTAT LIQUIDE EN UN MÉTAL À L'ÉTAT SOLIDE

FIG.2



(57) Abstract : A method and facility for transforming a liquid-state metal into a fragmented solid-state metal. The liquid-state metal is poured onto an upstream portion of a receiving surface (7) of a first cooled vibrating table (4). The metal falls from the downstream end of the first table onto an upstream portion of a receiving surface (17) of a second cooled vibrating table (5). The fragmented and solidified metal is discharged to the downstream end of the receiving surface of this second table. A rotary fragmentation roller (102) can be positioned above one table. The tables comprise an upstream area (7) for cooling by a liquid-gas emulsion and a downstream area (17) for cooling by a liquid.

(57) Abrégé : Procédé et installation pour la transformation d'un métal à l'état liquide en un métal à l'état solide et fragmenté. Le métal à l'état liquide est déversé sur une partie amont

[Suite sur la page suivante]



d'une surface de réception (7) d'une première table vibrante refroidie (4). Le métal chute depuis l'extrémité aval de la première table sur une partie amont d'une surface de réception (17) d'une seconde table vibrante refroidie (5). Le métal fragmenté et solidifié est évacué à l'extrémité aval de la surface de réception de cette seconde table. Un rouleau rotatif de fragmentation (102) peut être placé au-dessus d'une table. Les tables comprennent une zone amont de refroidissement (7) par une émulsion liquide-gaz et une zone aval de refroidissement (17) par un liquide.

**Procédé et installation de transformation d'un métal à l'état
liquide en un métal à l'état solide**

5 La présente invention concerne le domaine de l'industrie métallurgique.

 Après traitement dans un four de réduction d'un métal issu antérieurement d'un minerai, on doit réaliser une phase de conditionnement consistant à l'obtention, à partir du métal à l'état
10 liquide, de fragments de métal à l'état solide, présentant des dimensions spécifiques. Une telle demande de produits sous forme de fragments concerne en particulier les ferro-alliages et le silicium-métal.

 On met en œuvre actuellement un procédé de refroidissement et
15 de fragmentation qui consiste à réaliser une cuvette en sable, à couler le métal à l'état liquide dans cette cuvette pour former un bloc et à détruire et broyer ou concasser ce bloc de façon à obtenir des fragments de métal à l'état solide.

 Un tel procédé oblige à réaliser pour chaque coulée une cuvette
20 en sable et à disposer d'une installation très coûteuse de destruction et de concasser des blocs. Ce procédé est particulièrement long à mettre en œuvre et donc coûteux et engendre une production importante de fines ou poussières de métal indésirables pouvant atteindre 15% de la production.

25 Le brevet US-3 707 182 décrit une table rotative sur laquelle un matériau liquide est déversé. La table est refroidie de façon uniforme, de façon que le matériau se solidifie et se fragmente.

 La présente invention a pour but de réduire considérablement les temps de production de fragments d'un métal à l'état solide à partir
30 d'un métal à l'état liquide, en mettant en œuvre une installation qui est relativement plus simple et moins coûteuse et qui assure un dimensionnement relativement contrôlé des fragments.

Il est tout d'abord proposé un procédé pour la transformation d'un métal à l'état liquide en un métal à l'état solide et fragmenté, sur au moins deux tables se succédant l'une l'autre.

Ce procédé comprend :

- 5 déverser le métal à l'état liquide sur une partie amont d'une première surface de réception d'une première table refroidie,
 faire vibrer la première table de façon que le métal se déplace vers une extrémité aval de la surface de réception de cette première table,
- 10 faire chuter le métal depuis l'extrémité aval de la première table sur une partie amont d'une deuxième surface de réception d'une deuxième table refroidie,
 faire vibrer la seconde table de façon que le métal se déplace vers une extrémité aval de la surface de réception de cette deuxième
- 15 table,
 faire passer le métal au-dessous d'au moins un rouleau transversal rotatif de fragmentation placé au-dessus d'une table aval située en aval de la première table,
 faire vibrer la table aval de façon que le métal se déplace vers
- 20 une extrémité aval de la surface de réception de cette dernière table aval, et
 évacuer le métal fragmenté et solidifié à l'extrémité aval de la surface de réception de cette dernière table aval.
- 25 Le métal est de préférence solidifié lorsqu'il atteint ledit rouleau de fragmentation.
- 30 Le procédé peut comprendre : faire circuler une émulsion d'un liquide et d'un gaz dans des canaux transversaux d'une zone amont de refroidissement et faire circuler un liquide dans des canaux transversaux d'une zone aval de refroidissement, ces zones de refroidissement se succédant dans le sens longitudinal desdites tables de réception.
 Ladite seconde table peut constituer ladite table aval.
 Le procédé peut comprendre :

faire passer le métal sur la surface de réception d'au moins une table intermédiaire refroidie située entre ladite deuxième table et ladite table aval, en faisant chuter le métal d'une table à l'autre,

5 faire vibrer ladite table intermédiaire de façon que le métal se déplace vers une extrémité aval de la surface de réception de cette table intermédiaire.

Le rouleau de fragmentation peut être soumis, sur une première course, à des premiers ressorts et, sur une seconde course prolongeant la première course, à des seconds ressorts s'ajoutant aux premiers
10 ressorts.

Il est également proposé une installation pour la transformation d'un métal à l'état liquide en un métal à l'état solide et fragmenté.

Une installation peut comprendre:

- une première table vibrante comprenant une première surface
15 de réception du métal présentant une extrémité amont et une extrémité aval d'évacuation, des moyens pour refroidir la première table, des moyens pour faire vibrer la première table de façon que le métal se déplace de l'amont vers l'aval,

- des moyens pour déverser le métal à l'état liquide sur une
20 partie amont de la première surface de réception de la première table,

- une deuxième table vibrante comprenant une deuxième surface de réception du métal présentant une extrémité amont et une extrémité aval d'évacuation, la partie amont de la surface de réception de la deuxième table étant située au-dessous et à distance de
25 l'extrémité aval de la première surface de réception de la première table, de telle sorte que le métal chute de la première table sur la deuxième table, des moyens pour refroidir la seconde table, des moyens pour faire vibrer la deuxième table de façon que le métal se déplace de l'amont vers l'aval,

- une table aval vibrante comprenant une surface de réception
30 du métal présentant une extrémité amont et une extrémité aval d'évacuation et des moyens pour faire vibrer la table aval de façon que le métal se déplace de l'amont vers l'aval,

- au moins un rouleau rotatif de fragmentation placé au-dessus de cette table aval et transversalement au déplacement du métal sur cette table.

Ladite deuxième table peut constituer ladite table aval.

5 L'installation peut comprendre au moins une table intermédiaire située entre ladite deuxième table et ladite table aval, des moyens pour faire vibrer cette table intermédiaire et des moyens pour refroidir cette table intermédiaire.

10 Lesdites tables peuvent comprendre des plaques de réception qui sont choisies en cuivre, à l'exception d'au moins la partie de ladite table aval située au-dessous dudit rouleau de fragmentation qui comprend une plaque qui est choisie en acier.

Les moyens pour faire vibrer lesdites tables peuvent être communs.

15 Les moyens pour faire vibrer lesdites tables peuvent être séparés.

Lesdites tables peuvent comprendre des plaques, les moyens de refroidissement présentant des canaux de circulation d'un fluide de refroidissement, aménagés à l'intérieur de ces plaques.

20 Lesdites tables peuvent comprendre, dans une zone amont de l'installation, au moins une plaque présentant des canaux de circulation munis d'injecteurs d'une émulsion liquide-gaz de refroidissement et, dans une zone aval suivant ladite zone amont, au moins une plaque présentant des canaux de circulation d'un liquide de refroidissement.

25 L'installation peut comprendre des moyens de suspension dudit rouleau de fragmentation incluant des ressorts de rappel.

30 Lesdits moyens de suspension peuvent comprendre des balanciers sur lesquels les extrémités du rouleau de fragmentation sont montées tournantes, des moyens mobiles de support de ces balanciers, des moyens de rappel du rouleau de fragmentation s'opposant aux déplacements des balanciers par rapport aux moyens mobiles de support et des moyens de rappel s'opposant aux déplacements desdits supports mobiles.

Les moyens de rappel peuvent être, à ladite position d'équilibre, précontraints.

Ledit rouleau de fragmentation peut être placé au-dessus d'une partie aval de la table aval.

5 Le rouleau de fragmentation peut être muni à sa périphérie d'une pluralité de doigts en saillie.

Au moins la partie amont de la surface de réception de la première table est inclinée vers l'aval.

10 Une installation pour la transformation d'un métal à l'état liquide en un métal à l'état solide et fragmenté, peut comprendre :

- une pluralité de tables vibrantes munies de plaques de réception se succédant d'amont en aval et présentant des surfaces de réception du métal,

- des moyens pour déverser le métal à l'état liquide sur une 15 partie amont de la table amont,

- des moyens pour faire vibrer lesdites tables de façon que le métal se déplace de l'amont vers l'aval,

- au moins un rouleau rotatif de fragmentation placé au-dessus de la table aval et transversalement au déplacement du métal sur cette 20 table,

lesdites plaques de réception étant choisies en cuivre et étant munies de moyens de refroidissement, à l'exception de la plaque de réception située au-dessous dudit rouleau rotatif de fragmentation qui est choisie en un acier.

25 Au moins deux plaques de réception successives peuvent être fortement décalées dans le sens vertical de façon que le métal chute de l'une sur l'autre.

30 L'installation peut comprendre une zone amont dans laquelle au moins une plaque présente des canaux de circulation munis d'injecteurs d'une émulsion liquide-gaz de refroidissement et une zone aval suivant ladite zone amont dans laquelle au moins une plaque présente des canaux de circulation d'un liquide de refroidissement.

L'installation peut comprendre des moyens de suspension dudit rouleau de fragmentation incluant des ressorts de rappel.

Dans cette installation, au moins la partie amont de la surface de réception de la première table ou table amont est inclinée vers l'aval.

Une installation peut comprendre :

5 une table présentant une surface de réception du métal sur laquelle le métal se déplace de l'amont vers l'aval;

 au moins un rouleau rotatif de fragmentation placé au-dessus de ladite table de réception et transversalement au déplacement du métal sur ladite plaque de réception

10 et des moyens de suspension dudit rouleau de fragmentation comprenant des balanciers sur lesquels les extrémités du rouleau de fragmentation sont montées tournantes, des supports mobiles de ces balanciers, des moyens de rappel du rouleau de fragmentation s'opposant aux déplacements des balanciers par rapport aux supports
15 mobiles et des moyens de rappel s'opposant aux déplacements desdits supports mobiles.

 Une installation peut comprendre une table de réception sur laquelle le métal se déplace de l'amont vers l'aval, cette table de réception comprenant, dans une zone amont, au moins une plaque
20 présentant des canaux de circulation d'une émulsion liquide-gaz de refroidissement et, dans une zone aval succédant à la zone amont, des plaques présentant des canaux de circulation d'un liquide de refroidissement.

Une installation peut comprendre :

25 - une table vibrante présentant une surface de réception du métal,

 - des moyens pour déverser le métal à l'état liquide sur une partie amont de la table,

30 - des moyens pour faire vibrer ladite table de façon que le métal se déplace de l'amont vers l'aval,

 dans laquelle au moins la partie amont de la surface de réception de la table amont est inclinée vers l'aval.

 L'inclinaison de la partie amont de la surface de réception de la première table peut être comprise entre deux et dix degrés.

Des installations selon la présente invention, de transformation d'un métal à l'état liquide en un métal à l'état solide fragmenté, et leur fonctionnement vont maintenant être décrites à titre d'exemples non limitatifs et illustrés par le dessin sur lequel :

5 - la figure 1 représente une vue en perspective d'une installation ;

 - la figure 2 représente une coupe verticale longitudinale de l'installation de la figure 1 ;

10 - la figure 3 représente une coupe verticale longitudinale d'une première table longitudinale de l'installation de la figure 1 ;

 - la figure 4 représente une coupe verticale longitudinale d'une seconde table longitudinale de l'installation de la figure 1 ;

 - la figure 5 représente une vue en bout, de l'aval vers l'amont, de l'installation de la figure 1 ;

15 - la figure 6 représente une coupe horizontale d'une plaque de la première table longitudinale de l'installation de la figure 1 ;

 - la figure 7 représente une vue en perspective d'une partie aval de la seconde table longitudinale de l'installation de la figure 1, illustrant un mécanisme à rouleau de fragmentation ;

20 - la figure 8 représente une vue latérale du mécanisme à rouleau de fragmentation de la figure 7 ; et

 - la figure 9 représente une variante de réalisation de l'installation.

25 On a représenté sur le dessin une installation 1 pour la transformation d'un métal à l'état liquide en un métal à l'état solide et fragmenté.

 Cette installation 1 est plus particulièrement adaptée pour une telle transformation de métaux tels que des ferro-alliages ou du silicium métal.

30 Comme illustré en particulier sur les figures 1 et 2, l'installation 1 peut comprendre successivement, entre une station de déversement 2 et une station d'évacuation 3, une pluralité de tables longitudinales se succédant l'une l'autre, dont une première table

longitudinale 4 et une seconde table longitudinale 5, cette seconde table 5 constituant une table aval de l'installation.

5 Comme illustré en particulier sur les figures 1, 2 et 3, la première table longitudinale 4 peut comprendre une pluralité de plaques successives 6, de préférence en cuivre, par exemple cinq, qui définissent substantiellement une première surface longitudinale de réception 7 du métal, qui présente une extrémité amont 7a et une extrémité aval 7b.

10 Les plaques successives 6 se chevauchent légèrement, en étant décalées verticalement en gradins correspondant sensiblement à leurs épaisseurs, les plaques amont présentant des bords transversaux aval placés sur des bords transversaux amont des plaques aval, la face supérieure de chaque plaque 6 étant sensiblement horizontale et présentant des rebords longitudinaux 6a de délimitations latérales, en saillie vers le haut.

15 La première table 4 comprend un bâti 8 qui comprend des longerons 9 qui s'étendent au-dessous des parties latérales des plaques 6 et sur lesquels sont fixées ces dernières par l'intermédiaire de supports 10, les longerons 9 étant reliés par des traverses 11.

20 Le bâti 8 est monté sur un châssis fixe 12 par l'intermédiaire d'une pluralité de ressorts 13 et le bâti 8 est relié au châssis 12 par l'intermédiaire d'un organe générateur de vibration 14 apte à faire vibrer le bâti 8.

25 Comme illustré en particulier sur les figures 1, 2 et 4, la seconde table longitudinale 5 peut comprendre une pluralité de plaques successives 15, de préférence en cuivre, par exemple deux, et une plaque terminale 16, de préférence en acier, qui définissent substantiellement une seconde surface longitudinale de réception 17 du métal, qui présente une extrémité amont 17a et une extrémité aval 17b.

30 Les plaques successives 15 et 16 se chevauchent légèrement, les plaques amont présentant des bords transversaux aval placés sur des bords transversaux amont des plaques aval, la face supérieure de chaque plaque étant sensiblement horizontale et présentant des rebords

longitudinaux 15a et 16a de délimitations latérales, en saillie vers le haut.

La seconde table 4 comprend un bâti 18 qui comprend des longerons 19 qui s'étendent au-dessous des parties latérales des plaques 15 et 16 et sur lesquels sont fixées ces dernières, les longerons 19 étant reliés par des traverses 20.

Le bâti 18 est monté sur un châssis fixe 21 par l'intermédiaire d'une pluralité de ressorts 22 et le bâti 18 est relié au châssis 21 par l'intermédiaire d'un organe générateur de vibrations 23 apte à faire vibrer le bâti 18.

La seconde table 4 est placée de telle sorte qu'une partie amont de sa surface longitudinale de réception 17 soit située au-dessous et à distance de l'extrémité aval 7b de la surface longitudinale de réception 7 de la première table longitudinale 4, créant ainsi une forte discontinuité entre la première surface longitudinale de réception 7 et la seconde surface longitudinale de réception 17.

Les plaques 6 et 15 présentent des pluralités de canaux intérieurs de refroidissement qui s'étendent transversalement dans des plans parallèles à leurs faces supérieures et qui peuvent être reliés à des sources de fluides de refroidissement de façon à faire circuler dans ces canaux ces fluides afin de refroidir ces plaques.

Comme illustré en particulier sur la figure 6, chaque plaque 6 de la première table 4 présente une pluralité de canaux transversaux agencés par paires de canaux 24 et 25, de telle sorte que les extrémités de chaque paire de canaux, situées d'un côté de cette plaque, sont reliées par des coudes en U de recirculation 26, dont les autres extrémités situées de l'autre côté de la plaque sont l'une munie d'un injecteur 27 et l'autre reliée à un conduit extérieur 28.

Chaque injecteur 27 est fixé sur le côté de la plaque 6 et présente une chambre intérieure d'émulsion 29 dans laquelle un liquide de refroidissement tel que de l'eau et un gaz de refroidissement tel que de l'azote sont amenés par des conduits extérieurs 30 et 31 pour être mélangés et injectés axialement dans chaque canal intérieur 24 de la plaque 6 pour être évacués par le conduit extérieur 28

correspondant. Ainsi, la première table longitudinale 4 forme une zone amont de refroidissement.

5 De façon équivalente, les plaques 15 de la seconde table longitudinale 5 présentent des canaux transversaux de refroidissement 32 qui peuvent être agencés comme ci-dessus, mais sans la prévision d'injecteurs, de façon à faire circuler uniquement un liquide de refroidissement tel que de l'eau. Ainsi, la seconde table longitudinale 5 forme une zone amont de refroidissement.

10 Néanmoins, selon une variante de réalisation, la zone amont de refroidissement pourrait s'étendre sur une partie de la longueur de la première table longitudinale 4 ou se prolonger sur la seconde table longitudinale 5, la zone aval de refroidissement étant aménagée en conséquence.

15 A la station de déversement 2, l'installation 1 comprend un châssis fixe 34 qui porte une rampe longitudinale inclinée 35 de préférence munie d'un matériau réfractaire, qui est située au-dessus et en arrière de la partie amont de la surface de réception 7 de la première table 4 et qui peut aussi être équipée de canaux transversaux 36 en vue de son refroidissement par un fluide adapté.

20 Comme illustré en particulier sur les figures 1, 2 et 5, l'installation 1 est équipée, à la station de déversement 2, de moyens de manœuvre 33 pour recevoir une poche 37 et manœuvrer cette dernière.

25 De préférence, la première ou les premières plaques 6 formant la partie amont de la surface de réception 7 de la première table 4 sont légèrement inclinées vers l'aval, de quelques degrés, tandis que toutes les autres plaques de l'installation peuvent être horizontales. Selon une variante de réalisation, toutes les plaques pourraient être légèrement inclinées vers l'aval.

30 L'installation 1 peut fonctionner et être utilisée de la manière suivante.

Les organes générateurs de vibration 14 et 23 sont en marche de telles sorte que les plaques 6 portées par le bâti 9 de la première table longitudinale 4 vibrent et que les plaques 15 et 16 portées par le

bâti 18 de la seconde table longitudinale 5 vibrent, de façon indépendante. Les fluides de refroidissement circulent dans les canaux intérieurs précités des plaques 6 et 15 des tables longitudinales 4 et 5.

5 Une poche 37 contenant un métal M à l'état liquide ou en fusion est placée à la station de déversement 2.

On manœuvre la poche 37 pour déverser de façon contrôlée le métal M sur la rampe inclinée 35 (Figure 2, flèche F1).

10 Le métal M à l'état liquide, à une température un peu supérieure à sa température de fusion, s'écoule en s'étalant sur la rampe inclinée 35 et se déverse sur la partie amont de la surface de réception 7 de la première table (Figure 2, flèche F2), en s'étalant encore de façon à former une nappe (non représentée).

15 Sous l'effet des vibrations de la première table longitudinale 4, et éventuellement de la pente de la surface de réception 7, le métal M sous forme d'une nappe se déplace de l'amont vers l'aval sur la surface de réception 7 de la première table longitudinale (Figure 2, flèche F3) et, concomitamment et progressivement, sous l'effet du refroidissement induit par les plaques refroidies 6, le métal M se refroidit relativement brutalement, se solidifie, et se brise en formant
20 des fragments au fur et à mesure de son avancement.

Lorsque le métal M atteint l'extrémité aval 7a de la première table 4, ses fragments sont solidifiés, bien que le cœur des fragments les plus gros puisse éventuellement être encore pâteux.

25 Puis, les fragments du métal M, dont certains peuvent encore présenter des dimensions trop importantes et non souhaitées, par exemple sous la forme de langues, se déversent et chutent sur la partie amont de la surface de réception 17 de la seconde table longitudinale 5 (Figure 2, flèche F4), d'une hauteur telle que leur chute engendre encore leur fragmentation. Il s'agit là d'une chute d'une hauteur qui
30 est beaucoup plus importante que les chutes réduites induites lors du passage du métal M d'une plaque de réception à l'autre de chacune des tables.

Puis, sous l'effet des vibrations de la seconde table longitudinale 5 et, concomitamment, sous l'effet du refroidissement

induit par les plaques refroidies 15, progressivement, les fragments du métal M continuent leur mouvement vers l'aval sur la surface de réception 17 de la seconde table longitudinale 5 (Figure 2, flèche F5) et leur refroidissement en continuant éventuellement de se briser sous
5 forme de fragments encore plus petits au fur et à mesure de leur avancement

Puis, les fragments obtenus, solidifiés et refroidis, se déversent à l'extrémité aval de la seconde table longitudinale 5 dans un récipient de récupération 38 placé à la station d'évacuation 3 (Figure 2, flèche
10 F6).

Comme illustré sur la figure 1, afin que des fragments de métal ne se projettent à l'extérieur des tables longitudinales 4 et 5, l'installation 1 peut être équipée de plaques verticales 39 et/ou de rideaux de chaînes suspendues 40, placées longitudinalement de
15 chaque côté et au-dessus des bords des surfaces de réception 7 et 17 et une plaque 41 placée transversalement au-dessous du bord aval de la première table longitudinale et au-dessus du bord amont de la seconde table longitudinale. En outre, l'installation 1 pourrait être équipée de couvercles (non représentés) s'étendant au-dessus et à distance des
20 tables longitudinales 4 et 5 et au-dessus de la station d'évacuation.

A titre d'exemple non limitatif, la première table longitudinale 4 et la seconde table longitudinale 5 pourraient être reliées entre elles et montées sur un châssis fixe commun. Dans ce cas, la première table longitudinale 4 et la seconde table longitudinale 5 pourraient être
25 soumises à un organe générateur de vibration commun.

La différence de niveau entre la partie aval de la première table longitudinale et la partie amont de la seconde table longitudinale peut être supérieure à douze pour cent de la longueur de la première table. En particulier, la longueur de la première table longitudinale 4
30 pourrait être comprise entre quatre et six mètres et la hauteur de la chute entre la première table longitudinale 4 et la seconde table longitudinale 5 pourrait être comprise entre soixante et quatre vingt dix centimètres.

La longueur de la seconde table longitudinale 5 pourrait être comprise entre deux et quatre mètres.

La largeur des tables longitudinales 4 et 5 peut être comprise entre deux et quatre mètres.

5 L'épaisseur des plaques 6, 15 et 16 pourrait être comprise entre six et huit centimètres, les chutes réduites entre les plaques de chaque table étant en proportion de ces épaisseurs.

L'épaisseur de la nappe de métal M, après déversement du métal liquide peut être comprise entre un demi et dix centimètres.

10 Dans le cas d'un métal M dont la température de fusion est d'environ 1750°C (degrés Celsius), par exemple du silicium métal, la température des fragments de ce métal lorsqu'ils atteignent l'extrémité de la première table longitudinale 4 peut être comprise entre 400°C et 800°C et la température des fragments de ce métal lorsqu'ils atteignent
15 l'extrémité de la seconde table longitudinale 5 peut être comprise entre 150°C et 300°C.

Par ailleurs, les plaques 6 et 15 en cuivre peuvent être recouvertes, au moins sur leurs surfaces supérieures de réception du métal M, d'une couche de protection telle que par exemple de zircon
20 ou de graphite.

Comme illustré en particulier sur les figures 1 et 2, l'installation 1 peut comprendre en outre au moins un mécanisme 101 à rouleau transversal de fragmentation, placé par exemple au-dessus de la plaque terminale de réception 16 de la seconde table longitudinale
25 5. Selon l'exemple représenté, deux mécanismes 101 décalés longitudinalement d'amont en aval sont prévus.

Comme illustré en particulier sur les figures 4, 7 et 8, le mécanisme 101 comprend un rouleau transversal rotatif entraîné de fragmentation 102 qui est porté par des moyens de suspension 103
30 montés sur le châssis fixe 21.

Les moyens de suspension 103 comprennent des balanciers d'extrémité 104 qui portent les extrémités du rouleau 102, dont l'un est muni d'un moteur d'entraînement par exemple hydraulique 105.

Les moyens de suspension 103 comprennent en outre un berceau supérieur 106 qui comprend des supports latéraux 107 reliés par des traverses 108 et articulés sur le châssis fixe 21 par l'intermédiaire de pivots transversaux 109.

5 Les balanciers d'extrémité 104 sont reliés aux supports latéraux 107 par l'intermédiaire de paires de tiges avant et arrière 110 et 111 dont les extrémités inférieures sont munies de têtes 112 et 113 qui sont articulées, de part et d'autre des extrémités du rouleau 102, sur les balanciers 104 par l'intermédiaire de pivots transversaux 114 et
10 115 et qui coulissent librement au travers de bras longitudinaux 116 des supports latéraux 107, les extrémités supérieures des tiges 110 et 111 étant munies d'écrous de réglages 117 et 118. Les tiges 110 et 111 sont disposées de façon à former des V ouverts vers le haut.

Les moyens de suspension 103 comprennent en outre des tiges
15 centrales 119, substantiellement verticales, dont les extrémités inférieures sont munies de têtes 120 qui sont articulées sur le châssis fixe 21 par l'intermédiaire de pivots transversaux 121 et qui coulissent librement au travers de bras longitudinaux 122 des supports latéraux 107. Les bras longitudinaux 116 et les bras longitudinaux 122, situés à
20 côté les uns des autres, sont parallèles et sont reliés par des plaques transversales 123. Les extrémités supérieures des tiges centrales 119 sont munies d'écrous de réglage 124.

Les têtes 120 présentent des épaulements 125 sur lesquels peuvent venir en appui les bras longitudinaux 122.

25 Les moyens de suspension 103 comprennent également des moyens de rappel du rouleau 102 vers une position d'équilibre.

Ces moyens de rappel comprennent des paires de ressorts 126 et 127 qui sont disposés autour des tiges 110 et 111, entre les têtes 112 et 113 et les portions d'extrémité des bras longitudinaux 116, la
30 précontrainte de ces ressorts 126 et 127 étant assurée par les écrous 117 et 118.

Ces moyens de rappel comprennent également des ressorts centraux 128 qui sont disposés autour des tiges 119, entre les bras longitudinaux 122 par l'intermédiaire de rondelles 129 et les écrous

124, par l'intermédiaire de rondelles 130, la précontrainte de ces ressorts 128 étant assurée par les écrous 124.

5 Selon une variante illustrée sur la figure 4, le rouleau 102 est cylindrique et est muni à sa périphérie de picots ou doigts en saillie 131 rapportés engagés partiellement dans des logements du rouleau 102 et fixés grâce à des vis 132.

10 Selon une autre variante illustrée sur la figure 7, le rouleau 102 est cylindrique et est muni à sa périphérie de picots ou doigts en saillie 133 vissés directement dans des logements du rouleau transversal.

Le mécanisme 101 peut fonctionner de la manière suivante.

15 Dans la position basse d'équilibre du rouleau de fragmentation 102, d'une part le berceau 106 est en position basse, les bras longitudinaux 112 étant contraints d'être en appui sur les épaulements 125 des têtes 120 des tiges 119 sous l'effet des ressorts 128, et, d'autre part, les écrous 117 et 118 sont en appui sur les bras longitudinaux 116 sous l'effet des ressorts 126 et 127.

20 Le refroidissement du métal M le long de son parcours en amont du mécanisme 101 est tel que les fragments de métal M sont solidifiés lorsqu'ils atteignent ce mécanisme 101.

25 Lorsque les fragments de métal M se déplacent sur la plaque 16 de la seconde table longitudinale 5 et passent sous le rouleau 102 entraîné en rotation, les doigts du rouleau transversal 102 peuvent rencontrer les fragments, notamment les plus gros et/ou les amas de fragments, et provoquer, éventuellement encore, leur fragmentation par percussion ou poinçonnage.

30 Dans le cas de fragments trop gros ou d'amas de fragments trop épais, le rouleau transversal 102 peut avoir tendance à se soulever et se déplacer vers l'amont et/ou vers l'aval, par déplacement vers le haut et/ou basculement des balanciers d'extrémité 104, en comprimant des ressorts de rappel 126 et 127.

Dans le cas de fragments encore plus gros ou d'amas de fragments encore plus épais, le rouleau transversal 102 peut avoir tendance à encore se soulever. Dans ce cas, pour compenser les

contraintes supplémentaires agissant sur le rouleau transversal 102, c'est alors le berceau 106 qui peut se soulever en pivotant autour des pivots transversaux 109, en s'écartant des épaulements 125 et en comprimant les ressorts centraux 128.

5 Les ressorts 126 et 127 d'une part et les ressorts centraux 128 d'autre part sont dimensionnés et précontraints de telle sorte que l'accroissement des effets de fragmentation ci-dessus, résultant de la progressivité ci-dessus des relevages du rouleau transversal 102, est
10 établi grâce au fait que les ressorts 126 et 127 s'opposent au relevage du rouleau transversal 102 sur une première course et que les ressorts centraux 128 s'ajoutent aux ressorts 126 et 127 pour s'opposer un relevage supplémentaire du rouleau transversal 102 sur une seconde course prolongeant vers le haut la première course.

Selon une variante de réalisation, le mécanisme 101 à rouleau
15 transversal de fragmentation 102 pourrait être prévu à un autre endroit le long des tables longitudinales 4 et 5. Selon une autre variante de réalisation, plusieurs mécanismes 101 à rouleau transversal de fragmentation 102 espacés pourraient être prévus le long d'une ou des tables longitudinales 4 et 5.

20 Selon une variante de réalisation, le berceau 106 monté pivotant pourrait être remplacé par des moyens de coulissement vertical portant les balanciers 104 et soumis à des ressorts centraux équivalents aux ressorts centraux 128.

Selon une variante de réalisation illustrée sur la figure 9,
25 l'installation 1 comprend, entre la première table 4 et la dernière table 5 décrites précédemment, plusieurs tables vibrantes successives intermédiaires 42, qui comprennent respectivement une pluralité de plaques successives 43, en cuivre, déterminant des surfaces de réception du métal 44 et qui sont munies respectivement de moyens
30 d'entraînement en vibration qui peuvent être équivalents à ceux décrits précédemment.

Comme dans le cas des plaques des tables 4 et 5, les plaques successives 43 de chaque table intermédiaire 42 se chevauchent légèrement, les plaques amont présentant des bords transversaux aval

placés sur des bords transversaux amont des plaques aval, la face supérieure de chaque plaque étant sensiblement horizontale.

5 Les bords d'extrémité aval des plaques des tables intermédiaires 42 sont situées au-dessus et à distance des bords d'extrémité amont des plaques amont des tables qui les succèdent, de façon que chacune puisse vibrer de façon indépendante. Les chutes du métal M ainsi occasionnées peuvent être beaucoup plus faibles que la chute importante intervenant entre la première table 4 et la première des tables intermédiaires 43.

10 La chute importante du métal M prévue précédemment entre la table 4 et la table 5 se produit alors entre la première table 4 et la première de ces tables intermédiaires.

15 Comme illustré de façon accentuée sur la figure 9, la ou les premières plaques 6b, qui déterminent une zone amont, de la première table 4 sont inclinées vers l'aval, de telle sorte que, lorsque le métal M est déversé depuis la rampe 35, cette inclinaison produit un effet d'entraînement vers l'aval du métal M et évite que le métal stagne sur ces plaques, rendant ainsi le refroidissement plus efficace et protégeant les plaques contre des risques d'arrachement du métal des
20 plaques et leur perforation. Par exemple, cette inclinaison peut être comprise entre deux et dix degrés.

25 Selon une variante de réalisation, la plaque 16 située au-dessous du ou des mécanismes 101 pourrait être prévus sur une dernière table vibrante de réception indépendante des tables antérieures de réception.

Par ailleurs, le mécanisme 101 à rouleau transversal de fragmentation ainsi que les moyens de refroidissement produisant, sur la ou les tables de réception, une première zone de refroidissement utilisant une émulsion liquide-gaz de refroidissement et une seconde zone utilisant uniquement un liquide de refroidissement pourraient être
30 employés dans une installation de structure et de fonctionnement différents.

En outre, un ou plusieurs mécanismes 101 à rouleaux transversaux de fragmentation pourraient être prévus au-dessus de

tables antérieures, notamment sur au moins l'une des tables intermédiaires 42, en prévoyant de préférence des plaques en acier au-dessous de ces mécanismes.

5 La présente invention ne se limite pas à l'exemple décrit ci-dessus. Bien d'autres variantes de réalisation sont possibles sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour la transformation d'un métal à l'état liquide en un métal à l'état solide et fragmenté, sur au moins deux tables se succédant l'une l'autre, comprenant
- 5 déverser le métal à l'état liquide sur une partie amont inclinée vers l'aval d'une première surface de réception (7) d'une première table refroidie (4),
- faire vibrer la première table de façon que le métal se déplace vers une extrémité aval de la surface de réception de cette première table,
- 10 faire chuter le métal depuis l'extrémité aval de la première table sur une partie amont d'une deuxième surface de réception (17) d'une deuxième table refroidie (5),
- faire vibrer la seconde table de façon que le métal se déplace vers une extrémité aval de la surface de réception de cette deuxième table,
- 15 faire passer le métal au-dessous d'au moins un rouleau transversal rotatif de fragmentation (102) placé au-dessus d'une table aval située en aval de la première table (5),
- faire vibrer la dernière table de façon que le métal se déplace vers une extrémité aval de la surface de réception de cette table aval,
- 20 et
- évacuer le métal fragmenté et solidifié à l'extrémité aval de la surface de réception de cette table aval.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le métal est solidifié lorsqu'il atteint ledit rouleau de fragmentation (102).
- 25 3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, comprenant : faire circuler une émulsion d'un liquide et d'un gaz dans des canaux transversaux (24) d'une zone amont de refroidissement et faire circuler un liquide dans des canaux transversaux (32) d'une zone aval de refroidissement, ces zones de refroidissement se succédant dans le
- 30 sens longitudinal desdites tables de réception.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel ladite seconde table constitue ladite table aval (5).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant :

faire passer le métal sur la surface de réception d'au moins une table intermédiaire refroidie située entre ladite deuxième table et ladite table aval, en faisant chuter le métal d'une table à l'autre,

faire vibrer ladite table intermédiaire de façon que le métal se déplace vers une extrémité aval de la surface de réception de cette table intermédiaire.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le rouleau de fragmentation (102) est soumis, sur une première course, à des premiers ressorts (126, 127) et, sur une seconde course prolongeant la première course, à des seconds ressorts (128) s'ajoutant aux premiers ressorts.

7. Installation pour la transformation d'un métal à l'état liquide en un métal à l'état solide et fragmenté, comprenant :

- une première table vibrante (4) comprenant une première surface (6) de réception du métal présentant une extrémité amont et une extrémité aval d'évacuation, des moyens (24) pour refroidir la première table, des moyens (14) pour faire vibrer la première table de façon que le métal se déplace de l'amont vers l'aval,

- des moyens (35, 37) pour déverser le métal à l'état liquide sur une partie amont de la première surface de réception (7) de la première table (4),

- une deuxième table vibrante (5) comprenant une deuxième surface (17) de réception du métal présentant une extrémité amont et une extrémité aval d'évacuation, la partie amont (17a) de la surface de réception de la deuxième table (5) étant située au-dessous et à distance de l'extrémité aval (7b) de la première surface de réception (7) de la première table (4), de telle sorte que le métal chute de la première table (4) sur la deuxième table (5), des moyens (32) pour refroidir la seconde table (5), des moyens (23) pour faire vibrer la deuxième table (5) de façon que le métal se déplace de l'amont vers l'aval,

- une table aval vibrante (5) comprenant une surface (17) de réception du métal présentant une extrémité amont et une extrémité

aval d'évacuation et des moyens (23) pour faire vibrer la table aval (5) de façon que le métal se déplace de l'amont vers l'aval,

5 - au moins un rouleau rotatif de fragmentation (102) placé au-dessus de cette table aval et transversalement au déplacement du métal sur cette table.

8. Installation selon la revendication 7, dans laquelle ladite deuxième table constitue ladite table aval.

10 9. Installation selon la revendication 7, comprenant au moins une table intermédiaire située entre ladite deuxième table et ladite table aval, des moyens pour faire vibrer cette table intermédiaire et des moyens pour refroidir cette table intermédiaire.

15 10. Installation selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, dans lequel lesdites tables comprennent des plaques de réception qui sont choisies en cuivre, à l'exception d'au moins la partie de ladite table aval située au-dessous dudit rouleau de fragmentation qui comprend une plaque qui est choisie en acier.

11. Installation selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, dans laquelle les moyens pour faire vibrer lesdites tables sont communs.

20 12. Installation selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, dans laquelle les moyens pour faire vibrer lesdites tables sont séparés.

25 13. Installation selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, dans laquelle lesdites tables comprennent des plaques (6, 15, 16), les moyens de refroidissement présentant des canaux de circulation d'un fluide de refroidissement, aménagés à l'intérieur de ces plaques.

30 14. Installation selon l'une quelconque des revendications 7 à 13, dans laquelle lesdites tables comprennent, dans une zone amont de l'installation, au moins une plaque (6) présentant des canaux de circulation (24) munis d'injecteurs (27) d'une émulsion liquide-gaz de refroidissement et, dans une zone aval suivant ladite zone amont, au moins une plaque (15) présentant des canaux de circulation (32) d'un liquide de refroidissement.

15. Installation selon l'une quelconque des revendications 7 à 14, comprenant des moyens de suspension dudit rouleau de fragmentation incluant des ressorts de rappel.

5 16. Installation selon la revendication 15, dans laquelle lesdits moyens de suspension (103) comprennent des balanciers (104) sur lesquels les extrémités du rouleau de fragmentation (102) sont montées tournantes, des moyens mobiles (107) de support de ces balanciers, des
10 moyens de rappel (126, 127) du rouleau de fragmentation s'opposant aux déplacements des balanciers par rapport aux moyens mobiles de support et des moyens de rappel (128) s'opposant aux déplacements desdits supports mobiles (107).

17. Installation selon la revendication 16, dans laquelle les moyens de rappel (126, 127, 128) sont, à ladite position d'équilibre, précontraints.

15 18. Installation selon l'une quelconque des revendications 7 à 17, dans laquelle ledit rouleau de fragmentation (102) est placé au-dessus d'une partie aval de la table aval (5).

19. Installation selon l'une quelconque des revendications 7 à 18, dans laquelle le rouleau de fragmentation (102) est muni à sa
20 périphérie d'une pluralité de doigts en saillie (131, 133).

20. Installation selon l'une quelconque des revendications 7 à 19, dans laquelle au moins la partie amont de la surface de réception de la première table est inclinée vers l'aval.

21. Installation pour la transformation d'un métal à l'état
25 liquide en un métal à l'état solide et fragmenté, comprenant :

- une pluralité de tables vibrantes munies de plaques de réception se succédant d'amont en aval et présentant des surfaces de réception du métal,
- des moyens (35, 37) pour déverser le métal à l'état liquide sur
30 une partie amont de la table amont (4),
- des moyens (23) pour faire vibrer lesdites tables (5) de façon que le métal se déplace de l'amont vers l'aval,

- au moins un rouleau rotatif de fragmentation (102) placé au-dessus de la table aval (5) et transversalement au déplacement du métal sur cette table,

5 lesdites plaques de réception étant choisies en cuivre et étant munies de moyens de refroidissement, à l'exception de la plaque de réception située au-dessous dudit rouleau rotatif de fragmentation qui est choisie en un acier.

10 22. Installation selon la revendication 21, dans laquelle au moins deux plaques de réception successives sont fortement décalées dans le sens vertical de façon que le métal chute de l'une sur l'autre.

23. Installation selon l'une des revendications 21 et 22, comprenant une zone amont dans laquelle au moins une plaque (6) présente des canaux de circulation (24) munis d'injecteurs (27) d'une émulsion liquide-gaz de refroidissement et une zone aval suivant ladite zone amont dans laquelle au moins une plaque (15) présente des canaux de circulation (32) d'un liquide de refroidissement.

24. Installation selon l'une quelconque des revendications 21 à 23, comprenant des moyens de suspension dudit rouleau de fragmentation incluant des ressorts de rappel.

20 25. Installation selon l'une quelconque des revendications 21 à 24, dans laquelle au moins la partie amont de la surface de réception de la première table ou table amont est inclinée vers l'aval.

26. Installation pour la transformation d'un métal à l'état liquide en un métal à l'état solide et fragmenté, comprenant :

25 une table (5) présentant une surface (17) de réception du métal sur laquelle le métal se déplace de l'amont vers l'aval;

au moins un rouleau rotatif de fragmentation (102) placé au-dessus de ladite table de réception et transversalement au déplacement du métal sur ladite plaque de réception

30 et des moyens de suspension (103) dudit rouleau de fragmentation (102) comprenant des balanciers sur lesquels les extrémités du rouleau de fragmentation (102) sont montées tournantes, des supports mobiles (107) de ces balanciers, des moyens de rappel (126, 127) du rouleau de fragmentation (102) s'opposant aux

déplacements des balanciers par rapport aux supports mobiles (107) et des moyens de rappel (128) s'opposant aux déplacements desdits supports mobiles.

5 27. Installation pour la transformation d'un métal à l'état liquide en un métal à l'état solide et fragmenté, comprenant une table de réception sur laquelle le métal se déplace de l'amont vers l'aval, cette table de réception comprenant, dans une zone amont, au moins une plaque (6) présentant des canaux de circulation (24) d'une émulsion liquide-gaz de refroidissement et, dans une zone aval
10 succédant à la zone amont, des plaques (15) présentant des canaux de circulation (32) d'un liquide de refroidissement.

28. Installation pour la transformation d'un métal à l'état liquide en un métal à l'état solide et fragmenté, comprenant :

15 - une table vibrante présentant une surface de réception du métal,
- des moyens (35, 37) pour déverser le métal à l'état liquide sur une partie amont de la table (4),
- des moyens (23) pour faire vibrer ladite table (4) de façon que le métal se déplace de l'amont vers l'aval,
20 dans laquelle au moins la partie amont (6b) de la surface de réception de la table amont (4) est inclinée vers l'aval.

29. Installation selon la revendication 28, dans laquelle l'inclinaison de la partie amont de la surface de réception de la première table est comprise entre deux et 10 degrés.

25

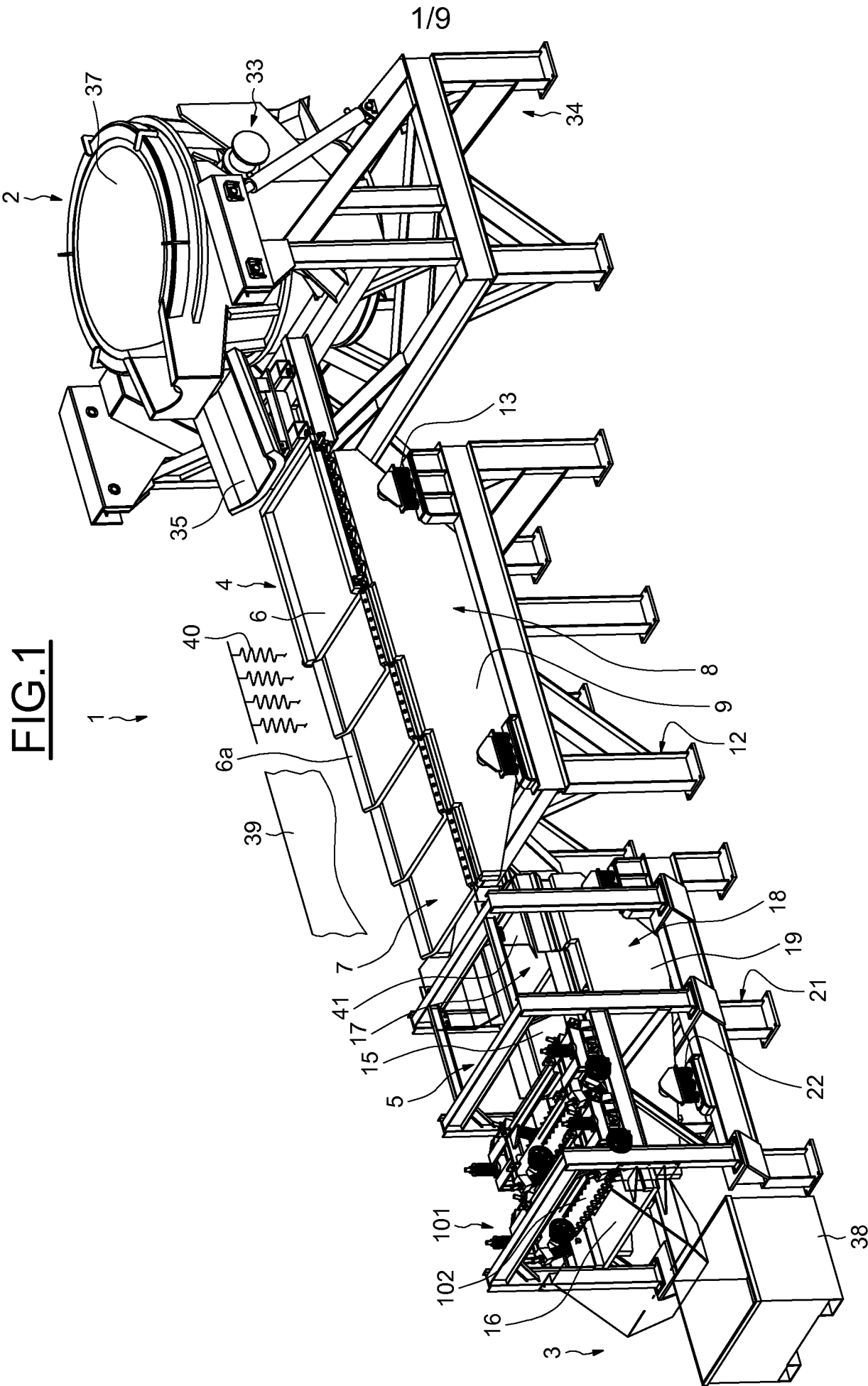


FIG.2

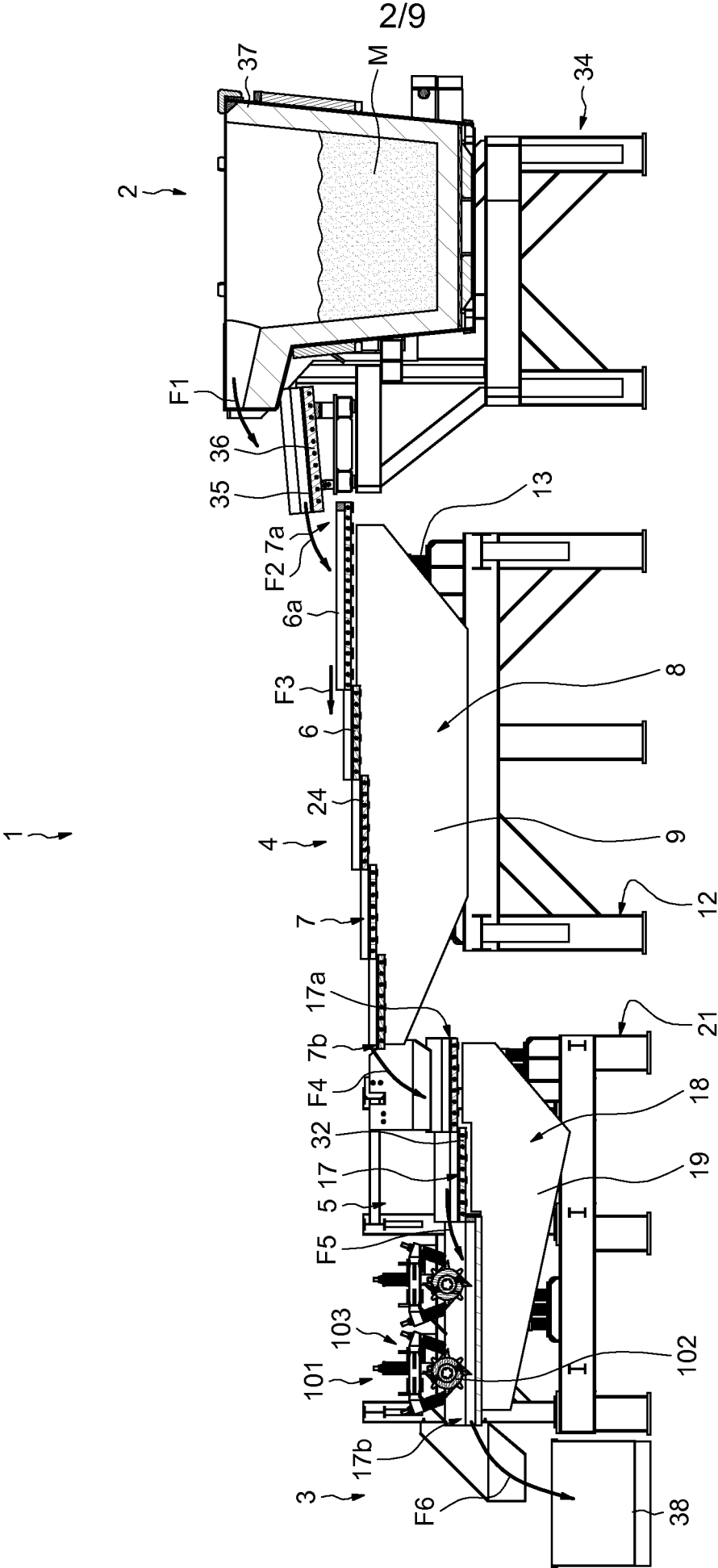


FIG. 3

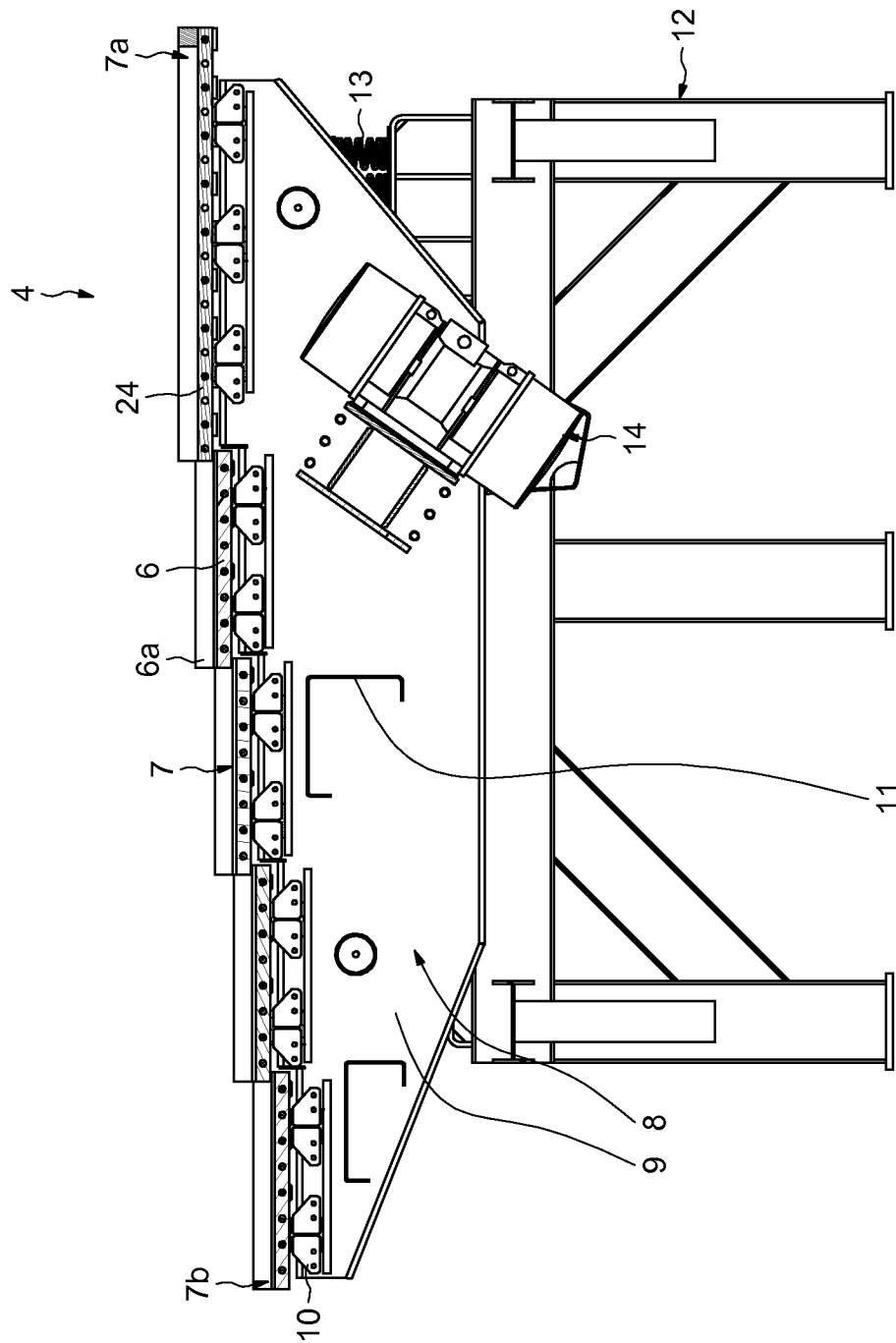


FIG.4

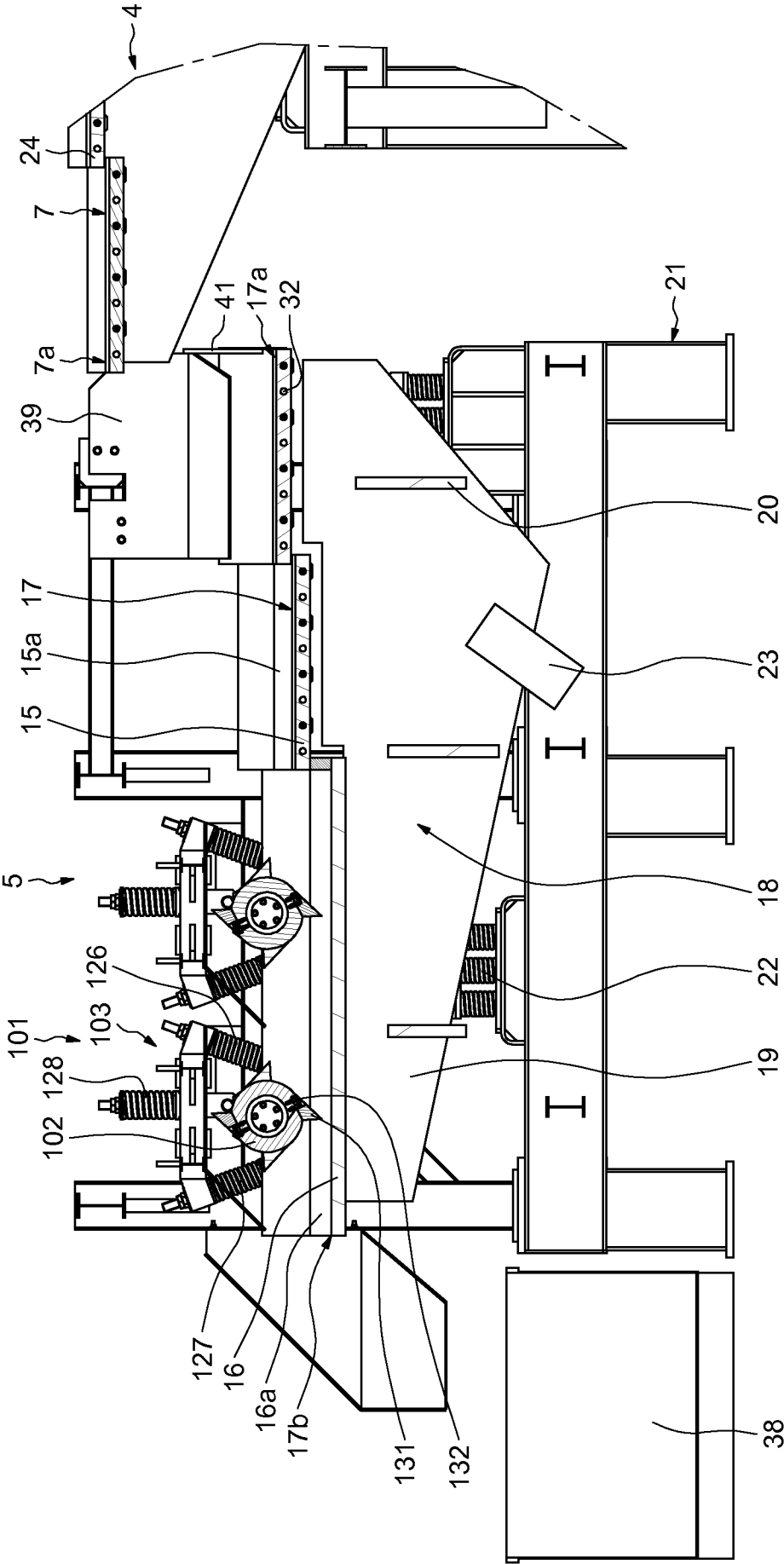


FIG.5

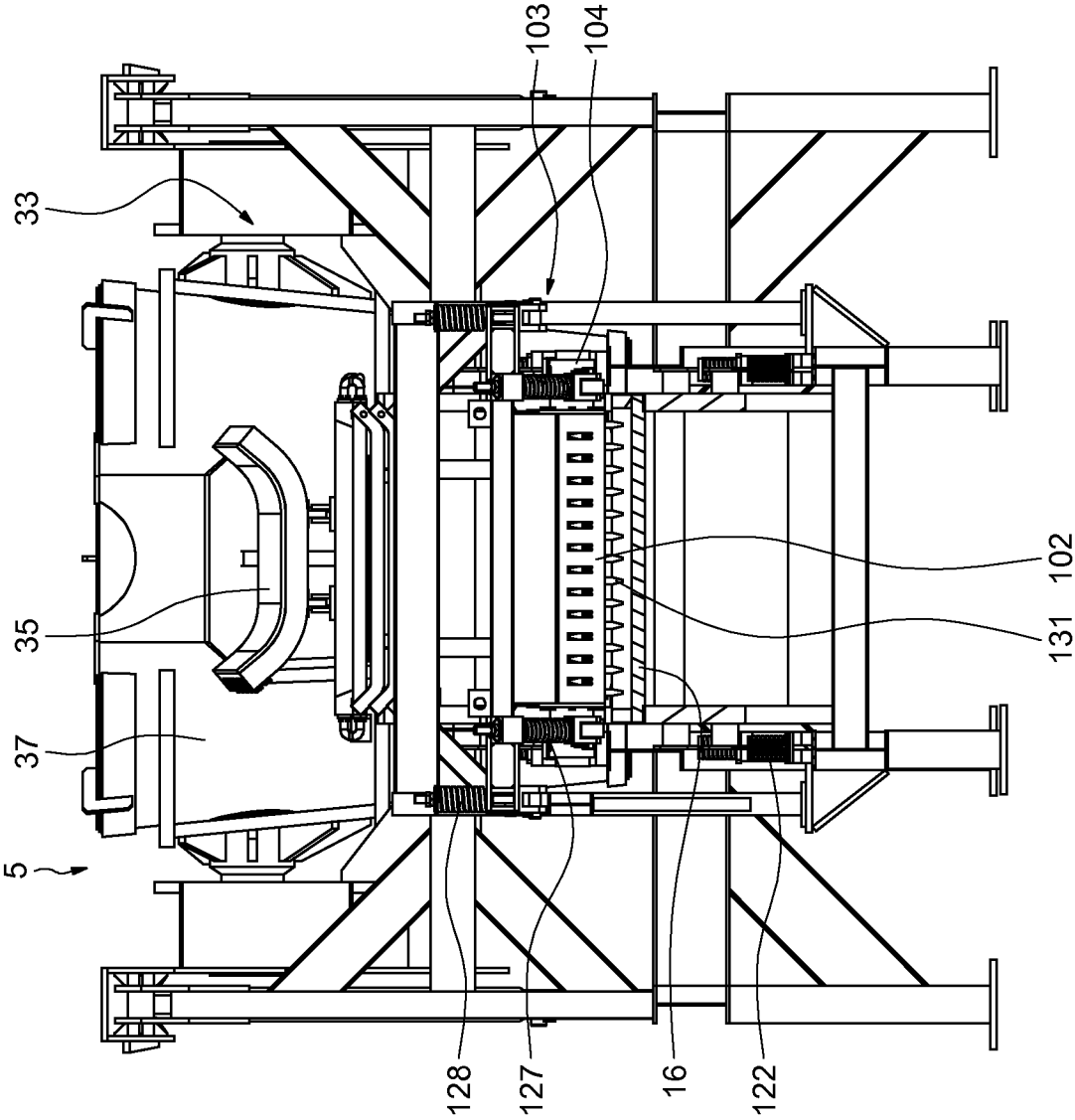


FIG.6

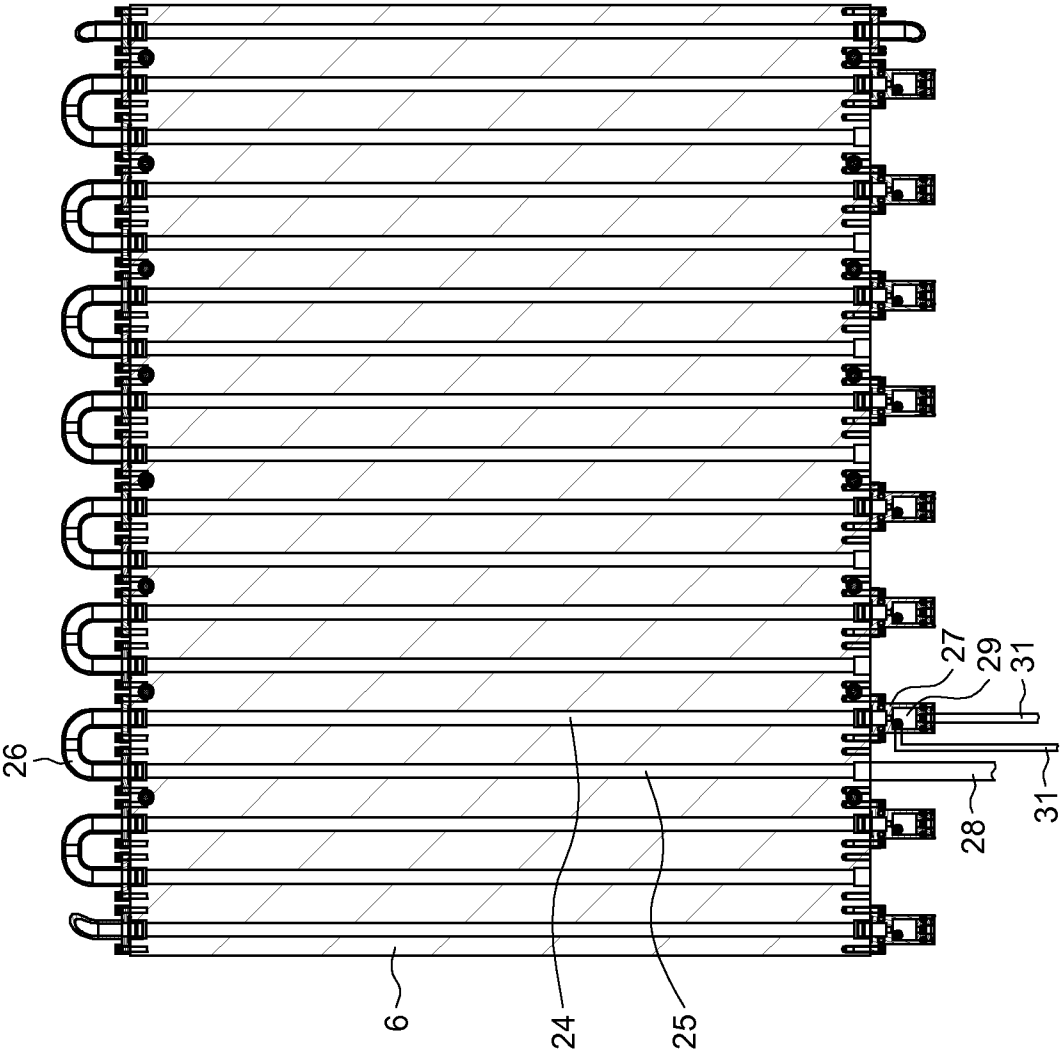


FIG.7

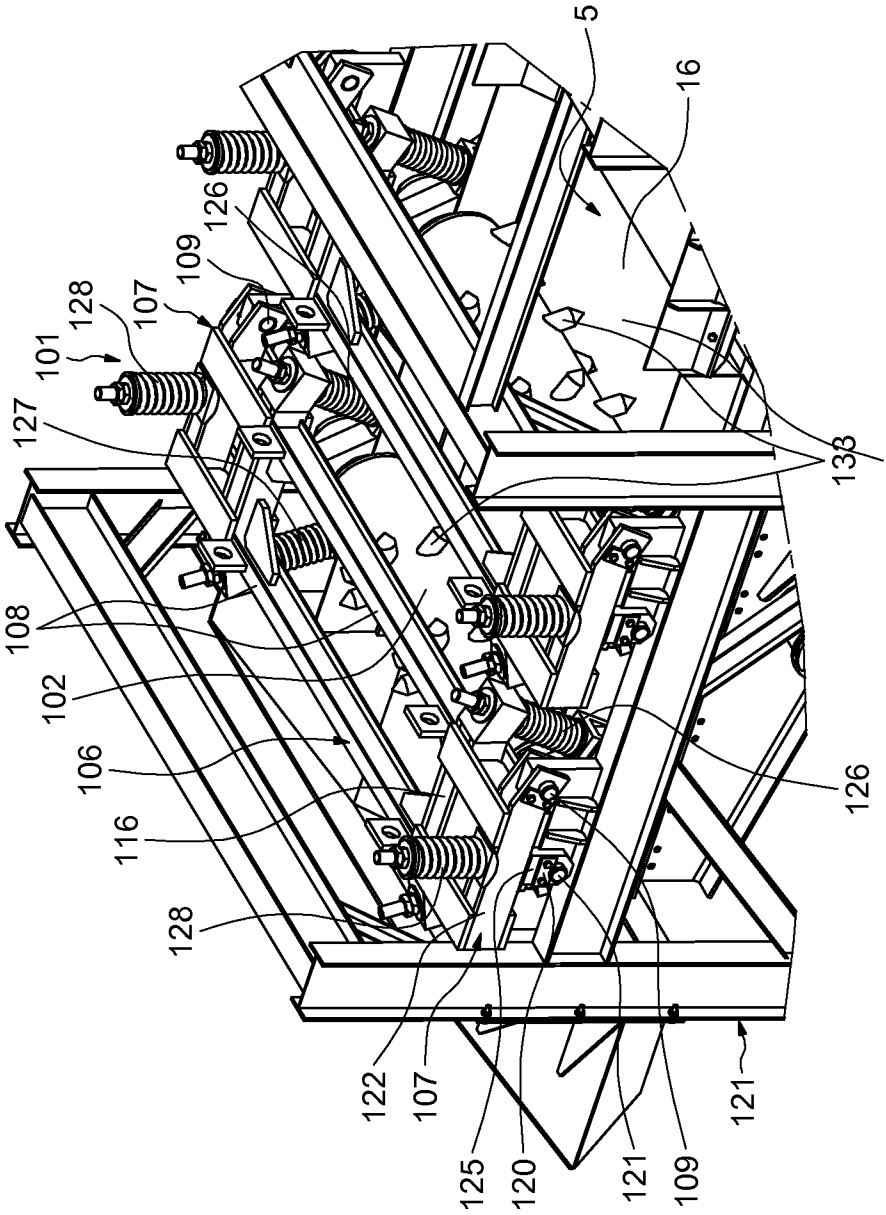


FIG.8

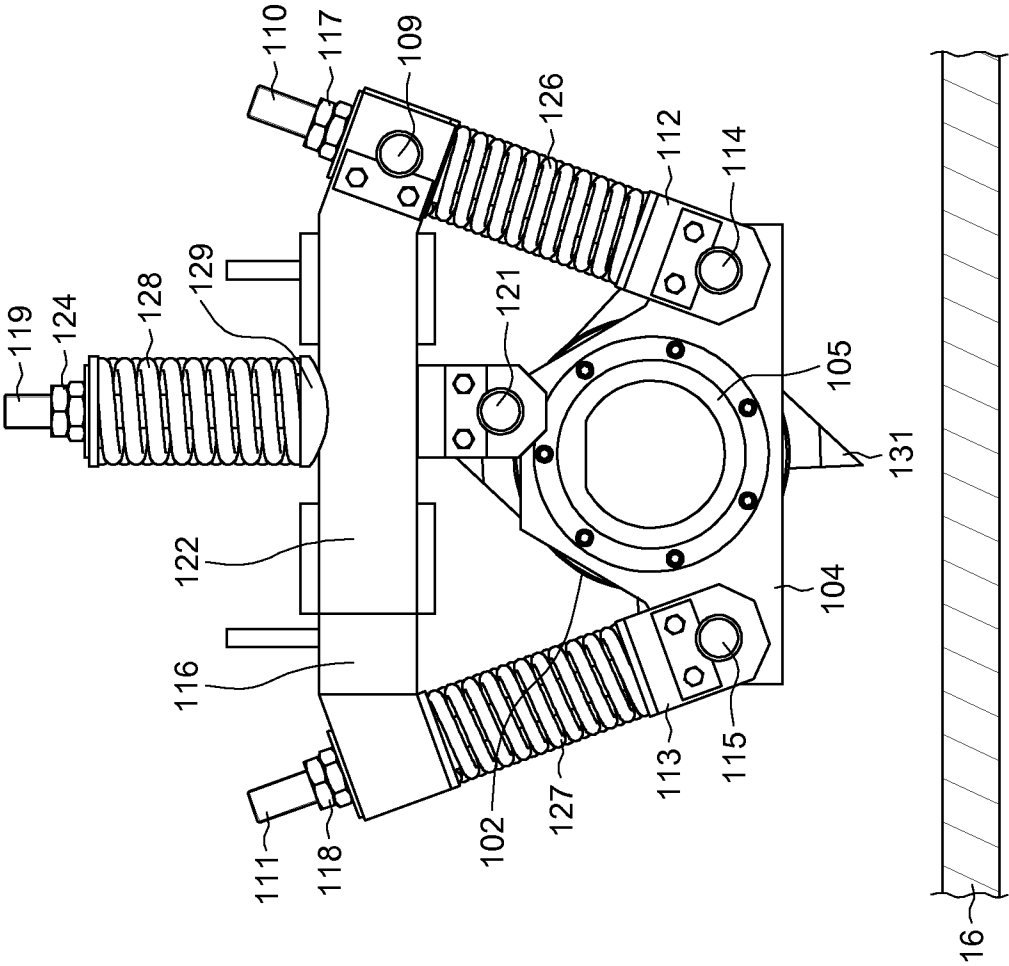


FIG.9

