



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 511 465 B2**

(12) **NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la décision concernant l'opposition:
03.12.2003 Bulletin 2003/49

(51) Int Cl.7: **B22D 11/10**, B22D 11/12,
G01F 23/28, B22D 11/20

(45) Mention de la délivrance du brevet:
24.09.1997 Bulletin 1997/39

(21) Numéro de dépôt: **92102888.2**

(22) Date de dépôt: **21.02.1992**

(54) **Dispositif de brassage électromagnétique en lingotière**

Elektromagnetische Rührereinrichtung 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:
04.11.1992 Bulletin 1992/45

(60) Demande divisionnaire:
97100231.6 / 0 778 098

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

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

(74) Mandataire: **Freylinger, Ernest T.**
Office Ernest T. Freylinger
234, route d'Arlon
B.P. 48
8001 Strassen (LU)

(56) Documents cités:

EP-A- 0 063 072	EP-A- 0 157 255
EP-A- 0 178 695	WO-A-91/12102
AT-B- 185 038	AT-C- 185 038
DE-A- 2 921 280	DE-A- 3 819 493
DE-C- 3 730 300	GB-A- 1 086 276
JP-A- 6 360 056	JP-A- 58 205 666
JP-A- 63 060 056	JP-U- 351 954
JP-U- 3 051 954	US-A- 3 153 820

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 6, no. 80 (M-129)(958) 19 Mai 1982
- **Siemens Zeitschrift** 51(1977), Heft 9, S. 755-757
- **Prospekt "Giessspiegelmessgerät LB 352" der Firma Berthold;**
- **Betriebsanleitung zum Gerät LB 352**
- **Lehrbuch "Stahlstrang-Giessanlagen" v. Dr.-Ing. Hans G. Baumann, 1976, S. 268-286**

Remarques:

Demande divisionnaire 97100231.6 déposée le 09/01/97.

EP 0 511 465 B2

Description

[0001] 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.

[0002] 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.

[0003] 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.

[0004] 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.

[0005] 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 piqures 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.

[0006] 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.

[0007] 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. La lingotière décrite ne comprend pas de moyens pour détecter le niveau du métal en fusion dans le tube de lingotière.

[0008] Le document GB-A-2021459 décrit une lingotière avec un inducteur extérieur essentiellement déplaçable horizontalement par rapport à un tube de lingotière vertical.

[0009] Le document EP-A-0063072 décrit une lingotière avec un inducteur fixe monté dans un caisson de refroidissement entourant le tube de lingotière. Un système de détection du niveau du métal en fusion dans le tube de lingotière comprend une source de rayonnement agencée à l'extérieur de l'inducteur. Une échancrure dans l'inducteur laisse passer le rayonnement évitant ainsi que l'inducteur ne constitue un écran pour le rayonnement.

[0010] Le document EP-A-0157255 décrit une lingotière avec un inducteur fixe. Cet inducteur comprend des bobines présentant des logements pour recevoir une source de rayonnement ou un détecteur formant un système de détection de niveau.

[0011] Le problème à la base de la présente invention est de développer une lingotière simple comprenant un inducteur déplaçable en hauteur et un moyen pour détecter le niveau du métal en fusion dans le tube de lingotière.

[0012] Ce problème est résolu par une lingotière selon la première revendication.

[0013] 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.

[0014] La lingotière est munie d'un détecteur du niveau de l'acier dans le tube de lingotière, qui est constitué d'une source de radiation cylindrique montée à l'intérieur du second tube et associée à un scintillomètre monté sur le côté opposé dudit second tube.

[0015] La source de radiation se trouve, de préférence, à l'intérieur d'une chemise cylindrique de protection en plomb pourvue d'une fente radiale et mobile autour de l'axe de ladite source entre une position angulaire dans laquelle la fente est dirigée sur le tube de lingotière et une position angulaire de garage dans laquelle la fen-

te est dirigée sur un bloc cylindrique en plomb s'étendant le long de ladite chemise.

[0016] La lingotière qui est constituée de la 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.

[0017] 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.

[0018] 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 tun-dish 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.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] L'inducteur 32 comporte 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.

[0027] Une autre particularité de la présente invention est la surveillance du niveau du ménisque du métal liquide dans le tube de lingotière 14. 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.

[0028] 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) recevant un métal en fusion (16),
un tube extérieur (26) entourant le tube de lingotière (14),
un circuit de refroidissement défini entre le tube extérieur (26) et le tube de lingotière (14),
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 séparé (34, 36) pour l'inducteur électromagnétique (32);

caractérisée par

un détecteur de niveau pour détecter le niveau du métal dans le tube de lingotière (14);
ledit détecteur de niveau comprenant une source de radiation (38) agencée entre ledit tube extérieur (26) et le tube de lingotière (14), et
l'inducteur électromagnétique (32) formant avec son circuit de refroidissement (34, 36) une unité de brassage qui est agencée à l'extérieur dudit tube extérieur (26) de façon à ce que des moyens de déplacement puissent la déplacer en bloc verticalement le long dudit tube extérieur (26).

2. Lingotière de coulée continue selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** ledit détecteur de niveau comprend un scintillomètre (40), ladite source de radiation (38) étant agencée d'un côté du tube de lingotière (14), et ledit scintillomètre (40) étant agencé du côté opposé du tube de lingotière (14).

3. Lingotière de coulée continue selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée**

en ce que un tube intérieur (20) 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,

en ce que ledit tube extérieur (26) entoure ledit tube intérieur (20) et forme avec ce dernier un

deuxième espace annulaire (24) définissant une deuxième section de passage pour un liquide de refroidissement,

en ce que ladite première section de passage est de loin inférieure à ladite deuxième section de passage, et

en ce que ladite source de radiation (38) est agencée dans ledit deuxième espace annulaire (24).

4. Lingotière selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisée**

en ce que la source de radiation (38) est munie d'une chemise cylindrique de protection (42) absorbant la radiation radioactive, et

en ce que cette chemise de protection (42) comporte une fente longitudinale (44) pour le passage de l'énergie émise par la source de radiation (38).

5. Lingotière selon la revendication 4, **caractérisée**

en ce que ladite chemise cylindrique de protection (42) est montée dans ledit circuit de refroidissement de façon à pouvoir être tournée autour de l'axe longitudinal de la source de radiation entre une première position, dans laquelle ladite fente longitudinale (44) est dirigée vers le tube de lingotière (14), et une deuxième position, dans laquelle ladite fente longitudinale (44) est dirigée vers un bloc d'absorption (46).

6. Lingotière selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée par** des tiges filetées verticales supportant l'inducteur.

7. Lingotière selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée par** des tiges de guidages verticales (50) pour l'inducteur.

8. Lingotière selon la revendication 7, **caractérisée par** des moyens pour supporter l'inducteur (32) dans différentes positions verticales prédéterminées sur lesdites tiges de guidage verticales (50).

Patentansprüche

1. Kokille einer Stranggussanlage bestehend aus

einer Kokillenröhre (14), die das geschmolzenen Metall (16) aufnimmt,
einer äusseren Röhre (26), die die Kokillenröhre (14) umgibt,
einem Kühlkreislauf, der von der äusseren

Röhre (26) und der Kokillenröhre (14) abgegrenzt wird,
 einem elektromagnetischen Induktor (32) zur Erzeugung einer Drehbewegung des geschmolzenen Metalls (16) in der Kokillenröhre (14) um deren Achse, wobei der elektromagnetische Induktor (32) im Verhältnis zur Kokillenröhre (14) senkrecht verstellbar ist, und einem getrennten Kühlkreislauf (34, 36) für den elektromagnetischen Induktor (32)

gekennzeichnet durch

einen Füllstandsmesser zur Ermittlung des Füllstandes des Metalls in der Kokillenröhre (14);

wobei der Füllstandsmesser eine Strahlenquelle (38) umfasst, die zwischen der äusseren Röhre (26) und der Kokillenröhre (14) angebracht ist, und

wobei der elektromagnetische Induktor (32) mit seinem Kühlkreislauf (34, 36) eine Röhreinrichtung bildet, welche außerhalb der äusseren Röhre (26) so angebracht ist, daß sie mittels einer Verstelleinheit am Stück an der äusseren Röhre (26) entlang senkrecht verstellbar ist.

2. Strangußkokille nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Füllstandsmesser ein Szintillometer (40) umfasst, wobei die Strahlenquelle (38) auf der einen Seite der Kokillenröhre (14) und das Szintillometer (40) auf der gegenüberliegenden Seite der Kokillenröhre (14) angebracht ist.

3. Strangußkokille nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**

daß eine innere Röhre (20) die Kokillenröhre (14) umgibt und mit dieser zusammen einen ersten ringförmigen Raum (22) bildet, der einen ersten Abschnitt für den Durchfluß einer Kühlflüssigkeit bestimmt,

daß die äussere Röhre (26) die innere Röhre (20) umgibt und mit dieser zusammen einen zweiten ringförmigen Raum (24) bildet, der einen zweiten Abschnitt für den Durchfluß einer Kühlflüssigkeit bestimmt,

daß der erste Durchflußabschnitt bedeutend kleiner ist als der zweite Durchflußabschnitt, und

daß die Strahlenquelle (38) innerhalb des zweiten ringförmigen Raums (24) angebracht ist.

4. Kokille nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Strahlenquelle (38) mit einem zylindrischen Schutzmantel (42) ausgestattet ist, der die radioaktive Strahlung absorbiert, und

daß der Schutzmantel (42) einen Längsspalt (44) aufweist, der die von der Strahlenquelle (38) abgegebene Energie austreten lässt.

5. Kokille nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,**

daß der zylindrische Schutzmantel (42) in dem Kühlkreislauf so montiert ist,

daß er zwischen einer ersten Stellung, in der der Längsspalt (44) auf die Kokillenröhre (14) gerichtet ist, und einer zweiten Stellung, in der der Längsspalt (44) auf einen Absorptionsblock (46) gerichtet ist, um die Längsachse der Strahlungsquelle gedreht werden kann.

6. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet durch** senkrechte Gewindestäbe, die den Induktor tragen.

7. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet durch** senkrechte Führungsstäbe (50) für den Induktor.

8. Kokille nach Anspruch 7, **gekennzeichnet durch** Vorrichtungen zum Tragen des Induktors (32) in verschiedenen, vorher festgelegten senkrechten Stellungen auf den senkrechten Führungsstäben (50).

Claims

1. Ingot mould of a continuous casting plant comprising

an ingot mould tube (14) receiving a molten metal (16),

an outer tube (26) surrounding the ingot mould tube (14), a cooling circuit defined between the outer tube (26) and the ingot mould tube (14); 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 separate cooling circuit (34,36) for the electromagnetic inductor (32);

characterised by

a level-detector to detect the level of the metal in the ingot mould tube (14);

the said level-detector comprising a source of radiation (38) located between the said outer tube (26) and the ingot mould tube (14), and the electromagnetic inductor (32) forming with

its cooling circuit (34,36) a stirring unit which is located outside the said outer tube (26) such that it can be vertically displaced en bloc along the said outer tube (26) by a displacement unit.

5

2. Ingot mould for continuous casting according to Claim 1, **characterised in that** the said level-detector comprises a scintillation counter (40), the said source of radiation (38) being located on one side of the ingot mould tube (14), and the said scintillation counter (40) being located on the opposite side of the ingot mould tube (14).

10

3. Ingot mould for continuous casting according to Claim 1 or 2, **characterised**

15

in that an inner tube (20) 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,

20

in that the said outer tube (26) 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,

in that the said first cross-section of flow is much smaller than the said second cross-section of flow, and

25

in that the said source of radiation (38) is located in the said second annular space (24).

30

4. Ingot mould according to Claim 1, 2 or 3, **characterised in that** the source of radiation (38) is equipped with a cylindrical protective jacket (42) absorbing the radioactive radiation, and

35

in that this protective jacket (42) has a longitudinal slit (44) for the passage of the energy emitted by the source of radiation (38).

5. Ingot mould according to Claim 4, **characterised in that** the said cylindrical protective jacket (42) is mounted in the said cooling circuit so that it can be rotated around the longitudinal axis of the source of radiation between a first position, in which the said longitudinal slit (44) is directed towards the ingot mould tube (14), and a second position, in which the said longitudinal slit (44) is directed towards an absorption block (46).

40

45

6. Ingot mould according to any one of Claims 1 to 5, **characterised by** vertical threaded rods supporting the inductor.

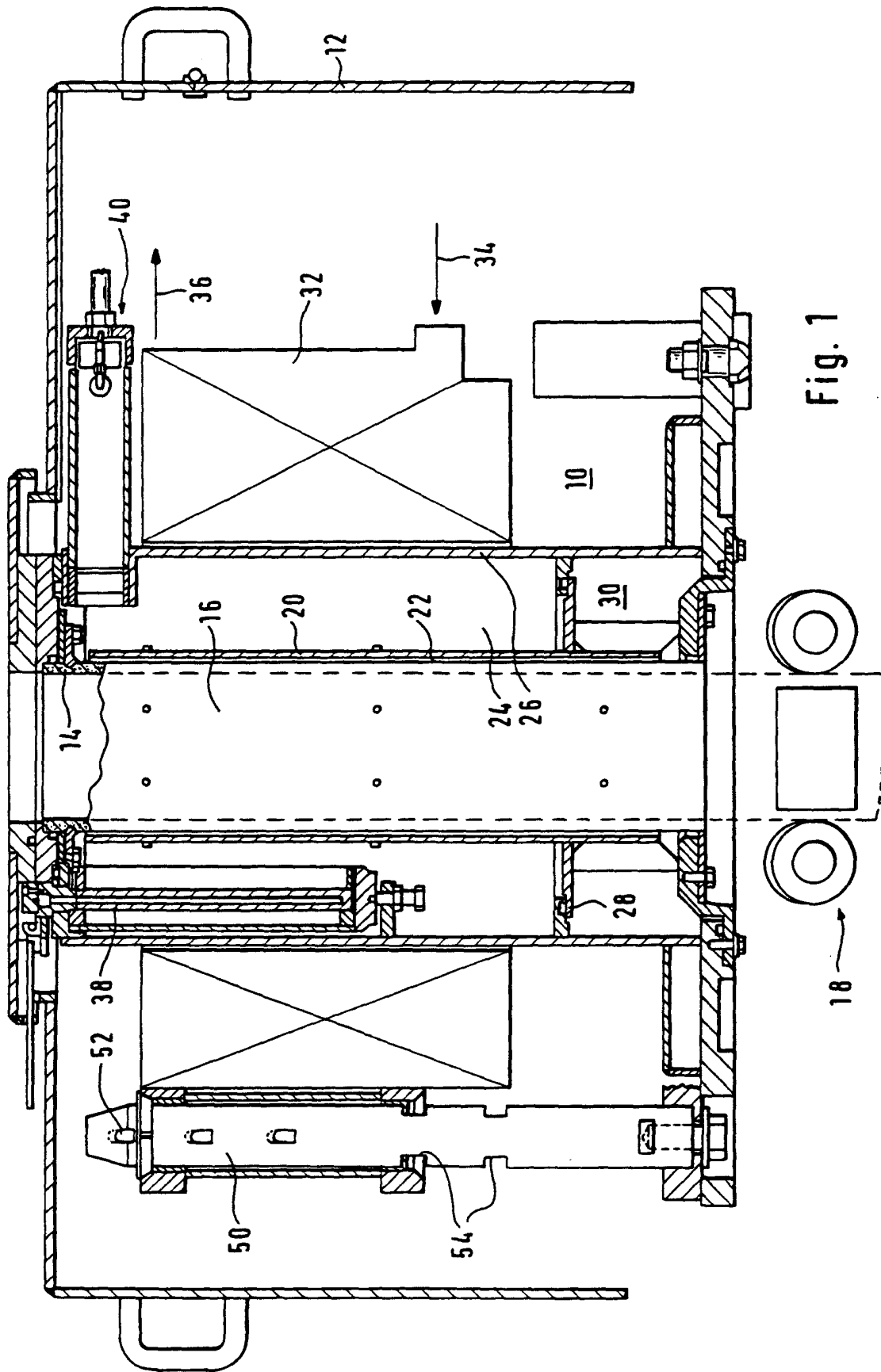
50

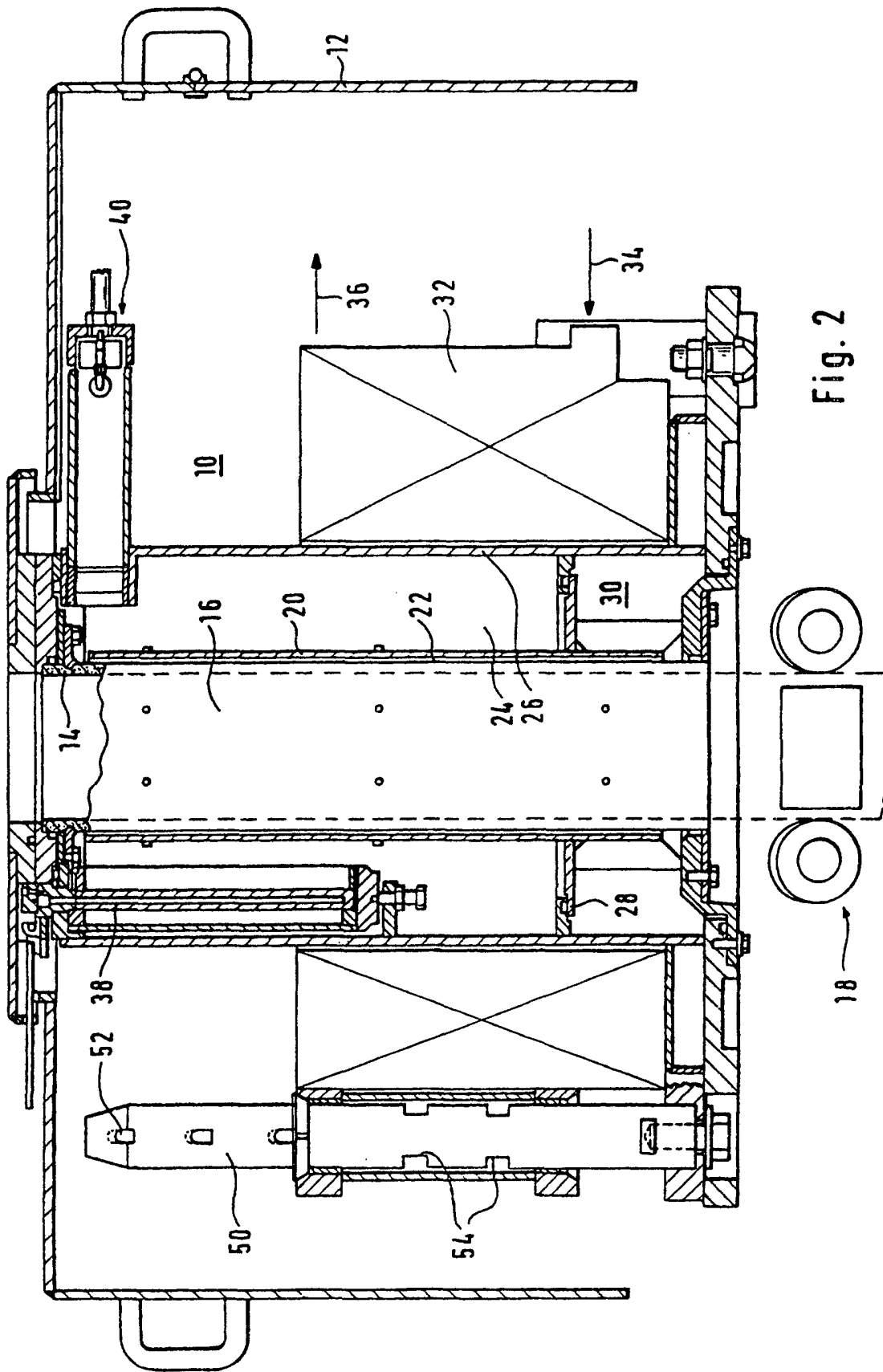
7. Ingot mould according to any one of Claims 1 to 5, **characterised by** vertical guide rods (50) for the inductor.

55

8. Ingot mould according to Claim 7, **characterised**

by means for supporting the inductor (32) in different predetermined vertical positions on the said vertical guide rods (50).





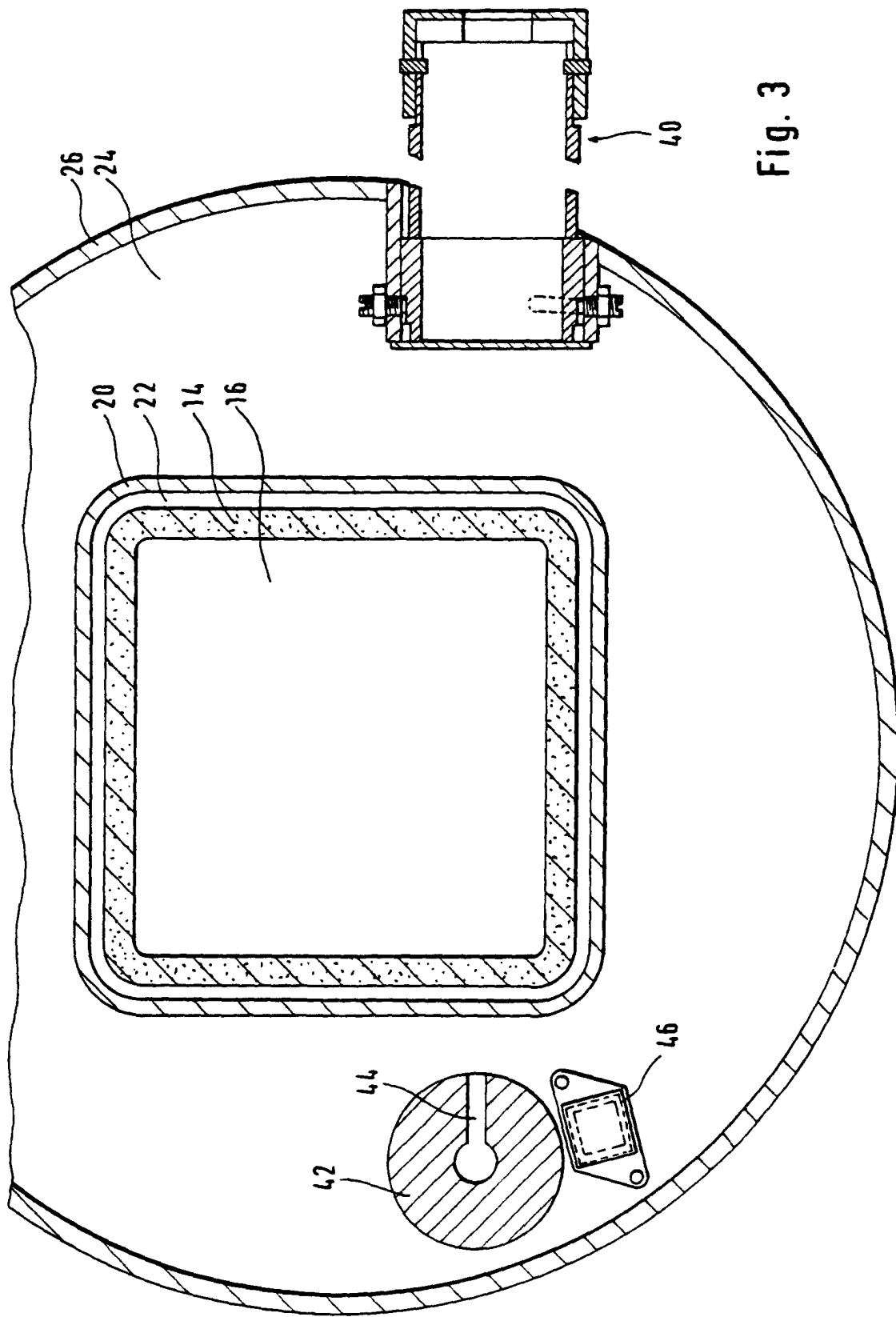


Fig. 3