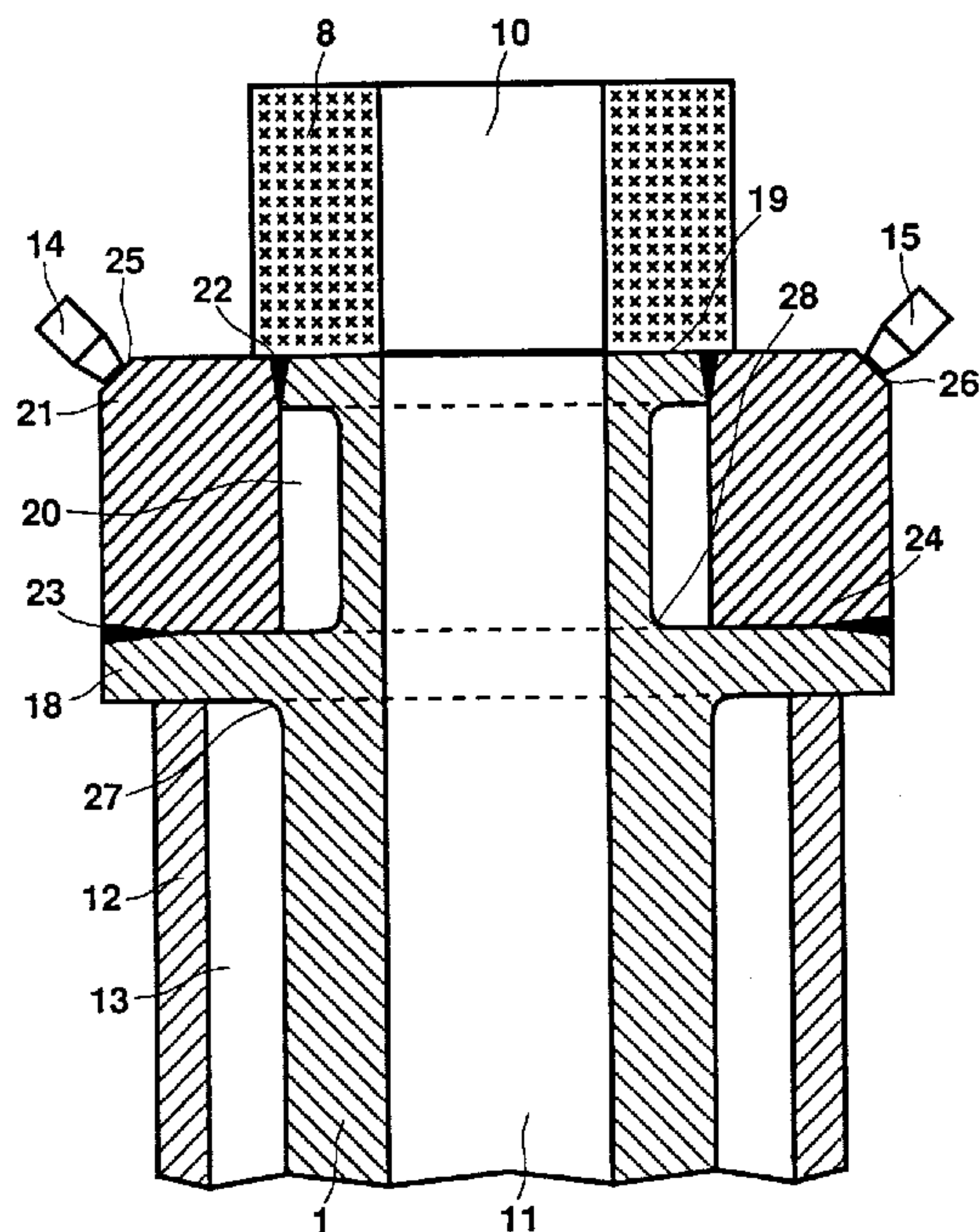




- (72) PERRIN, ERIC, FR  
(72) DI FANT, MARC, FR  
(72) BERTRAND, JEAN-PIERRE, FR  
(72) SALARIS, COSIMO, FR  
(72) WEISSELDINGER, EDOUARD, FR  
(71) ASCOMETAL, FR  
(71) SOGEPASS, FR  
(71) UGINE-SAVOIE IMPHY, FR  
(71) SOLLAC, FR  
(71) SOCIÉTÉ ANONYME DES FORGES ET ACIÉRIES DE DILLING, DE  
(51) Int.Cl.<sup>6</sup> B22D 11/04, B22D 7/06  
(30) 1998/09/24 (98 11915) FR  
(54) **LINGOTIERE TUBULAIRE DE COULEE CONTINUE EN  
CHARGE DES METAUX**  
(54) **CONTINUOUS CASTING MOLD SLEEVE IN CHARGE OF  
METALS**



(57) L'invention a pour objet une lingotière tubulaire de coulée continue en charge des métaux, ayant une partie métallique refroidie (1) destinée à être munie d'émetteurs sonores ou ultrasonores (14,15) lui imposant des vibrations et à être surmontée d'une rehausse (8) en matériau réfractaire, la portion terminale supérieure de ladite partie métallique (1) étant refroidie par circulation d'eau dans un canal (20) ménagé sur sa face externe et obturé latéralement par une collerette (21) qui entoure ladite portion terminale supérieure et lui est solidarisée par soudage, caractérisée en ce que ladite partie métallique (1) comporte en dessous de sa portion terminale supérieure une excroissance latérale (18) qui lui est intégrée de fabrication, et sur la face supérieure (24) de laquelle ladite collerette (21) est fixée par soudage.



**LINGOTIERE TUBULAIRE DE COULEE CONTINUE EN CHARGE DES  
METAUX**

## Abrégé descriptif

L'invention a pour objet une lingotière tubulaire de coulée continue en charge des métaux, ayant une partie métallique refroidie (1) destinée à être munie d'émetteurs sonores ou ultrasonores (14, 15) lui imposant des vibrations et à être surmontée d'une rehausse (8) en matériau réfractaire, la portion terminale supérieure de ladite partie métallique (1) étant refroidie par circulation d'eau dans un canal (20) ménagé sur sa face externe et obturé latéralement par une collerette (21) qui entoure ladite portion terminale supérieure et lui est solidarisée par soudage, caractérisée en ce que ladite partie métallique (1) comporte en dessous de sa portion terminale supérieure une excroissance latérale (18) qui lui est intégrée de fabrication, et sur la face supérieure (24) de laquelle ladite collerette (21) est fixée par soudage.

Figure pour l'abrégé : figure 2

## LINGOTIERE TUBULAIRE DE COULEE CONTINUE EN CHARGE DES METAUX

L'invention concerne la coulée continue des métaux, tels que l'acier. Plus  
5 précisément, elle concerne les lingotières sans fond refroidies, dans lesquelles s'amorce la  
solidification du produit coulé, et encore plus précisément les lingotières tubulaires dont la  
partie métallique refroidie est munie, sur son rebord supérieur, d'une rehausse en matériau  
réfractaire. Celle-ci permet de reporter le niveau de la surface du métal liquide présent dans  
la lingotière au-dessus de la partie métallique de la lingotière où s'initie la solidification du  
10 produit coulé.

La coulée continue de l'acier s'effectue classiquement en amorçant la  
solidification du métal en fusion dans une lingotière sans fond dont les parois sont  
énergiquement refroidies extérieurement par circulation d'un liquide tel que de l'eau. Cette  
lingotière est réalisée en un matériau bon conducteur de la chaleur tel que le cuivre et ses  
15 alliages. Elle peut être constituée par un assemblage de plaques ou une pièce tubulaire  
unique, définissant un espace intérieur correspondant à la forme désirée pour le produit  
coulé : de section transversale circulaire, carrée ou rectangulaire plus ou moins allongée.  
Dans le cas de la coulée de produits de forme carrée ou rectangulaire faiblement allongée,  
c'est généralement la solution d'une pièce tubulaire unique qui est retenue. Cette solution  
20 est obligatoire pour les produits de section transversale circulaire. Un chemisage de la  
lingotière sur sa face externe permet d'assurer son refroidissement par une circulation  
d'eau. Pour faciliter l'extraction du produit hors de la lingotière, on imprime à celle-ci des  
oscillations verticales de faible fréquence (quelques Hz) et d'amplitude égale à quelques  
mm, et on lubrifie l'interface entre le métal solidifié et la lingotière. Cette lubrification est  
25 obtenue grâce à une poudre de couverture fusible ou à une huile, que l'on dépose sur la  
surface du métal liquide et qui s'infiltre entre le métal en cours de solidification et la  
lingotière. De l'huile peut également être amenée jusqu'à l'interface à travers la paroi  
métallique de la lingotière.

Sur certaines machines de coulée, la partie métallique tubulaire de la lingotière est  
30 prolongée vers le haut par une partie tubulaire en matériau réfractaire de mêmes  
dimensions intérieures, et on règle le débit de métal entrant et sortant de la lingotière de  
manière à maintenir la surface du métal liquide présent dans la lingotière à l'intérieur de  
cette rehausse réfractaire. Dans ces conditions, la solidification du métal s'initie en  
permanence au niveau de la jonction entre la partie réfractaire et la partie métallique de la  
35 lingotière, autrement dit là où le métal subit son premier contact avec une paroi refroidie  
bonne conductrice de la chaleur. De cette façon, on rend l'initiation de la solidification  
indépendante des fluctuations du niveau de la surface du métal liquide présent dans la  
lingotière, et qui sont dues notamment aux perturbations hydrodynamiques provoquées par  
le jet de métal en fusion alimentant la lingotière. On améliore ainsi la qualité de surface du

produit coulé. Les installations de coulée ainsi équipées sont dites « de coulée continue en charge ». Sur ces machines, la lubrification de l'interface métal solidifié-lingotière doit impérativement être assurée par une injection d'huile à travers la paroi de la lingotière, puisqu'une poudre de couverture ou une huile déposée sur la surface du métal liquide ne pourrait parvenir jusqu'à l'interface métal solidifié-lingotière. Avantageusement, comme on le fait parfois aussi sur les machines classiques dépourvues de rehausse, on surimpose aux oscillations verticales de la lingotière des vibrations à haute fréquence (par exemple 15 à 18 kHz) et faible amplitude (quelques  $\mu\text{m}$ ) au moyen d'émetteurs sonores ou ultrasonores appliqués contre la paroi de la lingotière ou une pièce qui lui est fixée. Ces vibrations améliorent les conditions de lubrification de l'interface métal-lingotière.

Selon un mode de réalisation de telles lingotières à rehausse réfractaire, les émetteurs sonores ou ultrasonores sont fixés sur une collerette qui est solidarifiée à la portion terminale supérieure de la partie métallique de la lingotière, où elle remplace le chemisage qui assure le refroidissement du restant de la hauteur de la lingotière. Un canal de circulation d'eau est ménagé entre la lingotière et la collerette pour que le refroidissement de cette portion de la lingotière puisse s'effectuer. Cette configuration procure à ladite portion de la lingotière un refroidissement indépendant, qui peut être réglé de façon optimale de manière à garantir une bonne initiation de la solidification du produit coulé. Afin d'assurer une bonne transmission des vibrations à la lingotière, il est indispensable que la liaison entre la lingotière et la collerette présente en tout point une grande rigidité, ce qui rend déconseillé l'utilisation de moyens de fixation amovibles d'une pièce sur l'autre. La meilleure méthode connue utilisable à cet effet est probablement le procédé de soudage par faisceau d'électrons.

L'expérience montre cependant que cette conception de la lingotière n'est pas satisfaisante. En effet, on observe rapidement l'apparition de fissures dans les soudures qui unissent la lingotière et la collerette. Ces soudures doivent donc être régulièrement restaurées si on veut conserver la lingotière en état de fonctionnement, d'où un coût d'entretien trop élevé de l'installation.

Le but de l'invention est de proposer une conception de lingotière pour machine de coulée continue en charge adaptée à l'application à ladite lingotière de vibrations sonores ou ultrasonores et présentant toute la fiabilité nécessaire pendant un grand nombre de coulées.

A cet effet, l'invention a pour objet une lingotière tubulaire de coulée continue en charge des métaux, ayant une partie métallique refroidie destinée à être munie d'émetteurs sonores ou ultrasonores lui imposant des vibrations et à être surmontée d'une rehausse en matériau réfractaire, la portion terminale supérieure de ladite partie métallique étant refroidie par circulation d'eau dans un canal ménagé sur sa face externe et obturé latéralement par une collerette qui entoure ladite portion terminale supérieure et lui est solidarifiée par soudage, caractérisée en ce que ladite partie métallique comporte en dessous

de sa portion terminale supérieure une excroissance latérale qui lui est intégrée de fabrication, et sur la face supérieure de laquelle ladite collerette est fixée par soudage.

Comme on l'aura compris, l'invention consiste à conformer l'extrémité supérieure de la partie métallique de la lingotière de manière à y intégrer de fabrication une excroissance latérale. En dessous de cette excroissance, le refroidissement de la partie métallique de la lingotière est assuré par le chemisage habituel. Au-dessus de cette excroissance, le refroidissement de la partie métallique de la lingotière est assuré grâce à un canal qui y est usiné et obturé latéralement par une collerette soudée à la face supérieure de l'excroissance et au bord supérieur de la lingotière.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, donnée en référence aux figures annexées suivantes :

- la figure 1 qui montre schématiquement, vue en coupe transversale, une lingotière pour coulée continue en charge conforme à l'art antérieur ;
- la figure 2 qui montre de la même façon une lingotière de coulée continue en charge selon l'invention.

Sur les figures, les mêmes éléments sont désignés par des références identiques.

La lingotière de coulée continue en charge selon l'art antérieur représentée sur la figure 1 comporte classiquement et principalement les éléments suivants :

- une partie métallique tubulaire 1, de section par exemple carrée, réalisée en un matériau bon conducteur de la chaleur tel que le cuivre ou un de ses alliages ;
- une collerette 2, qui entoure la portion terminale supérieure de la partie métallique tubulaire 1, réalisée en un matériau analogue à celui de ladite partie tubulaire 1 ; ces deux pièces sont solidarisées par une soudure 3 réalisée par un procédé utilisant un faisceau d'électrons ; elles sont usinées de manière à ménager entre elles un canal 4 dans lequel on peut faire circuler un fluide de refroidissement tel que de l'eau ; ce canal 4, dans la configuration représentée, est obturé par un couvercle métallique 5 qui est soudé, également par un procédé à faisceau d'électrons, à la partie tubulaire 1 et à la collerette 2 au moyen de soudures 6, 7 ;
- une rehausse en matériau réfractaire 8, de forme tubulaire, fixée sur le rebord supérieur 9 de la partie métallique 1, et dont l'espace intérieur 10 prolonge l'espace intérieur 11 de la partie métallique 1 ; ces espaces intérieurs 10, 11 sont destinés à renfermer le métal liquide en cours de solidification et définissent la forme du produit coulé ; conformément au principe de la coulée continue en charge, pour les raisons qui ont été précédemment exposées, la surface supérieure du métal liquide présent dans la lingotière est maintenue en permanence dans l'espace intérieur 10 de la rehausse réfractaire 8 ;
- une chemise 12 qui entoure la partie métallique 1 en dessous de la collerette 2 ; un espace 13 est ménagé entre la partie métallique 1 et la chemise 12, dans lequel on fait circuler de l'eau de refroidissement.

Des émetteurs sonores ou ultrasonores 14, 15 sont appliqués contre la collerette 2, dans le but d'imprimer des vibrations à la partie métallique 1, pour les raisons explicitées plus haut. Le nombre de ces émetteurs est variable ; dans le cas d'une lingotière de section carrée ou rectangulaire, on en dispose généralement au moins un sur chaque côté de la lingotière. Dans l'exemple représenté, les émetteurs 14, 15 sont appliqués sur des surfaces biseautées 16, 17 ménagées sur l'arête supérieure externe de la collerette 1, afin que les vibrations imprimées à la partie métallique 1 aient à la fois une composante horizontale et une composante verticale et que ces vibrations soient obtenues à l'aide d'une seule famille d'émetteurs (voir à ce propos le brevet EP 0 403 411). Mais d'autres dispositions des émetteurs 14, 15 sont envisageables, selon le type de vibrations que l'on désire imposer à la partie métallique 1. En plaçant les émetteurs 14, 15 contre la face supérieure de la collerette 2, on imposerait des vibrations purement verticales, et en les plaçant contre les faces latérales de la collerette 2, on imposerait des vibrations purement horizontales.

Comme on l'a dit, l'expérience montre que cette configuration selon l'art antérieur n'est pas satisfaisante, en ce qu'on observe rapidement l'apparition de fissures dans les soudures 3, 6, 7. Cette apparition s'explique par les intenses sollicitations thermomécaniques auxquelles sont soumises les soudures, du fait de la proximité du métal liquide et des émetteurs 14, 15. Elles provoquent des déformations importantes de leurs matériaux constitutifs. Il en résulte une plastification des soudures, qui finit par faire apparaître des fissures de fatigue.

La lingotière selon l'invention représentée sur la figure 2 se distingue essentiellement de la lingotière de l'art antérieur représentée sur la figure 1 en ce que sa partie métallique 1 comporte une excroissance latérale 18, intégrée de fabrication à la partie métallique 1 et située en dessous de son extrémité supérieure 19. Entre cette extrémité supérieure 19 et l'excroissance 18 est usiné un canal de refroidissement 20 obturé par une collerette 21. Cette collerette est similaire dans ses fonctions à la collerette 2 de la figure 1, et est fixée à la partie métallique 1 au moyen de deux soudures réalisées par un faisceau d'électrons. L'une 22 de ces soudures est pratiquée au niveau de l'extrémité supérieure 19 de la partie métallique 1, donc au-dessus de l'usinage du canal 20. L'autre soudure 23 est pratiquée sur la face supérieure 24 de l'excroissance 18. Comme dans la configuration de référence de la figure 1, des émetteurs 14, 15 sont fixés sur la collerette 21, par exemple sur des surfaces biseautées 23, 24

Par rapport à la configuration selon l'art antérieur représentée sur la figure 1, la configuration selon l'invention permet de réduire à deux au lieu de trois le nombre de soudures entre la collerette 21 et la partie métallique 1. D'autre part, ces soudures 22, 23 sont sujettes à de moindres sollicitations thermiques et mécaniques que les soudures 3, 6, 7 de la configuration précédente. Aucune ne se trouve, comme la soudure 6, à proximité immédiate du métal liquide ou en cours de solidification présent dans l'espace intérieur 11 de la partie métallique 1. D'autre part, la soudure 22, la plus proche du métal chaud, est

éloignée des émetteurs 14, 15, ce qui atténue les sollicitations mécaniques qu'elle doit supporter.

Préférentiellement, la partie tubulaire métallique 1 est fabriquée par un procédé d'extrusion, qui permet de ménager à l'une de ses extrémités une portion de grand diamètre. Une fois usinée comme on l'a indiqué, cette portion terminale forme la partie supérieure de ladite partie tubulaire 1, avec son excroissance 18 et son canal 20. Lors de cet usinage, il est préférable de réaliser les jonctions 27, 28 entre l'excroissance 18 et la portion droite verticale de la partie tubulaire métallique 1 avec un rayon de courbure, et non avec un angle vif, pour diminuer la concentration des contraintes à leur niveau.

Comme dans la lingotière selon l'art antérieur de la figure 1, le placement des émetteurs 14, 15 sur des arêtes biseautées de la collerette 21 n'est qu'un exemple. Selon l'orientation que l'on souhaite pour les vibrations, on peut aussi appliquer les émetteurs 14, 15 horizontalement ou verticalement contre la collerette 21. En variante, on peut placer les émetteurs 14, 15 non plus sur la collerette 21, mais sur l'excroissance 18.

Grâce à l'invention, les déformations cumulées au niveau des soudures entre la partie métallique tubulaire 1 de la lingotière et la collerette 21 qui obture le canal de refroidissement 20 peuvent être limitées, et les soudures restent dans le domaine élastique. La durée de vie de la lingotière peut être ainsi considérablement augmentée, jusqu'à atteindre un millier de coulées.

Pour fabriquer la partie métallique tubulaire 1 de la lingotière, on peut également utiliser tout autre procédé que l'extrusion, l'essentiel étant qu'il aboutisse à la réalisation d'une pièce monobloc conformée comme indiqué.

A titre d'exemple, pour une lingotière destinée à couler des billettes d'acier de section carrée de 135 mm de côté, la partie métallique tubulaire 1 de la lingotière peut avoir une hauteur totale de 700 mm, et être surmontée par une rehausse réfractaire 8 de hauteur 200 mm. La collerette 21 peut avoir une hauteur de 60 mm et une dimension extérieure de 240 mm, et l'excroissance 18 peut avoir une épaisseur de 10 à 15 mm.

Il est entendu que dans la description qui précède, on n'a évoqué que les organes de la lingotière directement liés au problème posé et à sa résolution. On n'a, en particulier, pas décrit et représenté les organes qui permettent d'assurer la lubrification de l'interface lingotière-produit, et qui peuvent, le cas échéant, comporter une pièce annulaire refroidie munie d'une fente d'injection d'huile, intercalée entre la pièce tubulaire métallique et la rehausse en réfractaire.

Les réalisations de l'invention, au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué, sont définies comme suit:

1) Lingotière tubulaire de coulée continue en charge des métaux, ayant une partie métallique refroidie (1) destinée à être munie d'émetteurs sonores ou ultrasonores (14, 15) lui imposant des vibrations et à être surmontée d'une rehausse (8) en matériau réfractaire, la portion terminale supérieure de ladite partie métallique (1) étant refroidie par circulation d'eau dans un canal (20) ménagé sur sa face externe et obturé latéralement par une collerette (21) qui entoure ladite portion terminale supérieure et lui est solidarisée par soudage, caractérisée en ce que ladite partie métallique (1) comporte en dessous de sa portion terminale supérieure une excroissance latérale (18) qui lui est intégrée de fabrication, et sur la face supérieure (24) de laquelle ladite collerette (21) est fixée par soudage.

2) Lingotière selon la revendication 1, caractérisée en ce que sa partie métallique refroidie (1) est fabriquée par un procédé d'extrusion, suivi par un usinage de sa portion terminale supérieure et de ladite excroissance (18).

3) Lingotière selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que lesdits émetteurs (14, 15) sont appliqués sur ladite collerette (21).

4) Lingotière selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que lesdits émetteurs (14, 15) sont appliqués sur ladite excroissance (18).

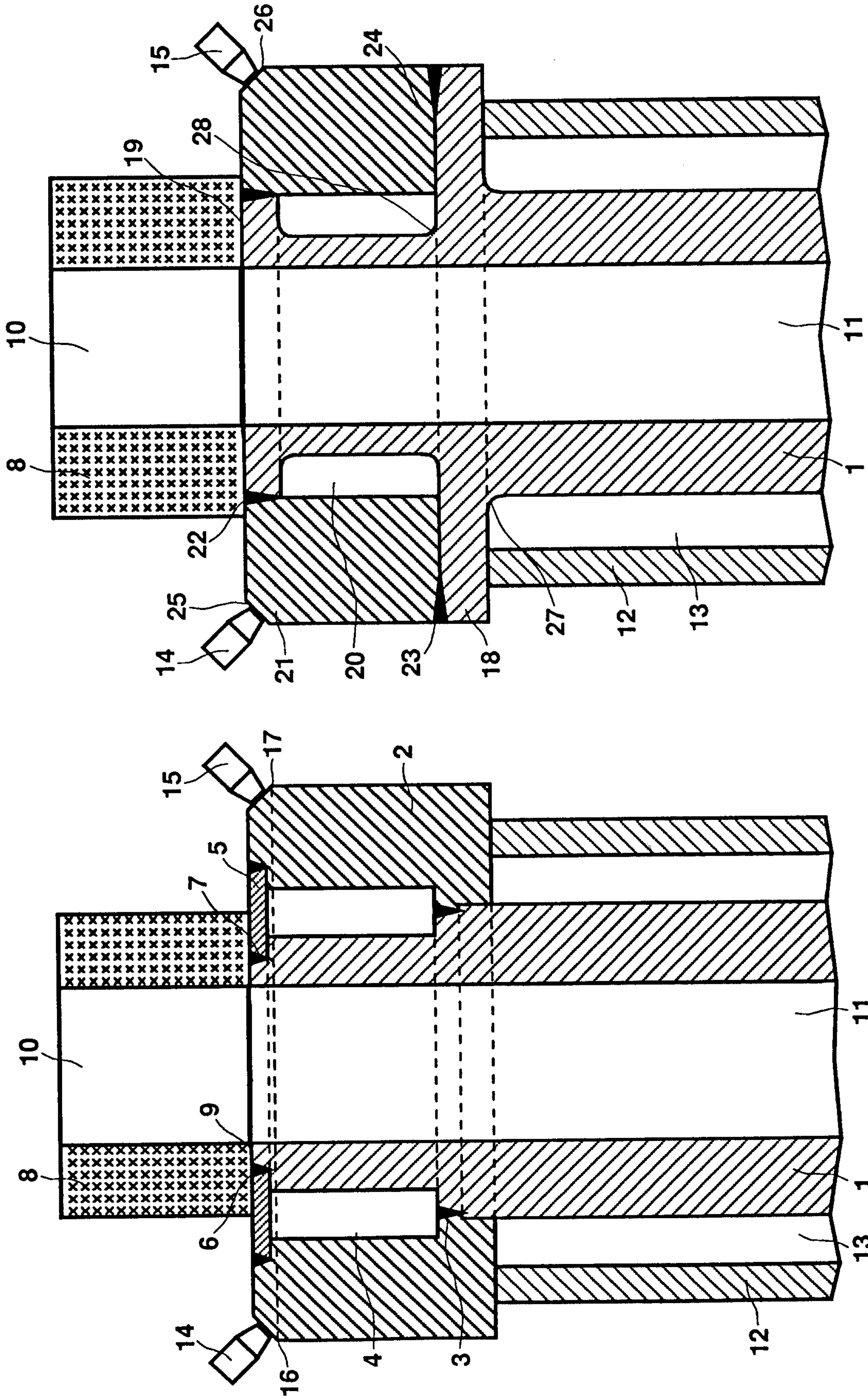


Fig. 2

Fig. 1  
(art antérieur)