(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 778 098 B1

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
30.09.1998 Bulletin 1998/40

(51) Int. Cl.[6]: **B22D 11/10**, B22D 11/12, G01F 23/28

(21) Numéro de dépôt: **97100231.6**

(22) Date de dépôt: **21.02.1992**

(54) Lingotière avec dispositif de brassage électromagnétique

Elektromagnetische Rühreinrichtung für das Stranggiessen

Electromagnetic agitating method for continuous casting

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL

(30) Priorité: **03.04.1991 LU 87914**

(43) Date de publication de la demande:
11.06.1997 Bulletin 1997/24

(62) Numéro(s) de document de la (des) demande(s) initiale(s) en application de l'article 76 CBE:
92102888.2 / 0 511 465

(73) Titulaire: **PAUL WURTH S.A.**
1122 Luxembourg (LU)

(72) Inventeur: **Kaell, Norbert**
4526 Differdange (LU)

(74) Mandataire: **Schmitt, Armand et al**
Office de brevets,
Ernest T. Freylinger,
321, route d'Arlon,
B.P. 48
8001 Strassen (LU)

(56) Documents cités:
DE-A- 3 819 493 **GB-A- 2 021 459**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 080 (M-129), 19 mai 1982 & JP 57 019141 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 1 février 1982,**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 0 778 098 B1

Description

La présente invention concerne une lingotière avec dispositif de brassage électromagnétique d'une installation de coulée continue comprenant un tube de lingotière vertical recevant du métal en fusion, ainsi qu'un inducteur électro-magnétique pour engendrer un mouvement giratoire du métal en fusion dans la tube de lingotière autour de l'axe de celle-ci.

Un dispositif de ce genre est connu du document EP-A-0093068. Suivant la qualité et la nature des produits coulés, on pratique essentiellement deux procédés différents de coulée. Le procédé de coulée ouverte ou en jet libre consiste simplement à laisser s'écouler le métal liquide dans le tube de lingotière à travers une busette calibrée à débit plus ou moins constant. Le niveau du ménisque d'acier en lingotière est contrôlé par une adaptation de la vitesse d'extraction en fonction de l'extraction et suivant l'indication d'une installation de mesure du niveau basé sur un principe radioactif. Ce procédé est essentiellement utilisé pour la coulée de billettes en acier de qualité moyenne, car la coulée est effectuée au contact de l'air.

Pour améliorer la qualité de l'acier, on utilise un procédé de coulée à l'abri de l'air, qui est la coulée avec busettes immergées et poudres. Selon ce procédé, l'acier liquide est introduit dans le tube de lingotière à travers une busette qui plonge dans le métal liquide qui se trouve dans le tube de lingotière. Le contact avec l'air et l'oxygène est empêché par une couche de poudre qui recouvre la surface du métal au ménisque de coulée.

Dans ce cas la coulée se fait à vitesse d'extraction constante. Le niveau de l'acier en lingotière est contrôlé par un tampon ou un tiroir de répartiteur.

Pour les deux procédés de coulée il est également connu d'améliorer la qualité de l'acier par un brassage électromagnétique qui doit toutefois être adapté au procédé de coulée choisi et aux qualités visées de l'acier. C'est ainsi, par exemple, que dans le cas de la coulée de billettes en jet libre, le but majeur recherché par l'application du brassage électromagnétique en lingotière consiste à améliorer l'état de surface des billettes en éliminant les piqûres et les incrustations de scories. Pour y arriver, la vitesse de rotation de l'acier en lingotière au niveau du ménisque doit être très élevée, d'où l'importance de l'emplacement de l'inducteur par rapport au ménisque sur l'état de surface des billettes.

Par contre, dans le cas de la coulée de blooms avec busette immergée et poudre de coulée, on a intérêt à réduire la vitesse de rotation au niveau du ménisque pour éviter le plus possible l'entraînement de la poudre de coulée et réduire l'usure de la busette, tout en gardant une intensité de brassage aussi élevée que possible en-dessous du ménisque. Autrement dit, pour la coulée en jet libre il est préférable que l'inducteur se trouve dans la région supérieure du tube de lingotière, alors que pour la coulée avec busette immergée, il est préférable que l'inducteur soit disposé à un niveau inférieur. C'est la raison pour laquelle, pour profiter pleinement des avantages offerts par le brassage électromagnétique en lingotière, il est préférable de disposer de deux installations différentes pour mettre en oeuvre chacun des deux procédés de coulée.

Le document DE-A-3819493 décrit une lingotière avec dispositif de brassage électromagnétique qui permettrait la mise en oeuvre des deux procédés de coulée continue. Cette lingotière comprend un inducteur qui est ajusté comme un piston dans un compartiment séparé du caisson de refroidissement de la lingotière, de façon à être essentiellement déplaçable en hauteur par le fluide de refroidissement sous pression. Cette lingotière n'a jusqu'à présent jamais connu d'application industrielle.

Le document GB-A-2021459 concerne essentiellement la correction d'un désaxage entre l'axe central de l'inducteur électromagnétique et l'axe de coulée, lorsque l'on travaille avec des tubes de lingotière interchangeables qui présentent différentes sections transversales. On propose notamment d'équiper la lingotière d'un inducteur muni de son propre circuit de refroidissement et de le fixer sur une table supportant le tube de lingotière à l'aide de deux vis sans fin. Ces vis sans fin permettent alors de corriger l'agencement de l'inducteur par rapport à l'axe de coulée par un déplacement horizontal de l'inducteur sur la table de coulée.

Le problème à la base de la présente invention était de développer une lingotière simple pour la mise en oeuvre de la coulée continue en jet libre et de la coulée continue à busette immergée.

Ce problème est résolu par une lingotière selon la première revendication.

Selon un mode de réalisation avantageux, le tube de lingotière est entourée d'un premier tube en acier coaxial qui, à son tour, est disposé à l'intérieur d'un second tube coaxial autour duquel est monté l'inducteur, tandis que les espaces annulaires entre les deux tubes et entre le tube de lingotière et le premier tube sont traversés par un liquide de refroidissement.

La lingotière qui est constituée du tube de lingotière, de l'inducteur et des deux tubes peut être solidaire d'un jeu de rouleaux sous-jacents et démontables en bloc avec celui-ci.

D'autres particularités et caractéristiques ressortiront de la description détaillée d'un mode de réalisation avantageux présenté ci-dessous, à titre d'illustration, en référence aux dessins annexés dans lesquels:

la figure 1 montre schématiquement une coupe verticale d'un dispositif selon la présente invention illustrant l'inducteur en position pour une coulée en jet libre;

la figure 2 montre une vue analogue à celle de la figure 1, l'inducteur étant en position de coulée avec busette immergée, et

la figure 3 montre schématiquement une coupe horizontale à travers la tube de lingotière et la

source de radiation.

Les figures 1 et 2 montrent une lingotière 10 contenue dans un boîtier métallique 12. La lingotière 10 comporte essentiellement un tube de lingotière vertical 14 contenant du métal liquide 16 qui est déversé d'un tundish non représenté. Le métal en fusion 16 se solidifie progressivement dans ce tube de lingotière et l'ébauche métallique y est extraite en passant à travers un jeu 18 de rouleaux sous-jacents de guidage et de formation des ébauches métalliques. Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le jeu de rouleaux 18 est solidaire de la lingotière 10 et peut être démonté en bloc avec celle-ci.

Le tube de lingotière 14, qui est généralement constitué d'un tube en cuivre, est entouré d'un tube en acier coaxial 20 qui forme avec le tube de lingotière un espace cylindrique annulaire 22 dans lequel circule un liquide de refroidissement du tube de lingotière 14. Un autre espace cylindrique 24 est délimité autour du tube 20 par un second tube 26. Cet espace 24 est fermé vers le bas par une plaque annulaire 28 fixée aux deux tubes 20 et 26.

L'eau de refroidissement pénètre dans le circuit en 30 et ensuite dans l'interstice annulaire 22 entre le tube de lingotière 14 et le tube 20. Cet espace est très mince pour assurer une circulation rapide et un refroidissement efficace dans la tube de lingotière 14. L'eau de refroidissement remonte ainsi le long de la tube de lingotière pour déborder par le sommet du tube 20 et remplir l'espace annulaire 24. L'eau de refroidissement quitte cet espace 24 par débordement dans une conduite verticale non représentée aménagée le long de la paroi intérieure du tube 26 et ensuite à travers une conduite de sortie.

Autour du tube extérieur 26 se trouve un inducteur électromagnétique 32, connu en soi, pour réaliser le brassage électromagnétique du métal 16 dans le tube de lingotière 14. Le dispositif électromagnétique 32 peut être constitué par un seul ou plusieurs inducteurs.

Conformément à la présente invention, l'inducteur 32 n'est pas fixe, mais peut être déplacé verticalement entre une position élevée selon la figure 1 pour la coulée en jet libre et une position inférieure selon la figure 2 pour la coulée avec busette immergée. Les moyens de déplacement de l'inducteur 32 peuvent être constitués par tout moyen approprié connu en soi, par exemple trois tiges filetées verticales qui supportent l'inducteur 32 et qui peuvent être tournées en synchronisme par un moteur approprié.

Selon un mode de réalisation simple et efficace l'inducteur 32 coulisse verticalement dans plusieurs, par exemple trois tiges de guidage 50, la manoeuvre verticale se réalisant grâce à une grue non représentée. Dans l'exemple représenté les tiges 50 sont conçues pour positionner l'inducteur 32 dans trois positions verticales différentes définies par trois perforations radiales supérieures 52 et deux entailles inférieures 54.

Lorsque l'inducteur 32 est relevé dans la position selon la figure 1 il peut y être retenu en engageant manuellement une griffe non représentée dans l'entaille supérieure 54 et calé à l'aide d'une clavette non représentée engagée à travers la perforation supérieure.

Dans la position inférieure l'inducteur 32 repose sur le fond de la lingotière 10 et peut être claveté par la perforation inférieure 52. Si le mode de réalisation illustré permet une troisième position intermédiaire, non représentée, il est, bien entendu, possible de n'en prévoir que deux ou d'en prévoir davantage.

L'inducteur 32 peut également comporter un circuit de refroidissement séparé, ce qui est symbolisé par les flèches 34 et 36 pour l'admission et la sortie d'eau de refroidissement.

En outre le niveau de ménisque du métal liquide dans le tube de lingotière (14) peut être surveillé. Cette surveillance est effectuée à l'aide d'une source de radiation 38, par exemple une source au cobalt, aménagée dans la région supérieure de l'espace annulaire 24 et qui est associée à un scintillomètre 40 disposé du côté opposé du tube de lingotière 14. Pour réduire les risques d'irradiations du personnel, cette source de radiation 38 se trouve à l'intérieur d'une chemise cylindrique de protection 42, comme représenté plus en détail et en agrandi sur la figure 3. Cette chemise de protection 42 qui peut, par exemple, être en plomb, comporte une fente verticale 44 pour le passage des rayons. Cette chemise de protection 42 peut être tournée autour d'un axe vertical entre une position opérative représentée sur la figure 3, dans laquelle la fente 44 est dirigée sur le tube de lingotière 14 et une position de garage, non représentée dans laquelle la fente 44 est dirigée contre un bloc vertical d'absorption 46. Grâce à cette disposition, un opérateur peut effectuer des travaux au tube de lingotière 16 sans être exposé aux radiations de la source 38, ces radiations étant absorbées par le bloc de protection 46.

La mesure du niveau proprement dite ne sera pas expliquée plus en détail étant donné que l'utilisation d'une source de radiation pour la mesure d'un niveau est connue en soi.

Revendications

1. Lingotière d'une installation de coulée continue comprenant:

   un tube de lingotière (14) pour recevoir un métal en fusion (16);
   un circuit de refroidissement entourant le tube de lingotière (14) pour refroidir ce dernier;
   un inducteur électromagnétique (32) pour engendrer un mouvement giratoire du métal en fusion (16) dans le tube de lingotière (14) autour de l'axe de celui-ci, ledit inducteur électromagnétique (32) étant déplaçable verticalement par rapport au tube de lingotière (14); et

un circuit de refroidissement (34, 36) pour l'inducteur électromagnétique(32);

caractérisée en ce que
l'inducteur (32) avec son circuit de refroidissement (34, 36) et le tube de lingotière avec son circuit de refroidissement forment deux unités séparées, l'unité inducteur étant montée autour de l'unité tube de lingotière de façon à pouvoir coulisser en bloc axialement le long de l'unité tube de lingotière.

2. Lingotière selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit circuit de refroidissement entourant le tube de lingotière (14) comprend:

un tube intérieur (20), qui entoure le tube de lingotière (14) et forme avec ce dernier un premier espace annulaire (22) définissant une première section de passage pour un liquide de refroidissement,
un tube extérieur (26) qui entoure ledit tube intérieur (20) forme avec ce dernier un deuxième espace annulaire (24) définissant une deuxième section de passage pour un liquide de refroidissement, ladite première section de passage étant de loin inférieure à ladite deuxième section de passage.

3. Lingotière selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'elle est solidaire d'un jeu de rouleaux sous-jacents (18) et est démontable en bloc avec celui-ci.

4. Lingotière selon l'une quelconque des revendication 1 à 3, caractérisée par des tiges de guidages verticales (50) guidant l'unité inducteur axialement par rapport au tube de lingotière.

5. Lingotière selon la revendication 5, caractérisée par des moyens pour supporter l'unité inducteur (32) sur lesdites tiges de guidage verticales (50) dans différentes positions verticales prédéterminées.

6. Lingotière selon l'une quelconque des revendication 1 à 3, caractérisée par des tiges filetées verticales supportant l'unité inducteur (32).

7. Lingotière selon la revendication 6, caractérisée en ce que les tiges filetées verticales sont raccordées à un moteur de façon à pouvoir être tournées en synchronisme.

8. Méthode pour ajuster en hauteur l'unité inducteur (32) d'une lingotière selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée

en ce que l'on utilise une grue pour faire coulisser l'unité inducteur (32) dans des tiges de guidage (50) verticalement le long de l'unité tube de lingotière (14), et
en ce que l'on utilise des moyens mécaniques pour supporter l'unité inducteur (32) sur lesdites tiges de guidage (50) dans différentes positions verticales prédéterminées.

Claims

1. Ingot mould of a continuous casting plant comprising:

an ingot mould tube (14) for receiving a molten metal (16);
a cooling circuit surrounding the ingot mould tube (14) for cooling the latter;
an electromagnetic inductor (32) to create a gyratory motion of the molten metal (16) in the ingot mould tube (14) around the axis of the latter, the said electromagnetic inductor (32) being capable of being displaced vertically with respect to the ingot mould tube (14); and a cooling circuit (34, 36) for the electromagnetic inductor (32);

characterised in that
the inductor (32) with its cooling circuit (34, 36) and the ingot mould tube with its cooling circuit form two separate units, the inductor unit being mounted around the ingot mould tube unit so as to be able to slide axially en bloc along the ingot mould tube unit.

2. Ingot mould according to Claim 1, characterised in that the said cooling circuit surrounding the ingot mould tube (14) comprises:

an inner tube (20), which surrounds the ingot mould tube (14) and forms with the latter a first annular space (22) defining a first cross-section of flow for a cooling liquid,
an outer tube (26), which surrounds the said inner tube (20) and forms with the latter a second annular space (24) defining a second cross-section of flow for a cooling liquid, the said first cross-section of flow being much smaller than the second cross-section of flow.

3. Ingot mould according to Claim 2, characterised in that it is fixed to a set of subjacent rollers (18) and is capable of being dismantled en bloc with the said set of rollers.

4. Ingot mould according to any one of Claims 1 to 3, characterised by vertical guide rods (50) guiding the inductor unit axially with respect to the ingot mould tube.

5. Ingot mould according to Claim 5, characterised by means for supporting the inductor unit (32) on the

said vertical guide rods (50) in different predetermined vertical positions.

6. Ingot mould according to any one of Claims 1 to 3, characterised by vertical threaded rods supporting the inductor unit (32).

7. Ingot mould according to Claim 6, characterised in that the vertical threaded rods are connected to a motor so as to be capable of being rotated in synchronism.

8. Method for adjusting in height the inductor unit (32) of an ingot mould according to any one of Claims 1 to 5, characterised

in that a crane is used to make the inductor unit (32) slide in the guide rods (50) vertically along the ingot mould tube (14), and
in that mechanical means are used to support the inductor unit (32) on the said guide rods (50) in different predetermined vertical positions.

Patentansprüche

1. Kokille einer Stranggußanlage
mit

einer Kokillenröhre (14) zur Aufnahme eines geschmolzenen Metalls (16);
einem Kühlkreislauf, der die Kokillenröhre (14) umgibt, um sie zu kühlen;
einem elektromagnetischen Induktor (32) zur Erzeugung einer Drehbewegung des geschmolzenen Metalls (16) in der Kokillenröhre (14) um deren Achse,
wobei dieser elektromagnetische Induktor (32) gegenüber der Kokillenröhre (14) senkrecht verstellbar ist; sowie einem Kühlkreislauf (34, 36) für den elektromagnetischen Induktor (32);

dadurch gekennzeichnet, daß
der Induktor (32) mit seinem Kühlkreislauf (34, 36) und die Kokillenröhre mit ihrem Kühlkreislauf zwei getrennte Einheiten bilden, wobei die Induktoreneinheit so um die Kokillenröhreneinheit montiert ist, daß sie als ganzes in Achsrichtung an der Kokillenröhreneinheit entlang verschoben werden kann.

2. Kokille nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der die Kokillenröhre (14) umgebende Kühlkreislauf besteht aus:

einer inneren Röhre (20), die die Kokillenröhre (14) umgibt und mit ihr zusammen einen ersten ringförmigen Raum (22) bildet, der einen ersten Durchgangsquerschnitt für eine Kühlflüssigkeit beschreibt,
einer äußeren Röhre (26), die diese innere Röhre (20) umgibt, und mit ihr zusammen einen zweiten ringförmigen Raum (24) bildet, der einen zweiten Durchgangsquerschnitt für eine Kühlflüssigkeit beschreibt, wobei der erste Durchgangsquerschnitt bedeutend kleiner ist als dieser zweite Durchgangsquerschnitt.

3. Kokille nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie in einem Stück mit einem Satz darunterliegender Rollen (18) vorliegt und mit diesem komplett ausbaubar ist.

4. Kokille nach jedem einzelnen der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch senkrechte Führungsstangen (50), die die Induktoreneinheit gegenüber der Kokillenröhre in Achsrichtung führen.

5. Kokille nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch Mittel, um die Induktoreneinheit (32) auf diesen senkrechten Führungsstangen (50) in unterschiedlichen, vorher festgelegten senkrechten Stellungen festzuhalten.

6. Kokille nach jedem einzelnen der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch senkrechte Gewindestangen, die die Induktoreneinheit (32) tragen.

7. Kokille nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die senkrechten Gewindestangen an einen Motor angeschlossen sind, so daß sie synchron gedreht werden können.

8. Methode zur Höhenverstellung der Induktoreneinheit (32) einer Kokille nach irgend einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß

ein Kran verwendet wird, um die Induktoreneinheit (32) auf Führungsstangen (50) senkrecht an der Kokillenröhre (14) entlang zu verschieben,
sowie dadurch, daß mechanische Mittel verwendet werden, um die Induktoreneinheit (32) auf diesen Führungsstangen (50) in unterschiedlichen, vorher festgelegten senkrechten Stellungen festzuhalten.

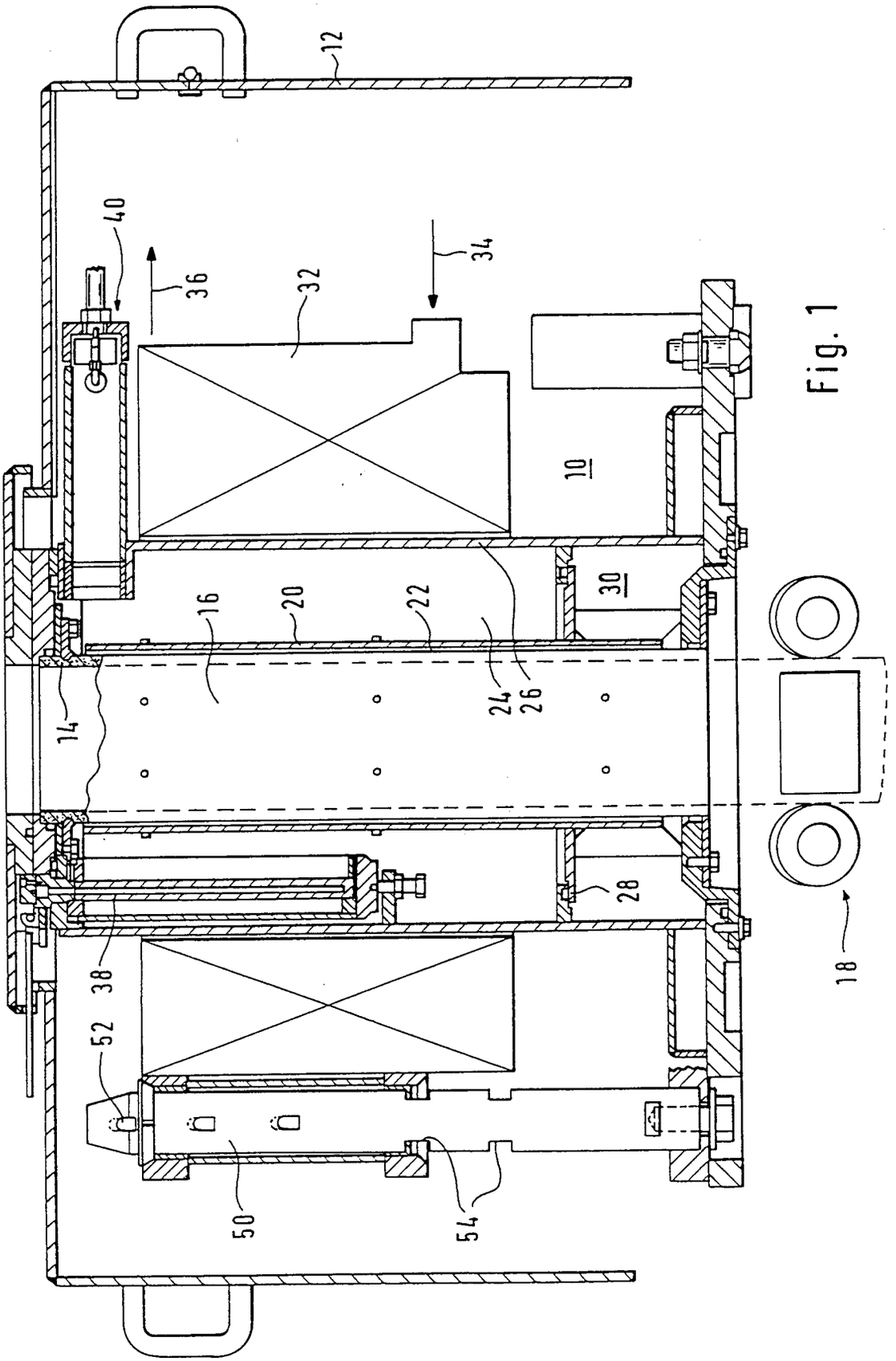


Fig. 1

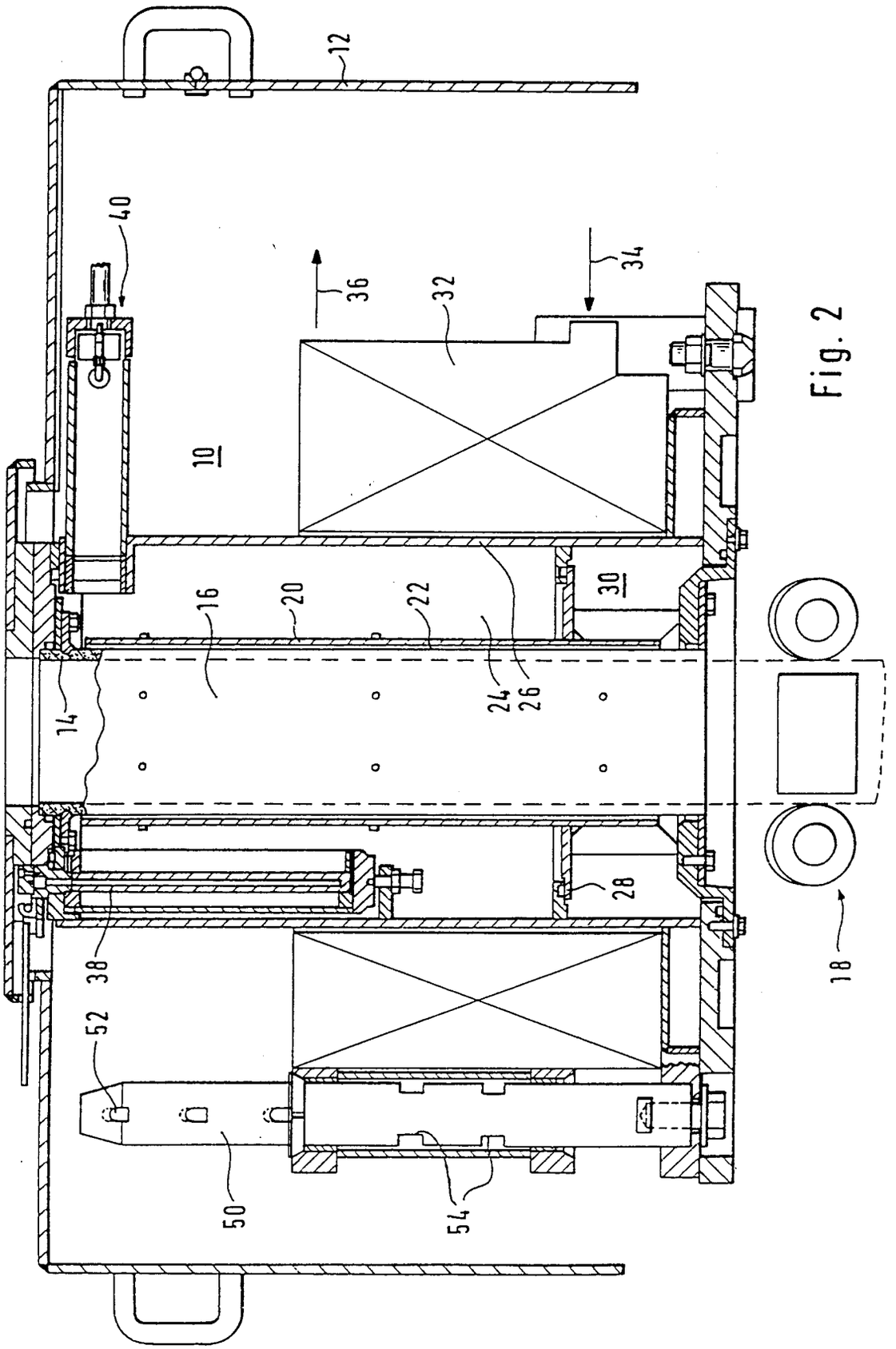


Fig. 2

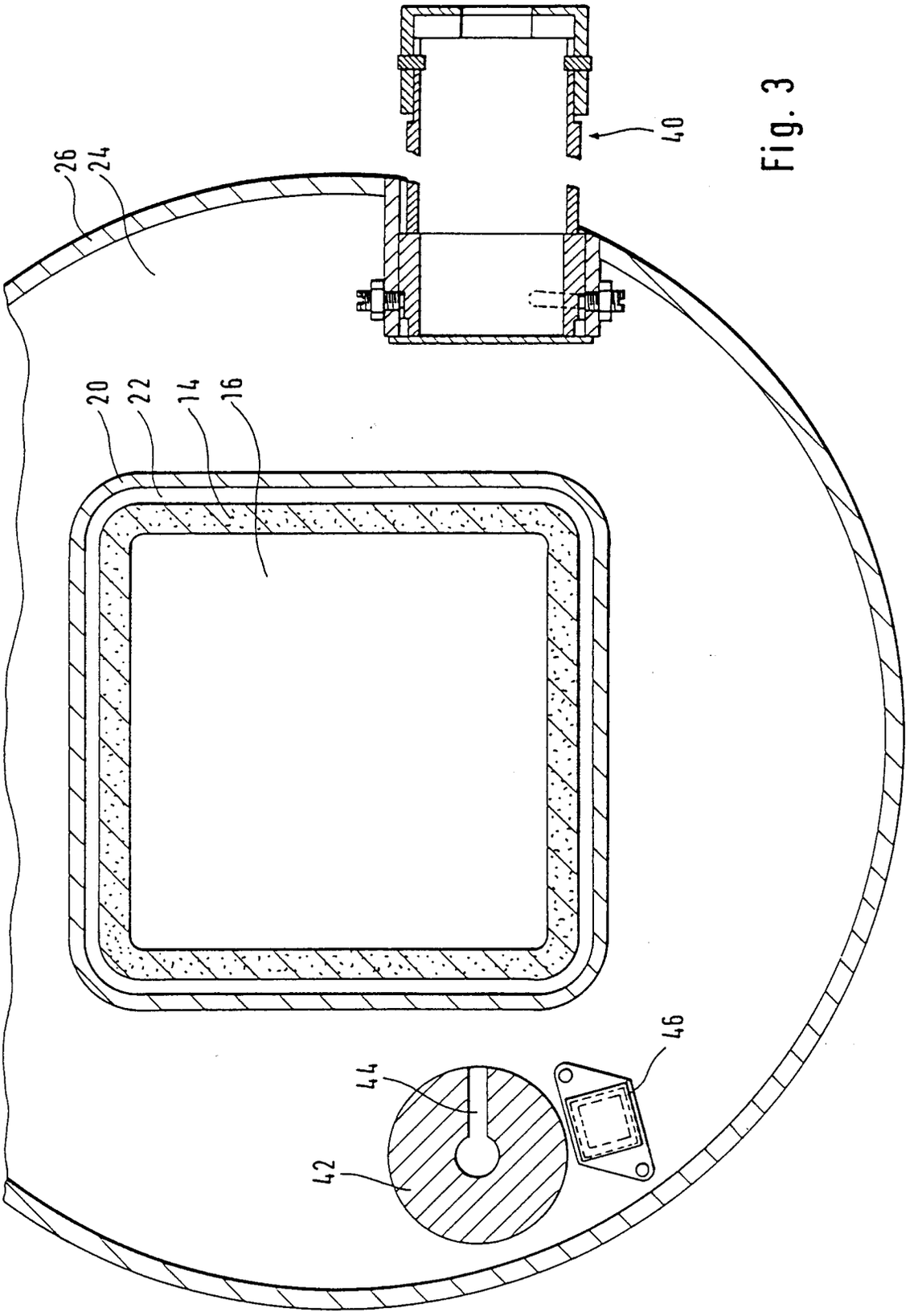


Fig. 3