

ROYAUME DE BELGIQUE

BREVET D'INVENTION



NUMERO DE PUBLICATION : 1001438A6

NUMERO DE DEPOT : 8800162

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

Classif. Internat.: B22D

Date de délivrance : 31 Octobre 1989

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d' invention, notamment l' article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d' invention, notamment l' article 28;

Vu le procès verbal dressé le 11 Février 1988 à 11h00
à l' Office de la Propriété Industrielle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES -
CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE METALLURGIE Association sans but lucratif - Vereniging
zonder winstoogmerk
rue Montoyer 47, 1040 BRUXELLES(BELGIQUE)

représenté(e)s par : LACASSE Lucien, CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES
A.S.B.L., Rue Ernest Solvay, 11 - 4000 LIEGE.

un brevet d' invention d' une durée de 6 ans, sous réserve du paiement des taxes
annuelles, pour : DISPOSITIF POUR REFROIDIR ET AGITER UN METAL PENDANT LA COULEE.

INVENTEUR(S) : François Hubert, rue du Cimetière 148, 4300 Ans (BE); Wilmotte Stéphan,
rue de la Loignerie 54, 4930 Chaudfontaine (BE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité
de l' invention, sans garantie du mérite de l' invention ou de l' exactitude de
la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 31 Octobre 1989
PAR DELEGATION SPECIALE :

D. VANDERGHEYNST
Conseiller-adjoint à l'Office
de la Propriété Industrielle

08800162 AG

- 1 -

Dispositif pour refroidir et agiter un métal pendant la coulée.

La présente invention concerne un dispositif pour simultanément refroidir et agiter un métal pendant la coulée, en particulier l'acier circulant entre une busette de coulée et une lingotière de coulée continue.

5

Pour fixer les idées, la description qui va suivre sera spécialement consacrée à la coulée continue de l'acier. Il faut cependant souligner que cette application particulière n'a qu'une simple valeur d'exemple et que le dispositif de l'invention peut être utilisé dans le cadre de tout procédé de coulée, par exemple en moule ou en lingotière, et avec tout métal déplaçable au moyen d'un champ électromagnétique.

Il est actuellement bien connu qu'il est intéressant de couler l'acier avec une surchauffe proche de 0 °C ou même en phase pâteuse. A cet effet, l'acier quittant le récipient de coulée est refroidi soit jusqu'à une température proche de sa température de liquidus mais néanmoins supérieure à celle-ci, soit jusqu'à une température comprise dans son intervalle de solidification. On assure ainsi au moins l'élimination de la surchauffe de l'acier, et éventuellement l'apparition

dans l'acier d'une fraction solidifiée dont l'importance dépend du refroidissement appliqué. Au moment où il pénètre dans la lingotière, l'acier présente ainsi un état qui permet d'obtenir des structures fines et homogènes et de réduire les ségrégations méso- et
5 macroscopiques dans les produits coulés.

On connaît déjà, notamment par le brevet LU-A-86 688, un dispositif de coulée d'un métal tel que l'acier en phase pâteuse. Ce dispositif connu comprend essentiellement un conduit vertical extérieurement
10 pourvu de moyens de refroidissement, un organe répartiteur situé sensiblement à l'entrée du conduit vertical et éventuellement un ou plusieurs inducteurs entourant un tronçon réfractaire précédant le conduit vertical. Dans ce dispositif connu, les moyens de refroidissement et les inducteurs, ou plus généralement les moyens d'agitation
15 du métal sont distincts, ce qui entraîne un encombrement important de l'appareil de coulée et ce qui ne permet pas de soumettre un même volume de métal simultanément à l'agitation et au refroidissement. En outre, les inducteurs sont éloignés du métal coulé, ce qui limite le degré d'agitation que l'on peut atteindre avec ce dispositif.

20

La présente invention propose de remédier à ces inconvénients en révélant un dispositif particulier permettant de réaliser simultanément un refroidissement contrôlé et une agitation efficace du métal pendant la coulée.

25

Conformément à la présente invention, un dispositif de coulée d'un métal comportant un conduit vertical pourvu de moyens de refroidissement et de moyens d'agitation du métal pendant la coulée et un organe de répartition du métal situé sensiblement à l'entrée dudit
30 conduit vertical, est caractérisé en ce que lesdits moyens de refroidissement sont situés entièrement dans la paroi dudit conduit vertical et à proximité immédiate de la surface intérieure de ladite paroi, et en ce que la surface intérieure de ladite paroi est revêtue d'une mince couche d'un matériau réfractaire résistant à l'érosion.

Selon une réalisation particulière, lesdits moyens de refroidissement comprennent une pluralité de tubes orientés suivant la direction longitudinale dudit conduit vertical et répartis suivant la périphérie intérieure dudit conduit vertical, lesdits tubes étant parcourus par un liquide de refroidissement qui est de préférence l'eau.

Suivant une caractéristique supplémentaire du dispositif de l'invention, lesdits moyens de refroidissement comprennent en outre une pluralité de chambres ménagées dans la paroi dudit conduit vertical, parallèlement auxdits tubes longitudinaux et communiquant chacune avec le volume intérieur d'au moins un desdits tubes par des passages répartis suivant la longueur dudit conduit vertical.

Lesdits tubes longitudinaux ont de préférence une face avant, c'est-à-dire une face tournée vers l'intérieur dudit conduit vertical, incurvée de façon à constituer une surface cylindrique. Cette surface cylindrique peut être discontinue si les tubes ne sont pas jointifs; dans ce cas, ladite surface cylindrique est avantageusement complétée par des éléments appropriés, qui maintiennent l'écartement desdits tubes. Ces éléments peuvent être réalisés par exemple en un béton réfractaire, afin d'assurer en outre l'indépendance thermique desdits tubes.

Suivant une autre réalisation intéressante du dispositif de l'invention, lesdits tubes longitudinaux sont réalisés en un matériau bon conducteur de l'électricité et ils sont raccordés à une source de courant électrique de façon à engendrer un champ électromagnétique tournant à l'intérieur du conduit vertical.

Dans ce cas, les éléments d'écartement disposés entre lesdits tubes seront réalisés en un matériau électriquement isolant, afin de préserver en outre la séparation électrique de ces tubes.

Egalement selon une caractéristique intéressante, la mince couche de matériau réfractaire recouvrant la surface intérieure dudit conduit vertical présente une épaisseur qui ne dépasse pas 5 mm, afin de rap-

procher autant que possible l'acier à refroidir de la surface des tubes de refroidissement.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui est donnée ci-dessous à titre d'exemple. Cette description porte sur une réalisation préférée du dispositif de l'invention, qui est illustrée par les dessins annexés, dans lesquels la

5 la figure 1 montre une vue générale, partiellement en coupe, d'une installation de coulée comportant un dispositif conforme à l'invention; la

10 figure 2 représente une coupe transversale à travers un dispositif de refroidissement conforme à l'invention, montrant la disposition circconférentielle des moyens de refroidissement; et la

15 figure 3 illustre, en deux demi-coupes longitudinales, la disposition radiale et longitudinale des moyens de refroidissement dans le dispositif de l'invention.

20 Les figures 1 à 3 précitées constituent évidemment des représentations schématiques, dans lesquelles on n'a volontairement reproduit que les éléments directement nécessaires à la compréhension de l'invention. Des éléments identiques ou analogues sont en outre désignés par les mêmes repères numériques dans toutes les figures.

25 Dans la figure 1, à laquelle il est à présent fait référence, on a représenté, partiellement en coupe, une installation de coulée d'un type connu en soi, utilisé notamment pour la coulée continue de l'acier en phase pâteuse. Cette installation comprend une lingotière de coulée continue 1, une busette de coulée 2 équipant un récipient de coulée qui n'est pas autrement représenté, et un dispositif intermédiaire de refroidissement qui comporte notamment un conduit vertical 3, un organe répartiteur 4 et un élément tubulaire 5. L'organe répartiteur 4 intercepte le jet d'acier s'écoulant de la busette 2 et il

30 le distribue sur la surface intérieure du conduit vertical 3. Dans la figure 1, l'organe répartiteur 4 est représenté à l'extérieur du

35

conduit vertical 3, par souci de clarté dans le dessin, parce que le conduit vertical 3 est vu en élévation. Il est clair que cet organe répartiteur est de préférence situé à l'intérieur dudit conduit vertical, sensiblement à l'entrée de celui-ci, pour assurer au mieux 5 la répartition désirée de l'acier coulé. L'élément tubulaire 5 prolonge le conduit vertical 3 vers le bas et son extrémité inférieure peut être immergée dans l'acier qui se trouve dans la lingotière 1. L'élément tubulaire 5 est représenté ici avec un profil longitudinal convergent; il va de soi que, comme cela est bien connu, cet élément 10 tubulaire pourrait être cylindrique ou divergent ou encore présenter un profil longitudinal quelconque, sans altérer la portée de la présente invention.

Le conduit vertical 3 présente une structure particulière qui 15 constitue l'objet de la présente invention. Cette structure particulière est illustrée par les figures 2 et 3. Elle permet de procéder soit uniquement au refroidissement soit simultanément au refroidissement et à l'agitation de l'acier.

20 En se référant à la figure 2, qui représente une coupe transversale suivant la ligne 2-2 de la figure 3, on voit que le conduit vertical 3 comprend un corps cylindrique 6 dont la surface intérieure est pourvue d'encoches longitudinales 7 séparées par des dents 8. Les encoches 7 25 sont de préférence équidistantes, de même largeur circonférentielle et de même profondeur radiale. La tête des dents 8 présente une surface courbe qui est une portion de la surface cylindrique intérieure initiale du conduit vertical 3. En face de chacune de ces encoches 7 est disposé un tube longitudinal 9, ayant une section transversale généralement trapézoïdale délimitée par deux parois latérales radiales 30 et deux parois courbes, respectivement avant et arrière. Chaque tube 9 prend appui par les bords longitudinaux de sa face arrière, sur la tête des dents 8 délimitant l'encoche 7 correspondante. Ladite face arrière de chaque tube 9 est percée de trous 10, répartis sur la 35 longueur du tube 9, qui font communiquer l'intérieur du tube 9 avec l'encoche 7.

Les faces courbes, avant et arrière, des tubes 9 sont des portions de cylindres coaxiaux au conduit vertical 3, Les faces arrière ayant en outre une courbure égale à la courbure de la surface cylindrique formée par la tête des dents 8.

5

Les faces avant des tubes 9 forment ainsi une surface cylindrique discontinue. Des blocs d'écartement 11 sont logés entre les tubes 9, à hauteur de leurs faces avant, afin de maintenir l'écartement désiré entre ces tubes, de compléter la surface cylindrique 12 formée par
10 lesdites faces avant et éventuellement d'assurer l'indépendance thermique des tubes 9.

Enfin, une gaine 13, en matériau réfractaire, de faible épaisseur, est appliquée sur la surface cylindrique 12. Le matériau réfractaire
15 constituant la gaine 13 doit présenter une résistance mécanique élevée, car l'épaisseur de la gaine n'est de préférence pas supérieure à 5 mm, afin de ne pas réduire sensiblement l'efficacité du refroidissement. A cet effet, le matériau réfractaire de la gaine 13 présente
20 avantageusement une bonne conductibilité thermique ainsi qu'une résistance élevée au choc thermique. On peut notamment utiliser un matériau réfractaire constitué d'alumine (Al_2O_3), de magnésie (MgO), de nitrure de bore (BN) et/ou de zircone (ZrO_2).

La gaine 13 peut être constituée par un tube mince, que l'on pose par
25 frettage sur ladite surface cylindrique. Il ne sortirait cependant pas du cadre de l'invention que cette gaine soit réalisée par tout autre moyen connu en soi, par exemple par projection ou moulage en place.

A l'intérieur des tubes 9, sont disposés des barreaux allongés 14
30 appliqués à la face arrière des tubes et percés de passages 15 qui prolongent les trous 10. Ces barreaux 14, dont deux seulement sont représentés, occupent une partie de la section intérieure des tubes 9, en laissant libre, dans chaque tube, un canal 16 longeant
intérieurement la face avant et éventuellement les faces latérales. Le
35 liquide de refroidissement est ainsi obligé de circuler le long de ces faces et donc de les refroidir efficacement. Ces barreaux 14 peuvent

évidemment avoir une section quelconque, leur rôle étant, comme on vient de l'indiquer, de rendre le refroidissement de la face avant des tubes 9 aussi efficace que possible. Les barreaux 14 sont avantageusement en matière plastique, tant pour faciliter leur collage que pour éviter les risques de corrosion.

La figure 3 montre une coupe longitudinale du conduit vertical 3, prise suivant la ligne brisée 3-0-3' de la figure 2.

10 La moitié gauche de la figure 3 correspondant à la demi-coupe 3-0, montre la disposition des blocs d'écartement 11 par rapport à la gaine réfractaire 13 et au corps 6 du conduit vertical.

La moitié droite de la figure 3, qui correspond à la demi-coupe 0-3', 15 montre la gaine réfractaire 13 de faible épaisseur, appliquée sur la face avant 12 d'un tube 9. Immédiatement derrière cette face avant 12 et la longeant sur toute la hauteur du conduit vertical 3, se trouve un canal 16 qui communique par des passages 15 ménagés dans un barreau 14 et par des trous 10 percés dans la face arrière du tube 9, avec une 20 encoche 7 taillée dans le corps 6 du conduit vertical 3.

Les encoches 7 communiquent avec une chambre annulaire 17, située au bas du conduit vertical 3, qui est elle-même raccordée à un système d'alimentation 18 en liquide de refroidissement. A la partie 25 supérieure du conduit vertical 3, les canaux 16 débouchent dans une seconde chambre annulaire 19, qui est raccordée à un système d'évacuation 20 du liquide de refroidissement.

Sans sortir du cadre de l'invention, le dispositif illustré dans les 30 figures 2 et 3 peut être modifié de façon à pouvoir assurer également l'agitation de l'acier coulé.

A cet effet, le corps 6 est réalisé en un empilement de tôles d'un matériau ferromagnétique, par exemple en acier, et les tubes 9 sont 35 fabriqués en un matériau bon conducteur de l'électricité, en particulier en cuivre. Aux plages d'appui des tubes 9 sur les dents 8,

on interpose un isolant électrique 21 approprié, et les blocs d'écartement 11 ainsi que la gaine réfractaire 13 sont constitués d'un matériau électriquement isolant. Les tubes 9 sont raccordés aux pôles d'une source de courant électrique de façon à produire un champ électromagnétique tournant dans le passage central du conduit vertical 3.

Le dispositif de l'invention fonctionne de la façon suivante.

10 L'acier s'écoulant de la busette 2 est dévié par l'organe répartiteur 4 de façon à former une mince couche ruisselant le long de la gaine réfractaire 13, à l'intérieur du conduit vertical 3.

Un liquide de refroidissement sous pression, habituellement l'eau, est 15 introduit dans la chambre annulaire inférieure 17, d'où il gagne les encoches 7 puis les canaux 16, par les trous 10 et les passages 15. Ces canaux 16 de refroidissement sont très proches de l'acier qui ruisselle le long de la gaine 13. Le refroidissement de l'acier est efficace et peut être aisément contrôlé.

20

Dans les cas où les tubes 9 sont raccordés à une source de courant électrique, la face avant 12 des tubes de l'inducteur est très proche de l'acier ruisselant le long de la gaine 13, de sorte que cet acier peut être mis en mouvement au moyen d'une faible quantité d'énergie 25 électrique.

Dans les deux cas, l'eau quittant les canaux de refroidissement 16 est recueillie dans la chambre annulaire supérieure 19 d'où elle est évacuée par le système 20. Après refroidissement approprié, cette eau 30 peut d'ailleurs être recyclée dans le système d'alimentation 17, 18.

La faible distance séparant la face avant des tubes refroidisseurs et l'acier permet d'atteindre une plus grande efficacité de refroidissement.

De plus, la faible distance entre les tubes de l'inducteur et l'acier, ainsi que la présence d'une culasse magnétique feuilletée, autour des conducteurs 9 permet d'atteindre un niveau d'induction plus élevé dans l'acier. Il en résulte un couple transmis plus important, et par conséquent des taux de cisaillement plus élevés et ainsi une meilleure fluidité de l'acier coulé, même à l'état partiellement solidifié.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de coulée d'un métal, comportant un conduit vertical pourvu de moyens de refroidissement et de moyens d'agitation du métal pendant la coulée, et un organe de répartition du métal situé sensiblement à l'entrée dudit conduit vertical, caractérisé en ce que lesdits moyens de refroidissement sont situés entièrement dans la paroi dudit conduit vertical et à proximité immédiate de la surface intérieure de ladite paroi, et en ce que la surface intérieure de ladite paroi est revêtue d'une mince couche d'un matériau réfractaire résistant à l'érosion.
- 5
- 10
2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens de refroidissement comprennent une pluralité de tubes orientés suivant la direction longitudinale dudit conduit vertical et répartis suivant la périphérie intérieure dudit conduit vertical, et
- 15
- en ce que lesdits tubes sont parcourus par un liquide de refroidissement.
3. Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits moyens de refroidissement comprennent en outre une pluralité
- 20
- de chambres ménagées dans la paroi dudit conduit vertical, parallèlement auxdits tubes longitudinaux, et en ce que lesdites chambres communiquent chacune avec le volume intérieur d'au moins un desdits tubes par des passages répartis suivant la longueur dudit conduit vertical.
- 25
4. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que lesdits tubes longitudinaux ont une face avant, c'est-à-dire une face tournée vers l'intérieur dudit conduit vertical, incurvée en une portion de surface cylindrique, l'ensemble des faces
- 30
- avant desdits tubes formant ainsi une surface cylindrique discontinue coaxiale audit conduit vertical.

5. Dispositif suivant la revendication 4, caractérisé en ce qu'il est prévu, entre lesdits tubes longitudinaux, des éléments d'écartement dont la face avant, c'est-à-dire la face tournée vers l'intérieur dudit conduit vertical, est incurvée en une portion de surface 5 cylindrique et complète ladite surface cylindrique discontinue.

6. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que lesdits tubes longitudinaux sont constitués d'un matériau bon conducteur de l'électricité et en ce qu'ils sont 10 raccordés à une source de courant électrique de façon à engendrer un champ électromagnétique tournant à l'intérieur dudit conduit vertical.

7. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que lesdits tubes longitudinaux contiennent des barreaux 15 longitudinaux situés à proximité immédiate de la surface intérieure dudit conduit vertical, et en ce que lesdits barreaux sont pourvus de passages faisant communiquer lesdits canaux longitudinaux avec lesdites chambres.

20 8. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que lesdites chambres sont raccordées à une source de liquide de refroidissement et en ce que le volume intérieur desdits tubes longitudinaux est raccordé à des moyens d'évacuation du liquide de refroidissement.

25

9. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que ladite couche mince d'un matériau réfractaire est constituée par un tube posé par frettage sur la surface intérieure dudit conduit vertical.

30

10. Dispositif suivant l'une ou l'autre des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'épaisseur de ladite couche mince d'un matériau réfractaire est au maximum égale à 5 mm.

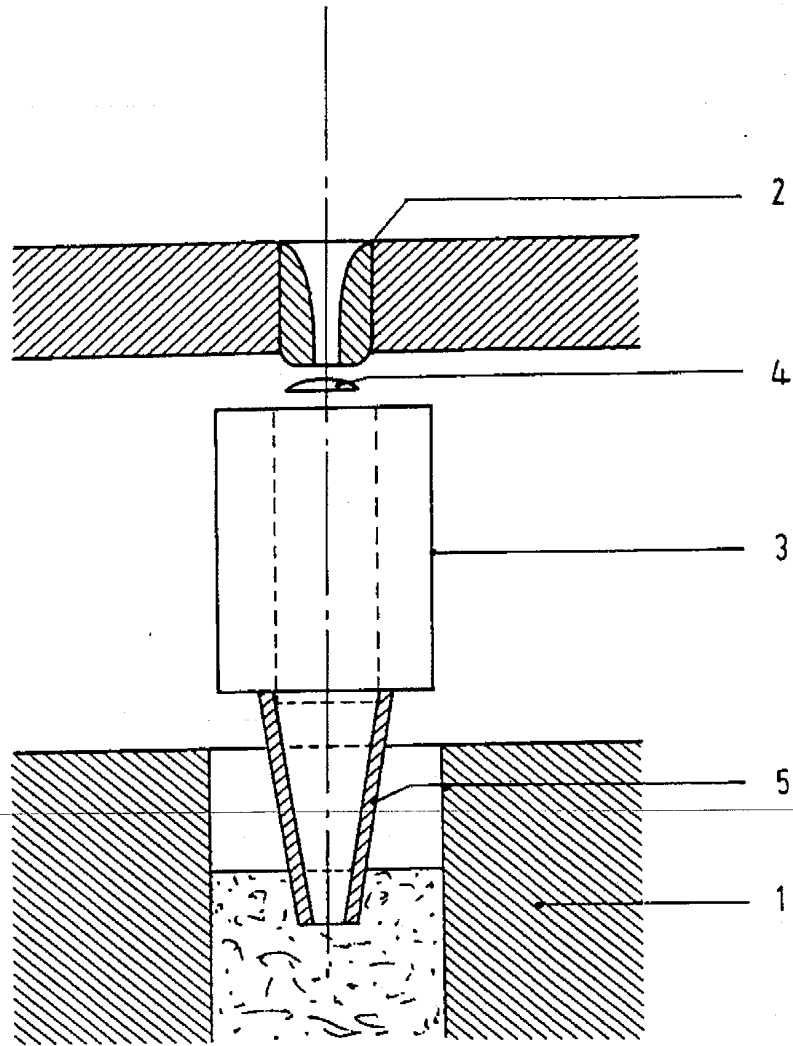


Fig. 1.

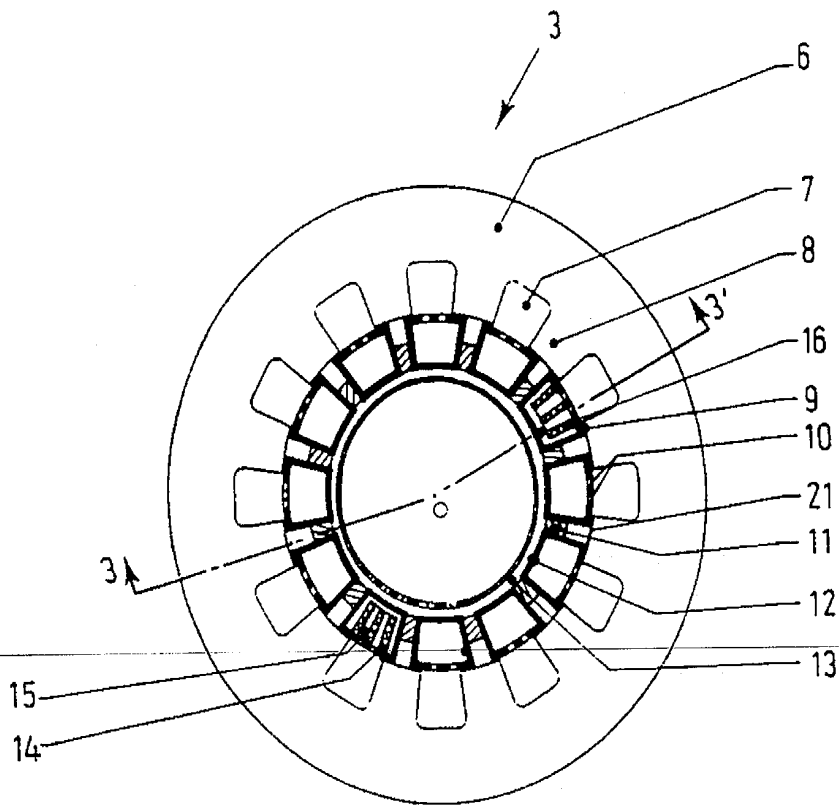


Fig. 2 -

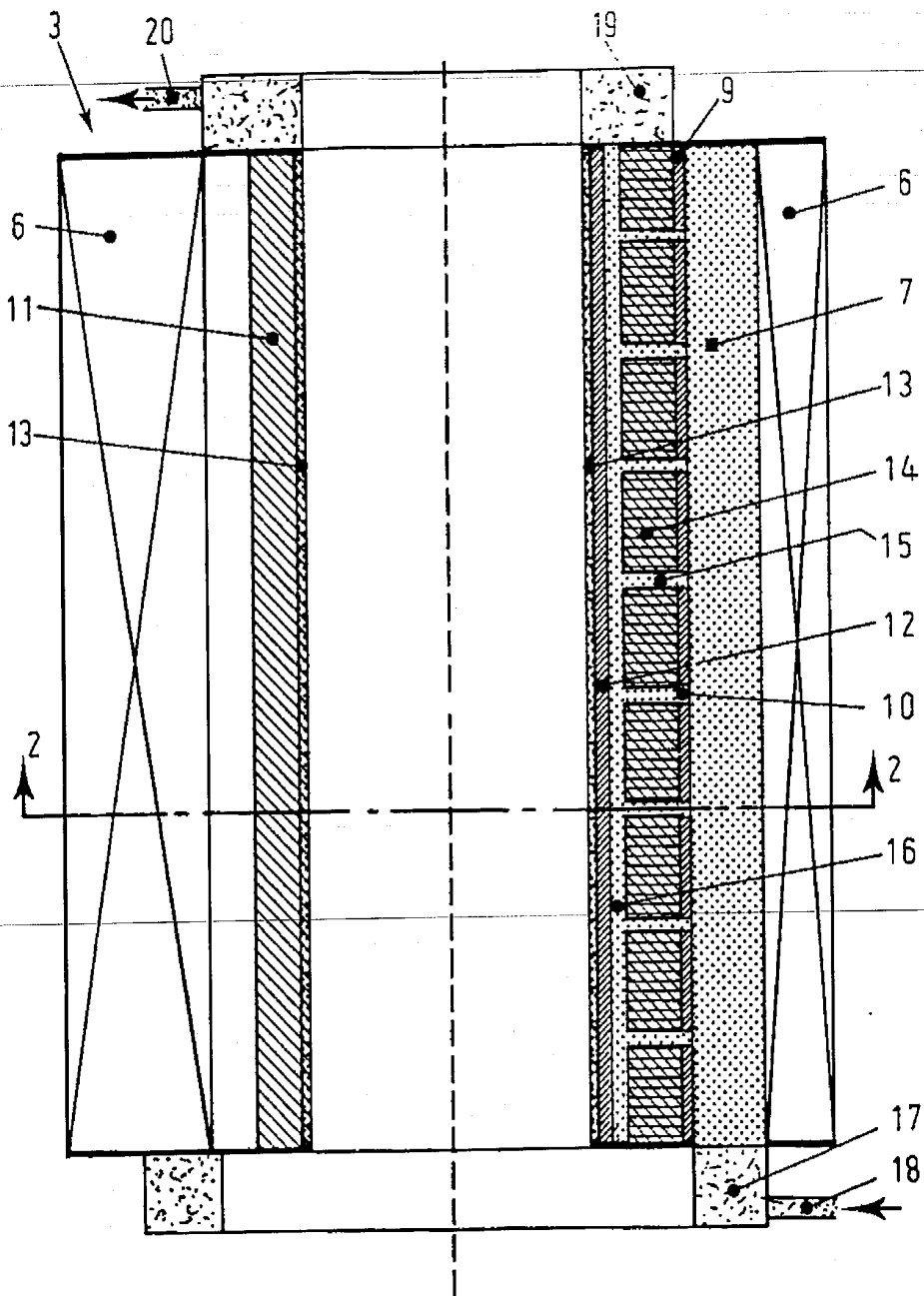


Fig. 3.