

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

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

2 583 662

(21) N° d'enregistrement national :

85 09661

(51) Int Cl⁴ : B 22 D 11/04.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 25 juin 1985.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 52 du 26 décembre 1986.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : CLECIM. — FR.

(72) Inventeur(s) : Pierre Gay et Robert Vatat.

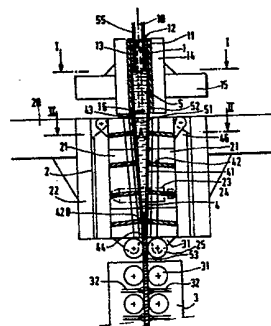
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Harlé et Phélip.

(54) Procédé et machine de coulée continue d'un produit métallique mince.

(57) L'invention a pour objet un procédé et une machine de
coulée en continu de produits métalliques minces notamment
en acier.

Selon l'invention, on donne à l'espace interne 13 de coulée
de la lingotière 1 une section transversale en forme sensiblement
de fuseau ménageant une partie centrale 17 de large
épaisseur L permettant l'introduction du jet de métal fondu
dans des conditions normales, et ayant sur ses côtés 18 une
épaisseur mince 1 correspondant à celle du produit à former
53 et, dans une première partie 2 du dispositif de refroidisse-
ment, placé à la sortie de la lingotière 1, on aplatit progressi-
vement la partie centrale 17 du produit de façon à lui donner
une épaisseur 1 égale à celle des côtés, le périmètre du
produit coulé restant constant.



FR 2 583 662 - A1

L'invention a pour objet un procédé et une machine pour la coulée en continu de produits minces métalliques sous forme de bandes, notamment en acier.

Depuis assez longtemps maintenant, on a mis au point
5 des procédés permettant de couler en continu des produits métalliques. On peut faire appel à différentes techniques, mais, pour la coulée en continu de l'acier, qui est particulièrement difficile, le procédé utilisé normalement consiste à couler l'acier dans une lingotière sans fond comportant
10 des parois refroidies limitant un espace tubulaire interne dans lequel se forme le produit, ce dernier étant constitué d'un coeur liquide entouré par une croûte superficielle solidifiée. Ce produit est évacué en continu par un orifice placé à la sortie de la lingotière, celle-ci ayant généralement
15 un axe vertical, et le produit passe ensuite dans un dispositif de refroidissement secondaire dans lequel s'achève la solidification du produit et qui comporte donc des moyens de maintien et des moyens de refroidissement des faces solidifiées du produit, l'ensemble étant placé
20 à l'intérieur d'un châssis qui forme une sorte de corset tubulaire entourant le produit jusqu'à l'achèvement de la solidification. Pour réduire la hauteur des installations de coulée, on a pris l'habitude d'incurver le corset de refroidissement de façon à ramener à l'horizontale le produit coulé verticalement, la lingotière pouvant également
25 avoir une forme courbe permettant de donner au produit, dès la coulée, la courbure voulue.

La nature et la disposition des moyens de maintien des faces du produit dépendent de l'épaisseur de la croûte solidifiée et c'est pourquoi la partie du corset de refroidissement et de guidage placée immédiatement à la sortie
30 de la lingotière est souvent constituée d'un élément séparé dans lequel sont montés des moyens de support particuliers, par exemple des plaques, des rouleaux de faible diamètre ou d'autres dispositifs connus. Cependant, on a également
35 pris l'habitude de réaliser la suite du corset de guidage et de refroidissement sous forme d'éléments segments placés

les uns à la suite des autres, et comprenant un nombre réduit de paires de rouleaux, de façon à faciliter leur remplacement en cas, par exemple, d'usure ou de percée de métal à certains endroits de la ligne de coulée.

5 Bien entendu, d'autres perfectionnements ont porté sur la lingotière, notamment son mode d'alimentation en métal liquide, la régulation du niveau de métal, etc. D'une façon générale, le métal apporté à l'état fondu dans une poche de coulée est déversé dans un récipient intermédiaire
10 qui permet d'assurer la continuité de la coulée pendant le remplacement de la poche et qui est lui-même muni d'un trou de coulée dont le débit est réglé de façon classique par une busette et par lequel le métal est déversé à l'intérieur de la lingotière. Généralement, pour éviter l'oxyda-
15 tion du métal, la busette est prolongée par un tube de coulée qui pénètre à l'intérieur de la lingotière et plonge dans le bain d'acier liquide.

Bien entendu, de nombreux perfectionnements peuvent être apportés à l'installation ainsi décrite de façon sché-
20 matique, le procédé étant maintenant bien au point pour la coulée en continu de produits de dimensions variées, et en particulier de barres appelées souvent "billettes" ou de plaques appelées "brames". Dans ce cas, l'espace tubulaire interne de la lingotière a une forme rectangulaire
25 et est limité par deux parois longitudinales correspondant aux grands côtés et deux parois latérales correspondant aux petits côtés. Il en est de même des différents éléments du dispositif de refroidissement secondaire. Cependant, pour que la coulée s'effectue dans de bonnes conditions,
30 il faut que la brame ait une épaisseur minimale de l'ordre, par exemple, de 150 mm. En effet, si la croûte solidifiée formée à l'intérieur de la lingotière doit avoir une épaisseur suffisante pour éviter les percées à la sortie de la lingotière, il faut cependant garder à l'intérieur de
35 celle-ci un coeur liquide pour que le produit puisse être extrait par l'orifice de sortie de la lingotière sans risque de blocage. D'autre part, il faut également que la lingotière ait une largeur suffisante pour permettre l'introduc-

tion du tube de coulée prolongeant la busette.

La coulée de produits relativement épais a cependant pour inconvénient de nécessiter le laminage des brames produites en un nombre de passes qui peut être très élevé
5 lorsque l'on désire réaliser des produits de faible épaisseur, par exemple inférieure à 50 mm. C'est pourquoi, depuis longtemps, on cherche un moyen de réaliser en continu la coulée de produits minces ayant directement l'épaisseur
10 désirée de façon à diminuer autant que possible le nombre de passes de laminage et même, éventuellement, à l'éviter complètement. Les différents procédés proposés jusqu'à présent pour la coulée en continu de bandes minces reposent
15 sur des techniques nouvelles, par exemple des systèmes à roues ou à bandes refroidies et n'ont pas encore débouché sur une utilisation industrielle. L'invention a pour objet, en revanche, un procédé et une machine utilisant autant
20 que possible des techniques ayant fait leurs preuves du point de vue industriel pour la coulée continue de l'acier mais permettant cependant d'obtenir directement un produit mince ne nécessitant pas de laminage ultérieur ou, en tout cas, seulement un laminage réduit.

La machine pour la mise en oeuvre de l'invention comprend donc, de façon classique, une lingotière sans fond comportant deux parois longitudinales et deux parois
25 latérales refroidies limitant un espace tubulaire interne de formation d'un produit en forme de bandes évacué en continu par un orifice de sortie de la lingotière et un dispositif de refroidissement secondaire comportant des moyens de maintien avec refroidissement au moins des faces
30 longitudinales du produit jusqu'à solidification complète.

Conformément à l'invention, on donne à l'espace interne de coulée de la lingotière, une section transversale en forme sensiblement de fuseau, ménageant une partie
centrale de large épaisseur permettant l'introduction du
35 jet de métal fondu dans des conditions normales et ayant sur ses côtés une épaisseur mince correspondant à celle du produit final et, dans la première partie du dispositif de refroidissement placé à la sortie de la lingotière,

on déforme progressivement la partie centrale du produit de façon à lui donner une épaisseur uniforme égale à celle des côtés.

5 La machine pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention est caractérisée par le fait que les deux parois longitudinales de la lingotière ont une forme incurvée susceptible de ménager un espace interne de coulée ayant une large épaisseur dans sa partie centrale et se rétrécissant vers les deux côtés, dans le sens transversal à l'axe, 10 pour atteindre une mince épaisseur sur les parois latérales et le dispositif de refroidissement secondaire comprend une cage de réduction d'épaisseur placée immédiatement à la sortie de la lingotière et munie de moyens de maintien des faces longitudinales du produit limitant un espace 15 interne de passage ayant sur les côtés une épaisseur constante égale à celle des côtés de la lingotière et, dans sa partie centrale, une épaisseur diminuant progressivement, dans le sens de coulée, entre un orifice d'entrée de section transversale identique à celle de l'orifice de sortie de 20 la lingotière et un orifice de sortie de section rectangulaire correspondant à celle du produit à former.

Par ailleurs dans la cage de réduction d'épaisseur, le produit est laissé libre de s'élargir vers les côtés en fonction de l'aplatissement du produit dont le périmètre, 25 en section transversale à l'axe, reste conservé.

Selon une autre caractéristique essentielle, la partie centrale de la lingotière a une épaisseur de largeur suffisante pour permettre la coulée du métal dans des conditions normales à partir d'un récipient de coulée et les 30 parois latérales de l'espace interne de la lingotière et de la cage de réduction d'épaisseur ont une largeur sensiblement égale à l'épaisseur de la bande mince à former.

Dans un premier mode de réalisation, la cage de réduction d'épaisseur est limitée par deux parois longitudinales formant des grilles de maintien du produit comprenant des barres longitudinales et transversales placées 35 dans des plans respectivement parallèles et perpendiculaires

à l'axe de coulée ; les barres longitudinales en vis-à-vis forment deux à deux, dans la partie centrale, un V ouvert vers le haut qui se referme progressivement lorsqu'on se rapproche des côtés, jusqu'aux barres longitudinales extrêmes qui sont parallèles et écartées d'une distance sensiblement égale à l'épaisseur du produit formé ; de plus, les barres transversales d'une même grille forment à l'entrée de la cage un angle obtus qui s'ouvre en allant dans le sens de coulée jusqu'à devenir un angle plat à la sortie de la cage.

Dans un mode de réalisation plus perfectionné, la cage de réduction d'épaisseur est limitée par deux parois longitudinales constituées chacune d'une pluralité de caissons s'ouvrant du côté de l'espace interne et dans lesquels est injecté un fluide sous une pression susceptible d'équilibrer la pression ferrostatique à la hauteur du caisson, avec un débit de fuite maintenant le produit décollé des bords du caisson. Les caissons d'injection de fluide sont répartis de façon à créer un film fluide continu entre le produit et son support pour éviter leur friction. De préférence, les bords des caissons sont alignés suivant deux directions perpendiculaires et forment sur chaque paroi une grille de maintien du produit.

Dans un autre mode de réalisation, les moyens de maintien du produit dans la cage de réduction d'épaisseur sont constitués, sur chaque face, d'une pluralité de rouleaux dont l'écartement et le diamètre sont déterminés en fonction de l'épaisseur de la croûte solidifiée à cet endroit et de l'effort de déformation du produit.

Ces rouleaux peuvent avoir un profil sensiblement cylindrique et être disposés par paires suivant des plans successifs perpendiculaires à l'axe de coulée, les deux axes de chaque paire formant à l'entrée de la cage un angle obtus qui s'ouvre progressivement en avançant dans le sens de coulée de telle sorte que les axes de la paire de rouleaux placée à la sortie de la cage soient alignés. Mais les rouleaux peuvent aussi avoir un profil biconique avec des axes orthogonaux à l'axe de coulée et placés à égale distance de ce dernier. Les rouleaux sont alors constitués chacun de

deux parties tronconiques opposées par leurs petites bases, les grandes bases ayant des diamètres égaux et les petites bases ayant, dans le plan médian, un diamètre minimal à l'entrée de la cage qui augmente progressivement, dans
5 le sens de coulée, pour atteindre le diamètre des grandes bases à la sortie de la cage.

Mais l'invention sera mieux comprise par la description suivante de plusieurs modes de réalisation donnés à titre d'exemple en référence aux dessins annexés sur
10 lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement, en coupe transversale par un plan passant par l'axe, la partie supérieure d'une installation de coulée continue selon l'invention ;
- 15 - la figure 2 est une coupe transversale à l'axe selon I-I de la figure 1 d'un premier mode de réalisation de la lingotière ;
- la figure 3 est une coupe transversale suivant la ligne II-II de la cage de réduction d'épaisseur représentée schématiquement sur la figure 1 ;
- 20 - la figure 4 est une coupe transversale à l'axe d'un second mode de réalisation de la lingotière ;
- la figure 5 est une coupe axiale d'un second mode de réalisation de la cage de réduction d'épaisseur ;
- 25 - la figure 6 est une coupe transversale selon la ligne III-III de la figure 5 indiquant, de part et d'autre de l'axe, deux variantes de réalisation.
- la figure 7 est une coupe axiale de la cage de réduction d'épaisseur dans un mode de réalisation à rouleaux, indiquant deux variantes de part et d'autre de l'axe
30 ;
- la figure 8 est une coupe transversale selon la ligne IV-IV de la figure 7 des deux variantes de réalisation
- la figure 9 représente, en coupe axiale, un autre
35 mode de réalisation de la cage de réduction d'épaisseur.
- la figure 10 est une vue de détail représentant un quart de la cage de réduction d'épaisseur en coupe transversale selon la ligne V-V de la figure 9.

Sur la figure 1, on a représenté schématiquement

la partie supérieure d'une installation de coulée continue représentée en coupe par un plan médian perpendiculaire aux parois longitudinales ^{et} /passant par l'axe de coulée 10.

L'installation comprend, comme on l'a indiqué plus haut, une lingotière 1 constituant un moule sans fond débouchant dans un dispositif de refroidissement secondaire comprenant, de façon classique, une première cage 2 placée immédiatement à la sortie de la lingotière 1 et un corset de refroidissement et de guidage 3 dans lequel s'achève la solidification.

La lingotière 1 est constituée, de façon habituelle, de deux parois longitudinales 11 et de deux parois transversales ou latérales 12 limitant un espace tubulaire interne 13 et montées à l'intérieur d'un châssis 14, lui-même fixé sur une table 15 qui est reliée à un plancher de coulée 20 par des moyens de guidage et d'oscillation, non représentés bien connus dans la technique et qui permettent d'animer la lingotière de mouvements d'oscillation le long de l'axe de coulée 10.

Comme on le voit sur les coupes transversales, par exemple sur les figures 2 et 4, les deux parois longitudinales 11 sont incurvées de façon à limiter un espace tubulaire interne 13 en forme de fuseau comprenant une partie centrale élargie 17 se rétrécissant progressivement, dans le sens transversal à l'axe, vers deux côtés 18 en forme de pointe. De ce fait, les deux parois latérales 12 intercalées, de façon classique, entre les deux parois longitudinales 11, ont une faible largeur (1), cette dernière étant égale à l'épaisseur de la bande à former.

Le produit sortant de la lingotière par l'orifice inférieur 16 a donc la partie centrale plus épaisse que les bords.

A la sortie de la lingotière, le produit passe immédiatement dans la première partie 2 du dispositif de refroidissement secondaire, ce dernier étant, de façon classique, constituée d'une cage munie de moyens de maintien des faces longitudinales du produit adaptées à la faible épaisseur de la croûte solidifiée à cet endroit.

Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 1, les moyens de maintien des deux faces longitudinales

du produit sont constitués par deux parois 4 en forme de grille comprenant des barres longitudinales 41 placées dans des plans parallèles au plan médian et des barres transversales 42 orthogonales à l'axe 10.

5 Selon une caractéristique essentielle de l'invention, les barres longitudinales 41 placées en vis-à-vis dans un même plan vertical forment deux, à deux dans la partie centrale, un V ouvert vers le haut d'un angle A qui se referme progressivement lorsque l'on se rapproche des
10 côtés de telle sorte que les barres longitudinales extrêmes 410 soient parallèles et écartées d'une distance l correspondant à l'épaisseur de la bande sortant de la lingotière. De façon correspondante, les barres transversales 42 dont la forme est adaptée à celle du produit formant à l'entrée
15 43 de la cage de maintien 2, une courbe ouverte d'un angle obtus B et dont le rayon de courbure augmente progressivement lorsqu'on descend dans le sens de coulée, les barres inférieures 420 placées à la sortie de la cage étant pratiquement rectilignes.

20 De la sorte, les deux parois longitudinales 4 limitent un espace interne 40 de passage du produit ayant sur les côtés 48 une épaisseur constante (1) égale à celle des côtés de la lingotière et, dans sa partie centrale
47, une épaisseur qui diminue progressivement, dans le
25 sens de coulée, entre l'orifice d'entrée 43 de la cage de maintien 2, de section identique à celle de l'orifice de sortie 16 de la lingotière et un orifice de sortie 44 placé à la partie inférieure de la cage 2 et ayant une section rectangulaire correspondant à celle de la bande
30 mince à former.

 De la sorte, le produit 5 formé à l'intérieur de la lingotière et qui, comme on l'a indiqué, a la forme de celle-ci, c'est-à-dire une partie épaisse se rétrécissant progressivement vers le côtés dans le sens horizontal,
35 pénètre dans la partie supérieure de la cage de maintien 2 dont les parois longitudinales déterminent une réduction d'épaisseur de la partie centrale au fur et à mesure de la progression du produit dans le sens de coulée. Cette réduction d'épaisseur est possible du fait que le produit

coulé est constitué, à la sortie de la lingotière, d'un noyau liquide 51 entouré par une croûte solidifiée 52 et par conséquent déformable.

5 Toutefois, il est préférable, pour ne pas créer des contraintes susceptibles d'entraîner des défauts dans la peau, que le périmètre du produit en section transversale soit conservé au cours de sa descente et de son aplatissement. De ce fait, comme on l'a indiqué sur la figure 3, la cage de maintien 2 ne comportera que des parois longitudinales 4 de façon à laisser le produit s'élargir légèrement
10 sur les côtés. Du fait de la faible épaisseur du produit sur ses côtés, cette absence de paroi de maintien des faces latérales n'a pas d'inconvénient, la croûte solidifiée étant suffisamment épaisse dès la sortie de la lingotière.

15 L'ouverture A du V formé par les parois longitudinales de maintien 4 dans leur partie centrale ainsi que la longueur de la cage de maintien 2 sont déterminées en fonction l'une de l'autre et en tenant compte de l'effet de refroidissement et par conséquent d'épaississement de
20 la croûte solidifiée produit dans la cage de maintien 2 de façon que le noyau liquide 51 s'étende au moins jusqu'à l'orifice de sortie 44 ce qui permet d'éviter le blocage du produit par effet de coin.

25 A la sortie de la cage de maintien 2, le produit est entièrement solidifié lorsqu'il traverse la partie inférieure 3 du dispositif de refroidissement secondaire. Celle-ci peut être constituée, de façon tout à fait classique, d'une série de rouleaux 31 associés, en cas de besoin, à des buses 32 d'aspersion d'un fluide de refroidissement. Toutes les dispositions bien classiques peuvent
30 d'ailleurs être utilisées dans cette partie et il faut noter que la mince épaisseur du produit formé 53 permet de le diriger à l'horizontale plus rapidement que dans les installations de coulée de brames relativement épaisses.

35 La deuxième partie 3 du dispositif de refroidissement secondaire pourra donc être raccourcie et même, dans certains cas, supprimée et, même s'il faut allonger la première cage 2, la hauteur totale de l'installation devrait,

finalement, être diminuée.

Dans l'exemple représenté sur la figure 2, le produit a, en section transversale, la forme d'un fuseau comprenant une partie centrale bombée et des côtés concaves formant
5 deux pointes effilées, ce qui favorise l'aplatissement de la partie centrale, mais d'autres formes peuvent également être envisagées. Par exemple, on pourrait donner à la section transversale du produit sensiblement la forme d'un losange, les parois longitudinales 11 de la lingotière
10 comprenant alors deux faces planes formant un angle obtus B et reliées au sommet par une partie courbe. Bien entendu, si le produit a la forme en fuseau représentée sur la figure 2, le profil des barres horizontales 42 de la grille de maintien 4 devra être adapté à cette forme.

15 D'autres formes du produit peuvent également être envisagées. Par exemple, sur la figure 4, les faces internes des parois longitudinales 11 de la lingotière ont la forme de portions de cylindres d'axes parallèles à l'axe 50. Il en résulte un produit ayant, en section transversale,
20 la forme d'une lentille biconvexe.

D'une façon générale, comme on l'a indiqué sur les figures 2 et 4, la largeur (L) de la partie centrale de l'espace interne 13 est déterminée de façon à permettre l'introduction dans la lingotière du tube de coulée 55
25 prolongeant la busette du récipient intermédiaire. De la sorte, il est possible de réaliser la coulée d'une façon tout à fait classique avec, notamment, une régulation du débit d'acier liquide et du niveau de ce dernier à l'intérieur de la lingotière.

30 Selon un autre perfectionnement représenté sur la figure 1, les grilles constituant les parois longitudinales de la lingotière sont montées chacune sur un châssis de support 21 muni à sa partie supérieure d'oreilles de suspension 46 articulées autour d'axes horizontaux sur
35 un cadre fixe 22 ou directement sur le plancher de coulée 20. En outre, deux vérins identiques 23 placés de part et d'autre de la cage et alimentés et/ou commandés simultanément sont articulés à

leurs deux extrémités, respectivement sur les deux châssis 21 de support des grilles. De la sorte, en alimentant simultanément, dans un sens ou dans l'autre, les vérins à double effet 23, il est possible de commander l'ouverture ou le resserrement des grilles. Il est ainsi possible d'ouvrir rapidement la cage de maintien 2 par exemple pour dégager le produit en cas de percée ou d'un blocage pour une raison quelconque.

Les deux châssis 21 de support des grilles 4 peuvent être articulés l'un sur l'autre ou bien, comme on l'a représenté sur la figure, être munis à leur partie inférieure de galets 25 qui s'appuient directement sur la bande 53 à la sortie de la cage de maintien 2.

D'autres techniques de supportage des faces longitudinales du produit peuvent être employées, et notamment les techniques déjà éprouvées ou connues dans la coulée continue de brames.

Par exemple, sur les figures 5 et 6, les parois 4 de maintien des faces longitudinales du produit sont constituées chacune d'une pluralité de caissons 6 fermés vers l'extérieur par un fond 61 et sur les côtés par des bords 62 limitant du côté du produit, des orifices de large ouverture 63. Chaque caisson 6 est relié par un conduit 64 à un circuit non représenté d'alimentation en fluide sous pression. Cette pression est déterminée en fonction de l'emplacement du caisson, c'est-à-dire de la hauteur d'acier liquide à cet endroit et de la forme de la paroi solidifiée de façon à équilibrer la pression ferrostatique à cet endroit, avec un débit de fuite le long des bords 62 qui, de la sorte, sont légèrement décollés des faces longitudinales du produit.

Comme on l'a représenté sur la figure 5, les caissons 6 seront disposés suivant des étages successifs 65, dont la hauteur sera déterminée d'une part pour ne pas multiplier excessivement le nombre d'étages et d'autre part pour que la pression ferrostatique sur la hauteur du caisson

soit relativement constante.

Comme on l'a représenté sur la partie gauche de la figure 6, chaque étage 65 pourra comporter un seul caisson s'étendant sur toute la largeur du produit et alimenté, de préférence, par plusieurs buses 66 d'injection de fluide reliées à un canal d'alimentation unique 64.

Cependant, comme on l'a représenté sur la partie droite de la figure 6, on pourrait aussi répartir dans un même étage, sur toute la largeur du produit, un certain nombre de caissons 60 reliés séparément à une conduite unique 65 d'alimentation en fluide sous pression.

Généralement, les bords 62 des caissons seront alignés suivant des directions longitudinales et transversales de façon à constituer une grille de supportage du produit.

Dans les modes de réalisation représentés sur les figures 7 et 8, les moyens de maintien des faces longitudinales du produit sont constitués par des rouleaux 7 d'axes horizontaux ou, en tout cas, orthogonaux à l'axe 10 de coulée et dont les entraxes et les diamètres sont déterminés en fonction de l'épaisseur de la croûte solidifiée à la hauteur correspondante pour assurer le maintien de cette dernière sans risque de percée.

Les génératrices des rouleaux, au contact des faces longitudinales du produit, forment donc ensemble deux parois de maintien qui limitent un espace interne de passage du produit. Les figures 7 et 8, donnent, à titre d'exemples, deux modes différents de réalisation.

Le dispositif représenté sur les parties droites des figures 7 et 8 est constitué de rouleaux sensiblement cylindriques 71 couvrant chacun la moitié de la largeur du produit et disposés par paires dans des plans horizontaux perpendiculaires à l'axe 10 du produit. Les axes 70 des rouleaux placés à l'entrée de la cage 2 de réduction d'épaisseur, à la partie supérieure de celle-ci forment un angle obtus B' qui s'ouvre progressivement, d'étage

en étage, en descendant dans le sens de coulée jusqu'à ce que les axes de la paire de rouleaux 72 placés à la sortie de la cage, soient alignés. On réalise ainsi la variation de forme de la section transversale du produit permettant d'aplatir la partie centrale de ce dernier.

Dans le mode de réalisation représenté sur la partie gauche des figures 7 et 8, le produit est supporté à chaque étage par des rouleaux uniques s'étendant sur toute sa largeur et dont les axes sont disposés suivant un même plan P parallèle à l'axe 10 de coulée. Dans ce cas, les rouleaux 73 ont une forme biconique, chacun étant constitué de deux parties tronconiques opposées par leurs petites bases 74.

Les deux rouleaux biconiques 76 placés en vis-à-vis à l'entrée de la cage 2 de réduction d'épaisseur ont un profil déterminé de façon à limiter dans le plan de leurs axes un espace de passage du produit dont la section transversale est identique à celle de l'orifice 16 de sortie de la lingotière. A cet étage, les petites bases 74 des parties tronconiques ont donc une valeur minimale permettant de ménager entre elles un espace de largeur (L) correspondant à l'épaisseur de la partie centrale du produit. Le diamètre des petites bases 74 augmente progressivement d'étage en étage dans le sens de coulée de telle sorte que, à la sortie de la cage de maintien 2, l'espace entre les rouleaux 77 ait une largeur correspondant à l'épaisseur (l) de la bande à former.

Le diamètre des grandes bases 75 des rouleaux est également déterminé de façon à ménager entre les rouleaux de chaque paire un espace de largeur (l) qui est le même pour tous les rouleaux, les rouleaux de sortie 77 étant donc en forme de cylindre de révolution.

De la sorte, par l'un ou l'autre des moyens qui viennent d'être décrits, on détermine un aplatissement de la partie centrale du produit qui, à la sortie de la cage de réduction d'épaisseur 2 a la forme d'une bande mince d'épaisseur (l).

Dans un mode de réalisation encore plus perfectionné représenté sur les figures 9 et 10, les organes de maintien des faces longitudinales du produit sont constitués, sur chaque face, d'une série de barres 8 s'étendant sur toute la hauteur de la cage de maintien 2 et légèrement écartées les unes des autres. Chaque barre a, sur sa face tournée vers le produit, un profil déterminé en fonction de sa distance par rapport au plan médian passant par l'axe de coulée 10 de façon à passer, comme précédemment, d'un orifice d'entrée 43 de section identique à celle de l'orifice de sortie 16 de la lingotière à un orifice de sortie 44 de section rectangulaire correspondant à celle du produit à former.

Les barres sont animées individuellement de mouvements à pas de pélerin suivant deux directions longitudinales et transversales qui leur permettent, lorsqu'elles sont au contact du produit, de se déplacer avec celui-ci dans le sens de coulée, puis de s'en écarter pour revenir en position supérieure et enfin se rapprocher au contact du produit. A cet effet, chaque barre 8 est associée à une paire de cames montées respectivement sur deux arbres de rotation 82 et placées à deux niveaux, respectivement supérieur et inférieur de la cage de maintien 2. L'une des deux cames, par exemple la came supérieure 80, s'engage dans un logement 83 ménagé à la partie supérieure de la barre 8 et comprenant une face verticale 84 et deux faces horizontales 85, respectivement supérieure et inférieures.

Des ressorts 24, fixés sur les barres 8 et sur le châssis 21 de la cage 2 tendent à écarter les barres 8 en les maintenant appliquées contre les cames 80, 81. En outre, l'une des faces horizontales 85 est munie d'un patin 25 appliqué par un ressort contre la came correspondante 80. Celle-ci a de préférence un profil circulaire de façon à s'appuyer, à tout moment, simultanément sur les trois faces et est excentrée par rapport à son arbre 82 pour déterminer un mouvement périodique comprenant un déplacement horizontal de la barre vers l'intérieur jusqu'au con-

tact avec le produit, un mouvement descendant à la vitesse du produit en restant au contact de celui-ci, un déplacement horizontal d'écartement et un mouvement ascendant qui ramène la barre en position haute écartée du produit.

5 Sur la figure 10, qui est une vue de détail en coupe suivant la ligne V-V de la figure 9, et sur laquelle on a représenté uniquement quelques barres 8, on voit que, au même instant, certaines barres 8 sont au contact du produit alors que les barres alternées 86 en sont
10 écartées. De la sorte, si la largeur et l'espacement des barres 8 sont déterminés correctement, on peut réaliser le maintien des faces longitudinales du produit en s'arrangeant pour que celles-ci s'appuient à tout instant sur des barres 8 en nombre suffisant.

15 Bien entendu, l'invention ne se limite pas aux détails des modes de réalisation qui viennent d'être décrits, et qui pourraient être encore modifiés ou perfectionnés en restant dans le cadre de protection défini par les revendications. En particulier, on pourrait employer
20 dans la cage de réduction d'épaisseur d'autres moyens de maintien des faces longitudinales du produit permettant de limiter un espace interne formant une sorte de trémie se rétrécissant, dans sa partie centrale de façon à réaliser un aplatissement progressif du produit.

REVENDICATIONS

1. Machine de coulée continue de produits métalliques minces, comprenant, le long d'un axe de coulée, une lingotière sans fond (1) comportant deux parois longitudinales (11) et deux parois latérales (12), limitant un espace tubulaire interne (13) de formation d'un produit (5) en forme de bande continue constitué d'un coeur liquide (51) entouré d'une croûte solidifiée (52) et évacué en continu par un orifice de sortie (16) de la lingotière et un dispositif de refroidissement secondaire (2, 3) comportant des moyens (4) de maintien avec refroidissement au moins des faces longitudinales (51) du produit (5) jusqu'à solidification complète,

caractérisée par le fait que les deux parois longitudinales (11) de la lingotière ont une forme incurvée susceptible de ménager un espace interne (13) de coulée ayant une large épaisseur dans sa partie centrale (17) et se rétrécissant vers les deux côtés (18), dans le sens transversal à l'axe, pour atteindre une mince épaisseur sur les parois latérales (12), et que le dispositif de refroidissement secondaire comprend une cage (2) de réduction d'épaisseur placée immédiatement à la sortie de la lingotière (1) et munie de moyens (4) de maintien des faces longitudinales du produit (5) limitant un espace interne (40) de passage du produit ayant, sur ses côtés (48) une épaisseur constante (1) égale à celle des côtés (12) de la lingotière et, dans sa partie centrale (47), une épaisseur (L) diminuant progressivement, dans le sens de coulée, entre un orifice d'entrée (43) de section transversale identique à celle de l'orifice de sortie (16) de la lingotière (1) et un orifice de sortie (44) de section rectangulaire correspondant à celle de la bande mince (53) à former.

2. Machine de coulée de produits minces selon la revendication 1, caractérisée par le fait que, dans la cage (2) de réduction d'épaisseur, le produit en bande (5) est laissé libre de s'élargir vers les côtés en fonction de l'aplatissement de la partie centrale du produit dont le

périmètre, en section transversale à l'axe, reste conservé.

3. Machine de coulée de produits minces selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la partie centrale (17) de la lingotière (1) a une épaisseur (L) de largeur
5 suffisante pour permettre la coulée du métal dans des conditions normales à partir d'un récipient de coulée, et notamment l'introduction d'un tube de coulée (55).

4. Machine de coulée de produits minces selon la revendication 2, caractérisée par le fait que les côtés
10 latéraux (12) de la lingotière (1) et (48) de la cage (2) de réduction d'épaisseur ont une largeur (1) sensiblement égale à l'épaisseur finale du produit à former (53).

5. Machine de coulée de produits minces selon la revendication 1, caractérisée par le fait que l'espace interne
15 (13) de la lingotière (1) a, en section transversale à l'axe, la forme d'un fuseau, les parois longitudinales (11) comprenant chacune deux faces convexes se raccordant, dans la partie centrale, par une face concave.

6. Machine de coulée de produits minces selon la revendication 1, caractérisée par le fait que les parois
20 longitudinales (11) de la lingotière (1) ont la forme de portions de cylindre de révolution d'axe parallèle à l'axe de coulée.

7. Machine de coulée de produits minces selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la cage (2)
25 de réduction d'épaisseur est limitée par deux parois longitudinales (4) en forme de grille de maintien du produit comprenant des barres longitudinales (41) et transversales (42) placées dans des plans respectivement parallèles et
30 perpendiculaires à l'axe de coulée (10), les barres longitudinales (41) en vis-à-vis formant deux à deux, dans la partie centrale (47), un V ouvert vers le haut qui se referme progressivement en allant vers les côtés (48), les barres longitudinales extrêmes (410) étant parallèles
35 et écartées d'une distance (1) sensiblement égale à l'épaisseur du produit à former, et les barres transversales (42) d'une même grille formant à l'entrée (43) de la cage un angle obtus (B) qui s'ouvre en allant dans le sens de coulée jusqu'à devenir un angle plat à la sortie de la cage (2).

8. Machine de coulée de produits minces selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la cage (2) de réduction d'épaisseur est limitée par deux parois longitudinales constituées chacune d'une pluralité de caissons (6) s'ouvrant du côté de l'espace interne (40) et dans lesquels est injecté un fluide sous une pression susceptible d'équilibrer la pression ferrostatique à la hauteur du caisson, avec un débit de fuite pour le maintien du produit décollé des bords du caisson.

9. Machine de coulée de produits minces selon les revendications 7 et 8, caractérisée par le fait que les caissons (6) d'injection de fluide sont répartis de telle sorte que leurs bords (62) soient alignés suivant deux directions perpendiculaires et forment sur chaque paroi une grille de maintien du produit.

10. Machine de coulée de produits minces selon la revendication 1, caractérisée par le fait que les moyens de maintien du produit dans la cage de réduction d'épaisseur sont constitués, sur chaque face, de rouleaux (71) disposés par paires suivant des plans successifs perpendiculaires à l'axe de coulée, les deux axes (70) de chaque paire de rouleaux (71) formant à l'entrée de la cage un angle obtus (B') qui s'ouvre progressivement en avançant dans le sens de coulée, les axes de la paire de rouleaux (72) placés à la sortie de la cage (2) étant alignés.

11. Machine de coulée de produits minces selon la revendication 1, caractérisée par le fait que les moyens de maintien du produit dans la cage de réduction d'épaisseur sont constitués, sur chaque face d'une série de rouleaux biconiques (73) dont les axes sont orthogonaux à l'axe (10) de coulée et placés à égale distance de ce dernier, lesdits rouleaux (73) étant constitués chacun de deux parties tronconiques opposées par leurs petites bases (74), les grandes bases (75) ayant des diamètres égaux et les petites bases (74) ayant un diamètre minimal à l'entrée de la cage (2) et augmentant progressivement dans le sens

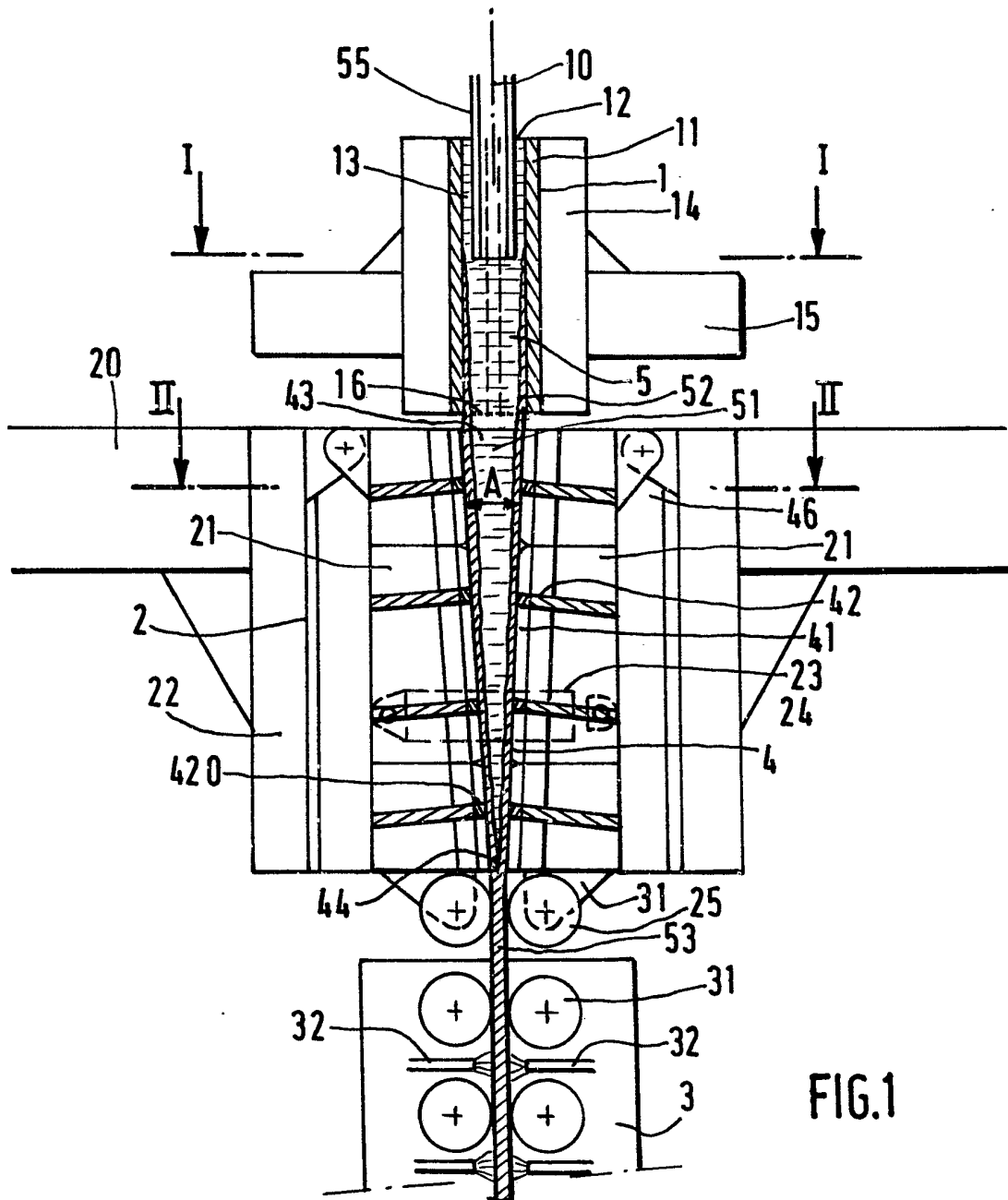
de coulée pour atteindre le diamètre des grandes bases (75) à la sortie de la cage.

5 12. Machine de coulée de produits minces selon la revendication 1, caractérisée par le fait que les moyens
de maintien du produit dans la cage de réduction d'épaisseur
(2) sont constitués sur chaque face longitudinale (52)
du produit par une pluralité de barres longitudinales (8)
s'étendant sur toute la hauteur de la cage (2) et légèrement
écartées les unes des autres, chaque barre (8) ayant, sur
10 sa face tournée vers le produit (5), un profil déterminé
en fonction de sa distance par rapport au plan médian pas-
sant par l'axe de coulée (10) de telle sorte que l'ensemble
des barres (8) constitue une face de maintien concave
ayant, à l'entrée (43) de la cage (2), une section en fuseau
15 qui s'amplifie progressivement jusqu'à une section de sortie
(44) rectangulaire.

13. Machine de coulée de produits minces selon la revendication 12, caractérisée par le fait que les
barres de maintien (8) sont reliées individuellement à
20 un mécanisme de déplacement à pas de pèlerin déterminant
successivement un déplacement longitudinal de la barre
(8) correspondante, dans le sens de coulée, à la vitesse
du produit, un déplacement transversal d'écartement de
la barre (8) du produit (5), un déplacement longitudinal
25 en sens inverse et un déplacement transversal de rapproche-
ment de la barre (8) jusqu'au contact avec le produit (5),
les mouvements respectifs des barres (8) étant décalés
l'un par rapport à l'autre de telle sorte qu'à tout instant
le produit (5) soit supporté par un nombre suffisant de
30 barres (8).

14. Procédé de coulée en continu de produits métal-
liques minces dans lequel le métal fondu est coulé dans
une lingotière sans fond (1) comportant deux parois longitu-
dinales (11) et deux parois latérales (12) refroidies pour
35 former un produit (5) plat constitué d'un coeur liquide
(51) entouré d'une croûte solidifiée (52), qui est évacué
par un orifice (16) de sortie de la lingotière (1) et passe
ensuite dans un dispositif (2,3) de refroidissement secon-

daire muni de moyens (4) de refroidissement et de maintien au moins des faces longitudinales du produit jusqu'à solidification complète, caractérisée par le fait que l'on donne à l'espace interne (13) de coulée de la lingotière (1) une section transversale en forme sensiblement de fuseau ménageant une partie centrale (17) de large épaisseur (L) permettant l'introduction du jet de métal fondu dans des conditions normales, et ayant sur ses côtés (18) une épaisseur mince (1) correspondant à celle de la bande à former (53) et que, dans une première partie (2) du dispositif de refroidissement, placée à la sortie de la lingotière (1), on aplatit progressivement la partie centrale (17) du produit de façon à lui donner une épaisseur (1) égale à celle des côtés.

$\frac{1}{4}$ 

2/4

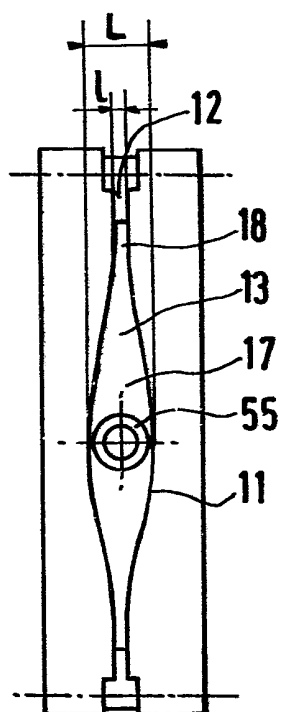


FIG. 2

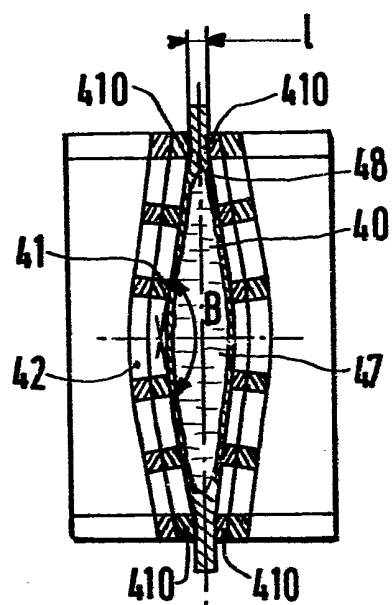


FIG. 3

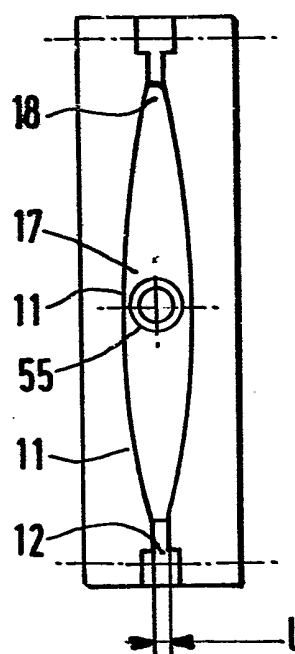


FIG. 4

3/4

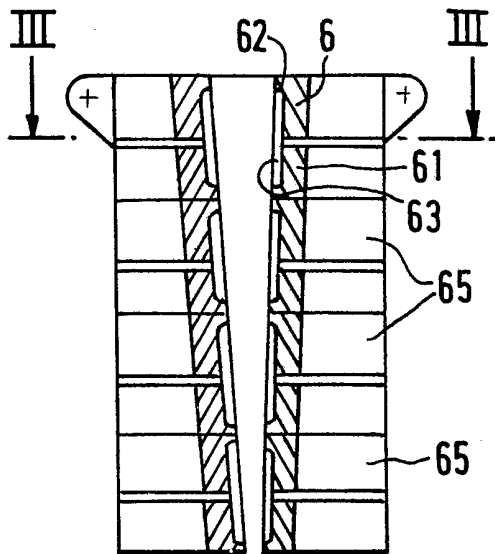


FIG. 5

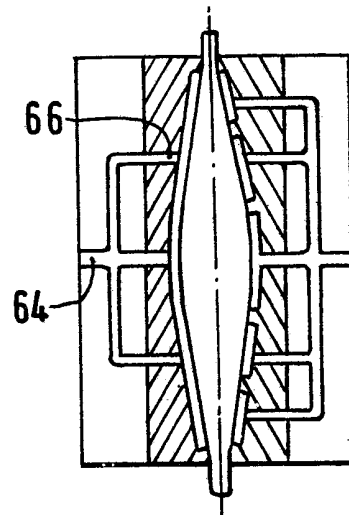


FIG. 6

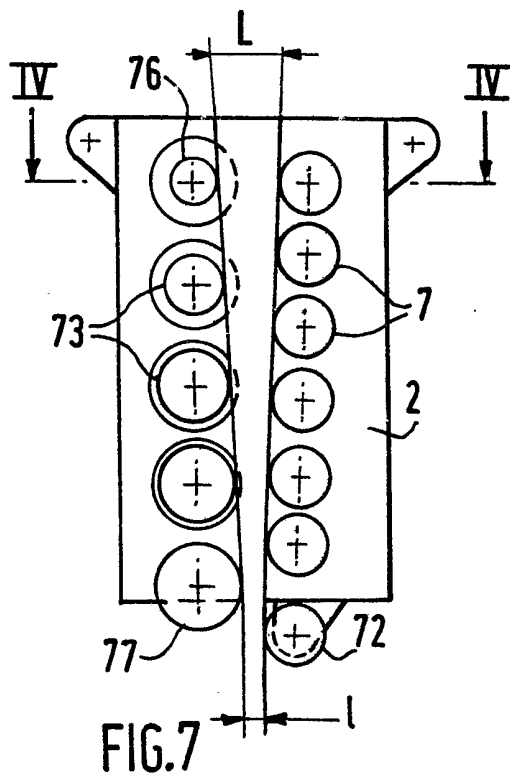


FIG. 7

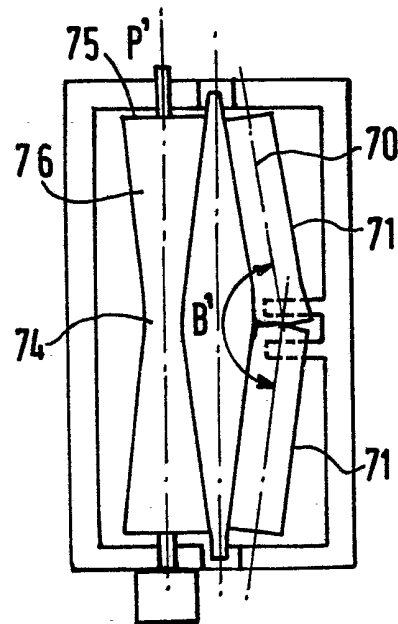


FIG. 8

4/4

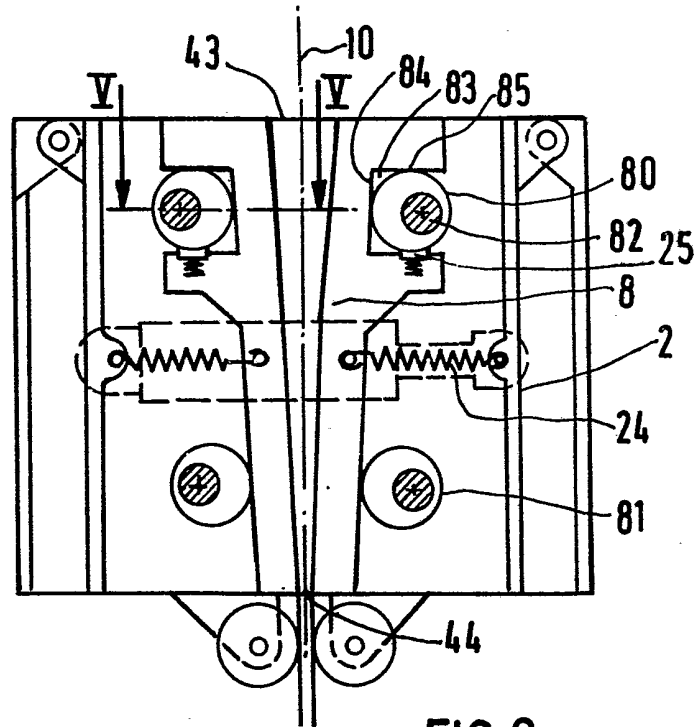


FIG. 9

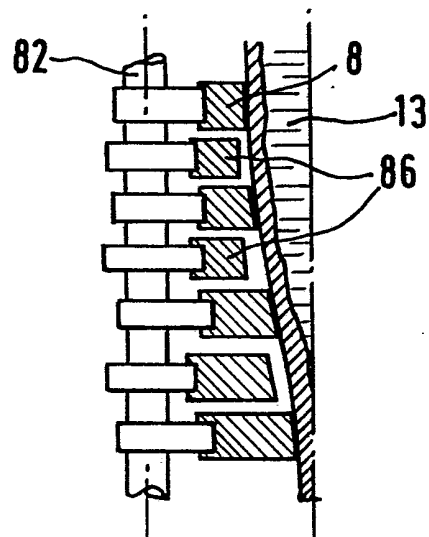


FIG. 10