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

(11) EP 1 453 626 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.02.2006 Patentblatt 2006/08

(21) Anmeldenummer: **02792874.6**

(22) Anmeldetag: **04.12.2002**

(51) Int Cl.:
B22D 41/08 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2002/013687

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/051560 (26.06.2003 Gazette 2003/26)

(54) **ZWISCHENGEFÄSS ZUR HERSTELLUNG EINES METALLSTRANGES HOHER REINHEIT**

TUNDISH FOR PRODUCTION OF A METAL STRIP OF HIGH PURITY

POCHE DE COULEE POUR PRODUIRE UNE BARRE METALLIQUE DE GRANDE PURETE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
RO

(30) Priorität: **14.12.2001 AT 19612001**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.09.2004 Patentblatt 2004/37

(73) Patentinhaber: **Voest-Alpine Industrieanlagenbau GmbH & Co**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
- **BRUMMAYER, Markus**
  A-4082 Aschach/Donau (AT)
- **ECKERSTORFER, Gerald**
  A-4020 Linz (AT)
- **HOHENBICHLER, Gerald**
  A-4484 Kronstorf (AT)
- **HÖDL, Heinz**
  A-4060 Leonding (AT)
- **MÖRWALD, Karl**
  A-4490 St. Florian (AT)

(74) Vertreter: **VA TECH Patente GmbH & Co**
Stahlstrasse 21 a
4020 Linz (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 010 743
US-A- 3 333 746
US-A- 4 715 586

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 210 (M-166), 22. Oktober 1982 (1982-10-22) & JP 57 115949 A (SHIN NIPPON SEITETSU KK), 19. Juli 1982 (1982-07-19)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 453 626 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Zwischengefäß mit einer feuerfesten Auskleidung für die Herstellung und Überleitung von Metallschmelze hoher Reinheit von einer Gießpfanne in die Kokille einer Stranggießanlage.

[0002] Beim Metallstranggießen, insbesondere beim Stranggießen von Stahl, wird zwischen der Gießpfanne und der Stranggießkokille üblicherweise ein Zwischengefäß eingesetzt, um Schwankungen in der Schmelzenzufuhr und bei der Abzugsgeschwindigkeit des Metallstranges aus der Stranggießanlage auszugleichen. Speziell beim Sequenzgießen ist es notwendig, eine ausreichend große Menge an Metallschmelze im Zwischengefäß vorrätig zu haben, um die Zeitspanne des Pfannenwechsels zu überbrücken.

[0003] Die Überleitung der Schmelze vom Zwischengefäß in die Kokille einer Stranggießanlage erfolgt üblicherweise durch eine Abflussöffnung im Zwischengefäßboden, dem ein regelbares Verschlussorgan, wie ein Schieber oder ein Stopfen, zugeordnet ist und im weiteren durch ein Tauchgießrohr oder eine Gießdüse. Die Kokille kann von unterschiedlichster Bauart sein, beispielsweise eine oszillierende Rohr- oder Plattenkokille, eine von einer einzelnen Gießwalze oder von zwei zusammenwirkenden Gießwalzen und Seitenplatten gebildeten Kokille oder eine von umlaufenden Bändern oder Raupen gebildete Kokille.

[0004] Bei mehrsträngigen Gießanlagen ist dieses Zwischengefäß als Verteilergefäß ausgebildet und versorgt über mehrere Schmelzenauslässe mehrere nebeneinander angeordnete Stranggießkokillen. Bei zweisträngigen Gießanlagen sind V-förmige Verteilergefäße bekannt.

[0005] Das Zwischengefäß dient üblicherweise weiters der Beruhigung der von der Gießpfanne zufließenden Metallschmelze und soll während der Verweildauer der Metallschmelze im Zwischengefäß die Abscheidung von Schlackepartikeln und sonstigen nichtmetallischen Einschlüssen ermöglichen. Um dies in ausreichendem Umfang sicherzustellen, wird das Fließverhalten der Metallschmelze häufig auch durch strömungsleitende Einbauten im Zwischengefäß gezielt beeinflusst. Derartig ausgeformte trogförmig Zwischengefäße sind beispielsweise aus der EP-B 804 306 und der EP-A 376 523 bereits bekannt.

[0006] Betrachtet man das Strömungs- und Temperaturverhalten in einem trogförmigen Zwischengefäß, wie er seit Jahrzehnten bei konventionellen Stahlherstellungsverfahren und Stranggießanlagen angewendet wird, genauer, so wird flüssiger Stahl aus der Gießpfanne über ein Schattenrohr in ein Verteiler- oder Zwischengefäß eingebracht. Der induzierte Stahlstrahl strömt in Richtung Zwischengefäßboden und trifft dort auf den flachen Boden der Zwischengefäßes oder eine Einrichtung zur Strömungsumlenkung, welche den Flüssigkeitsstrahl in Richtung Badspiegeloberfläche umlenkt und durch Dissipation kinetische Energie entzieht. Im Einlassbereich gelangt die Strömung meist wieder an die Badspiegeloberfläche, wandert entlang dieser und taucht entlang der schmalen Rückwand und entlang der Seitenwände des trogförmigen Zwischengefäßes wieder ab. Dadurch werden je nach Gefäßform im wesentlichen zwei gegendrehende Rezirkulationswalzen (Aufwärtsströmung in Längs-Mittelschnitt) induziert, welche in Richtung Auslassöffnung wandern. Die Stahltemperatur sinkt durch Wärmeverlust über die Seitenwände und die Badspiegeloberfläche in Richtung zur Auslassöffnung hin ab, wobei der Temperaturverlust zwischen Zufuhr- und Auslassstelle vom Durchsatz abhängig ist.

[0007] Die möglichst effizient abzuscheidenden Fremdstoffe in der Metallschmelze stammen einerseits aus dem Stahlerzeugungsprozess und werden bei der Überleitung der Metallschmelze aus der Gießpfanne in das Zwischengefäß gespült. Andererseits werden auch im Zwischengefäß selbst Fremdstoffe in die Metallschmelze eingetragen. Diese stammen aus dem feuerfesten Ausmauerungsmaterial des Zwischengefäßes bzw. aus der meist verwendeten Flüssigstahl-Abdeckschlacke und werden einerseits durch mechanische Erosion infolge von Wandschubspannungen oder durch chemische Erosion infolge von Reoxidationsprozessen abgetragen und eingeschwemmt. Andererseits entstehen Schlackeneinschlüsse durch Resuspension wegen hoher Badspiegelgeschwindigkeiten und erhöhter Oberflächenturbulenzen.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die geschilderten Nachteile zu vermeiden und ein Zwischengefäß zur Herstellung eines Metallstranges vorzuschlagen, bei dem der Partikel-Neueintrag in die Metallschmelze innerhalb des Zwischengefäßes minimiert und insgesamt eine möglichst hohe Abscheiderate aller in der Metallschmelze enthaltenen Einschlüsse erzielt wird und so der Kokille eine Schmelze mit möglichst hoher Reinheit zugeführt wird.

[0009] Diese Aufgabe wird bei einem erfindungsgemäßen Zwischengefäß mit einer feuerfesten Ausmauerung dadurch gelöst, dass ein ausgemauerter Innenraum des Zwischengefäßes in Abhängigkeit von einer Betriebs-Badspiegelhöhe (h) die Bedingung erfüllt, dass ein dimensionsloses Verhältnis (κ) der von der Metallschmelze benetzten ausgemauerten Oberfläche (A_{ref}) zum von dieser ausgemauerten Oberfläche und der badspiegelhöhenabhängigen freien Oberfläche (A_{Top}) umgrenztes Füllvolumen (V), welches sich aus der Beziehung $\kappa = \frac{A_{ref}}{(V)^{\frac{2}{3}}}$ ergibt, zwischen 3,83 und 4,39 liegt.

[0010] Vorzugsweise liegen diese Werte für das dimensionslose Verhältnis κ zwischen 3,83 und 4,2.

[0011] Das dimensionslose Verhältnis κ, welches einen volumetrischen Benetzungsgrad definiert, lässt er-

kennen, dass die Kontaktfläche zwischen Ausmauerung und Metallschmelze in Relation zur Menge der im Zwischengefäß vorrätigen Metallschmelze möglichst klein gehalten werden soll. Gleichzeitig darf jedoch nicht unberücksichtigt bleiben, dass für eine maximale Partikelabscheidung eine entsprechende Abscheidefläche notwendig ist. Analysen verschiedenster Zwischengefäßformen haben ergeben, dass optimale Partikelabscheideraten mit Gefäßformen erreicht werden können, bei denen das Verhältnis κ im beanspruchten Bereich liegt. Die angegebenen Bereichsgrenzen ergeben sich aus der Geometrie einer Halbkugel $\left(\kappa = \frac{2.\pi}{\left(\frac{2}{3}\pi\right)^{2/3}} \equiv 3{,}83\right)$ und der Geometrie eines stehenden Kreiszylinders, bei dem der Radius der kreisförmigen Grundfläche gleich der Höhe des Zylinders ist ($\kappa = 3\pi^{1/3} \equiv 4{,}39$).

[0012] Eine hohe Partikelabscheidung stellt sich ein, wenn zusätzlich der ausgemauerte Innenraum des Zwischengefäßes in Abhängigkeit von der Betriebs-Badspiegelhöhe (h) der Bedingung genügt, dass das Verhältnis (ζ) der freien Oberfläche (A_{Top}) zur von der Metallschmelze benetzten ausgemauerten Oberfläche (A_{ref}) zwischen 0,45 und 1,0 liegt. Das dimensionslose Verhältnis ζ, welches die freie Oberfläche, die als Partikel-Abscheidungsfläche wirkt, in Relation setzt zur benetzten Ausmauerungsfläche, die als Partikel-Erzeugungsfläche wirkt, lässt erkennen, dass beim bevorzugten Bereich ein Ausgleich in den gegensätzlichen Wirkungen auftritt. Eine günstige Partikelabscheiderate stellt sich bei einem Verhältnis ζ zwischen 0,5 und 0,8 ein.

[0013] Die oben ermittelten κ- und ζ-Werte berücksichtigen keine zusätzlichen Zwischengefäß-Einbauten, wie Strömungsumlenker, Wehre etc.

[0014] Zur Sicherung einer hohen Partikelabscheidung ist es zweckmäßig, dass die Betriebs-Badspiegelhöhe zwischen 0,5 m und 1,5 m beträgt.

[0015] Die Anforderung an eine hohe Partikelabscheidung aus der Metallschmelze im Zwischengefäß wird beim Sequenzguss auch während der Phase des Pfannenwechsels sicher gewährleistet, wenn das Füllvolumen des Innenraumes des Zwischengefäßes mindestens die 5-fache, vorzugsweise mindestens die 7-fache Metallschmelzenmenge enthält, die im Regelbetrieb je Minute vergossen wird.

[0016] Um günstige Abscheideraten zu realisieren, beträgt das Füllvolumen des Innenraumes des Zwischengefäßes mindestens 0,75m^3, vorzugsweise jedoch mindestens 1,0 m^3. Damit ist bei Gießraten von 60 bis 100 t Stahl/h bereits eine ausreichende Verweildauer der Schmelze im Zwischengefäß gewährleistet. Für höhere Gießraten sind höhere Mindestvolumina zu empfehlen.

[0017] Die erfindungsgemäß beanspruchten möglichen Ausformungen eines Zwischengefäßes vereinen folgende gegensätzlichen Anforderungen:

- eine maximale Partikelabscheidungsrate, die eine möglichst große Abscheidungsfläche bzw. Badspiegeloberfläche impliziert,
- eine minimale mit Metallschmelze benetzte Angriffsfläche aus Feuerfestmaterial, die die Entstehung von zusätzlichen Einschlüssen minimiert,
- eine Minimierung der Badspiegelgeschwindigkeiten und Oberflächenturbulenzen, durch die die Entstehung von Schlackeneinschlüssen reduziert wird,
- eine minimale Absenkung des Badspiegels bei instationärem Betriebsverhalten, wie beispielsweise Sequenzguss,
- eine Reduzierung der Wärmeverluste im Vergleich zu konventionellen Zwischengefäßen nach dem Stand der Technik,
- ermöglicht einen Kurzschlussbetrieb, d. h. ein überwiegender Teil der Metallschmelze durchströmt das Zwischengefäß auf möglichst kurzem Weg zwischen Schmelzenzulauf und Auslassöffnung.

[0018] Bevorzugte Formen des Zwischengefäßes ergeben sich, wenn der ausgemauerte Innenraum des Zwischengefäßes im wesentlichen von einer um eine vertikale Gefäßachse rotierenden Erzeugenden gebildet ist. Dadurch entstehen rotationssymmetrische Gefäßinnenräume.

[0019] Die optimale Form, die für ein gegebenes Zwischengefäßvolumen eine maximale Oberfläche zur Abscheidung von Einschlüssen in die badbedeckende Schlacke besitzt und zugleich eine minimale, mit Metallschmelze benetzte, Angriffsfläche für mechanische und chemische Erosion bildet, ist von einer Halbkugel bzw. einem Halbkugelsegment gebildet. Für die Halbkugelsegmentform lässt sich ein allgemein gültiger Zusammenhang für das theoretisch ideale Flächenverhältnis von Badspiegeloberfläche zu benetzter Feuerfestausmauerung angeben:

$$\zeta = \frac{1}{1 + \left(\frac{h}{R}\right)^2} \quad \text{mit} \quad h/R \leq 1$$

wobei h der Betriebs-Badspiegelhöhe und R dem Badspiegelradius entspricht.

Für den Fall h/R = 1 liegt eine Halbkugelgeometrie vor und es gilt ζ = 0,5. Verringert man z.B. das Verhältnis h/R auf 0,6, so vergrößert sich bei gleichbleibendem Verteilervolumen das Verhältnis von Badspiegelfläche zu der mit Flüssigstahl benetzten Ausmauerungsfläche auf ζ = 0,73. Wählt man für ein bestimmtes Zwischengefäßvolumen daher eine Kugelsegmentgeometrie (h/R<1), so ist mit einer zusätzlichen Steigerung der Reinigungswirkung zu rechnen.

[0020] Weitere mögliche Formen ergeben sich, wenn der ausgemauerte Innenraum des Zwischengefäßes im wesentlichen von einer um eine vertikale Gefäßachse rotierenden Erzeugenden mit wechselndem, vorzugsweise harmonisch pulsierendem Abstand (r) von der vertikalen Gefäßachse gebildet ist. Damit sind normal zur vertikalen Gefäßachse elliptische Querschnitte, aber auch Querschnitte mit einer beliebig anderen Außenkontur, beispielsweise ein quadratischer Querschnitt mit großen Ausrundungsradien oder polygonale Querschnitte möglich.

[0021] Günstige Formen für das Zwischengefäß ergeben sich, wenn das Zwischengefäß zumindest abschnittsweise einen halbkugelförmigen, kegelstumpfförmigen, drehparaboloidförmigen oder zylinderförmigen Innenraum aufweist und hierbei der Querschnitt des Zwischengefäß-Innenraumes in einer normal zur vertikalen Gefäßachse gelegten Schnittebene zumindest abschnittsweise kreisförmig oder elliptisch ausgebildet ist.

[0022] Um den gesamten Innenraum des Zwischengefäßes für die Partikelabscheidung optimal nutzen zu können, ist für die Schmelzenzufuhr ein in das Zwischengefäß ragendes Tauchrohr vorgesehen, am Zwischengefäßboden unterhalb des Tauchrohres ein Strömungslenker und die Auslassöffnung an einem vom Strömungslenker beabstandeten und mindestens den halben Bodendurchmesser entfernten Stelle des Zwischengefäßbodens angeordnet.

[0023] Das erfindungsgemäße Zwischengefäß kann auch im Kurzschlussbetrieb betrieben werden, wodurch insbesondere der Eintrag von Schadpartikel aus der Zwischengefäßausmauerung gering gehalten wird. Unter Kurzschlussbetrieb ist eine Verfahrensweise zu verstehen, bei welcher die aus der Gießpfanne in das Zwischengefäß bzw. den Innenraum eines Zwischengefäßes einfließende Metallschmelze dieses auf kurzem Weg durchströmt und durch die Austrittsöffnung des Zwischengefäßes oder des Innenraumes des Zwischengefäßes wieder ausfließt. Hierbei stellt sich ein Strömungsverlauf in diesem Innenraum ein, bei dem ein großer Anteil der zuströmenden Metallschmelze keinen Umwälzströmungen im Zwischengefäß unterliegt, sondern lediglich geringe Strömungsumlenkungen auf dem weitgehend direkten Weg vom Schmelzeneintritt zum Schmelzenaustritt erfährt. Dies wird dadurch erreicht, dass der Horizontalabstand zwischen dem in das Schmelzenvolumen im wesentlichen vertikal eintretenden Metallschmelzenstrahl und dem aus dem Schmelzenvolumen im wesentlichen vertikal austretenden Metallschmelzenstrahl auf weniger als den halben Bodendurchmesser des Innenraumes eingestellt wird.

[0024] Insbesonders im Fall, wenn durch das erfindungsgemäße Zwischengefäß mehrere nebeneinander angeordnete Strangadern einer Stranggießanlage mit Schmelze zu versorgen sind und die Schmelze somit auf mehrere Kokillen zu verteilen ist, umfasst das Zwischengefäß ein Schmelzen-Zuführbecken und mindestens ein Schmelzen-Ableitbecken, wobei jedes Schmelzen-Ableitbecken durch einen Transportkanal, vorzugsweise einen Überlauf, vom Schmelzen-Zuführbecken getrennt ist und jedes Schmelzen-Ableitbecken einen Innenraum des Zwischengefäßes begrenzt. Diese Art eines Zwischengefäßes, bei dem die Schmelze zwei hintereinander gereihte Becken durchfließt, wird der Bereich der Schmelzenzufuhr aus der Gießpfanne vom Bereich der Schmelzenableitung in die Kokille nicht nur räumlich sondern auch baulich getrennt und somit eine zusätzliche Kontinuität im Strömungsverhalten ermöglicht. Der Verbindungsbereich zwischen Schmelzen-Zuführbecken und Schmelzen-Ableitbecken kann durch einen Überlauf erfolgen oder durch einen Transportkanal, der auch unterhalb des Badspiegels angeordnet sein kann. Die vorstehend beschriebenen geometrischen Bedingungen für die Ausgestaltung des Innenraumes muss zumindest vom Schmelzen-Ableitbecken erfüllt sein. Zu einer Verringerung des Fremdstoffeintrages aus der Ausmauerung des Zwischengefäßes wird zusätzlich beigetragen, wenn das Schmelzen-Zuführbecken einen Innenraum des Zwischengefäßes begrenzt und die Bedingungen des dimensionslosen Verhälnisses (κ) und gegebenenfalls zusätzlich auch des dimensionslosen Verhältnisses (ζ) erfüllt. Dem Schmelzen-Zuführbecken ist einStrömungslenker und dem Schmelzen-Ableitbecken ist zumindest eine Auslassöffnung zugeorgnet.

[0025] Zur leichten Manipulation des erfindungsgemäßen Zwischengefäßes, insbesondere dessen Vorbereitung auf den Guss und dessen genaue Positionierung über dre Kokillenöffnung, ist das Zwischengefäß auf einem vorzugsweise Hub- und/oder Kippeinrichtungen aufweisenden Verteilerwagen abgestützt, der einen Fahrantrieb aufweist und auf einer Fahrbahn zwischen einer Betriebsposition und einer Warteposition verfahren ausgebildet ist.

[0026] Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, wobei auf die beiliegenden Figuren Bezug genommen wird, die folgendes zeigen:

Fig. 1	eine schematische Darstellung einer Stranggießanlage mit dem erfindungsgemäßen Zwischengefäß,
Fig.2a, 2b	das erfindungsgemäße Zwischengefäß in Grund- und Aufriss nach einer ersten Ausführungsform,
Fig. 3a, 3b	das erfindungsgemäße Zwischengefäß in Grund- und Aufriss nach einer zweiten Ausführungsform,
Fig. 4a, 4b	das erfindungsgemäße Zwischengefäß für eine zweisträngige Gießanlage in Grund- und Aufriss
Fig. 5	das erfindungsgemäße Zwischengefäß auf einem Verteilerwagen
Fig. 6	das erfindungsgemäße Zwischengefäß im Kurzschlussbetrieb.

[0027] Aus Fig. 1 ist die Anordnung eines erfindungsgemäßes Zwischengefäß 1 in seiner Betriebsposition zwischen einer Gießpfanne 2 und einer Kokille 3 in einer Stranggießanlage, die durch die Kokille 3 und den aus ihr ausgeförderten Gussstrang 13 angedeutet ist, schematisch dargestellt. Die Gießpfanne 2 ist in Gabelarmen 4 eines Pfannendrehturmes abgesetzt, der durch die vertikale Drehturmachse 5 angedeutet ist. Durch ein Tauchgießrohr 6, welches an die Auslassöffnung 7 der Gießpfanne 2 anschließt und in das Zwischengefäß 1 ragt, fließt Metallschmelze aus der Gießpfanne 2 in das Zwischengefäß 1 und tritt dort unterhalb des Badspiegels 8 aus. Von hier wird die Metallschmelze durch eine Auslassöffnung 9 und ein weiteres Tauchgießrohr 10 in die Kokille 3 übergeleitet und tritt dort unterhalb des Kokillen-Badspiegels 11 aus. Der Schmelzendurchfluss im Tauchgießrohr 10 wird durch ein regelbares Verschlussorgan 12, beispielsweise einen Schieber, geregelt. In der gekühlten Kokille 3 erstarrt die Metallschmelze zu einem Gussstrang 13, der in einer nicht dargestellten Rollenführung einer Stranggießanlage kontinuierlich ausgefördert wird.

[0028] Das Zwischengefäß 1 besteht, wie die Fig. 2a und 2b zeigen, aus einer Stahlwanne 15, welche einen äußeren stabilen Gefäßrahmen bildet und einer feuerfesten Ausmauerung 16 als Isolationsschicht, deren innere Oberfläche die Kontaktfläche zur Metallschmelze 17 bildet und den Innenraum 14 des Zwischengefäßes formt. Vom Zwischengefäßboden 18 ragt die Zwischengefäßwand 19 um eine vertikale Gefäßachse 20 rotationssymmetrisch angeordnet nach oben und bildet einen kugelsegmentförmigen Innenraum 14. Der Innenraum 14 wird, geometrisch betrachtet, von einer um die vertikale Gefäßachse 20 rotierenden Erzeugenden E mit konstantem Abstand r gebildet. Am Zwischengefäßboden 18 ist in möglichst großem Abstand von der vertikalen Gefäßachse 20 ein Strömungslenker 21 unterhalb des Tauchgießrohres 6 angeordnet. Am gegenüberliegenden Rand des Zwischengefäßbodens 18 befindet sich eine Auslassöffnung 9, an die, an der Stahlwanne 15 des Zwischengefäßes befestigt, ein als regelbarer Schieber ausgebildetes Verschlussorgan 12 und danach ein Tauchgießrohr 10 anschließt. Der Strömungslenker 21 und die Auslassöffnung 9 sind daher soweit als möglich voneinander entfernt.

[0029] Von der Metallschmelze 17 wird im Innenraum 14 des Zwischengefäßes 1 ein Füllvolumen (V) ausgefüllt, wobei die freie Oberfläche (A_{Top}) der Metallschmelze den Badspiegel 8 ausbildet, der sich auf der Betriebs-Badspiegelhöhe (h) befindet und von einer Schlakkenschicht 22 bedeckt ist, in die aus der Metallschmelze kontinuierlich Fremdpartikel abgeschieden werden. Im Zwischengefäß 1 wird ein Teilbereich der Oberfläche der feuerfesten Ausmauerung 16 von Metallschmelze 17 benetzt und diese benetzte ausgemauerte Oberfläche (A_{ref}) ist besonders hoher thermischer Belastung und chemischer sowie mechanischer Erosion ausgesetzt. Aus der Ausmauerung 16 werden kontinuierlich Partikel in die Metallschmelze 17 ausgeschwemmt und mit der Schmelzenströmung am Übergang zur Schtackenschicht 22 an diese wieder abgegeben.

[0030] Die Fig. 3a und 3b zeigen eine weitere Ausführungsform eines möglichen Zwischengefäßes, bei dem jede normal zur vertikalen Gefäßachse 20 Querschnittsfläche, wie im Grundriss erkennbar, von einer Ellipse gebildet wird. Die Innenkontur ergibt sich geometrisch durch Rotation einer Erzeugenden (E) um die vertikale Gefäßachse 20, wobei der Radiusabstand (r) der Erzeugenden von der vertikalen Gefäßachse als Funktion des Drehwinkels (φ) variiert. Auch hier sind der Strömungslenker 21 und die Auslassöffnung 9 soweit als möglich voneinander entfernt, um günstige Strömungsverhältnisse im Innenraum 14 zu schaffen und eine hohe Partikel-Abscheiderate zu sichern.

[0031] Das Zwischengefäß kann auch von mehreren Aufnahmebecken für Metallschmelze gebildet sein. Die Fig. 4a und 4b zeigen in Grund- und Aufriss ein Zwischengefäß bzw. Verteilergefäß für eine zweisträngige Gießanlage, wobei die beiden Gießadem 23 durch strichlierte Linien angedeutet sind. Das Zwischengefäß ist im Grundriss V-förmig von drei zusammenhängenden Aufnahmebecken gebildet. Ein Schmetzen-Zuführbecken 25 ist zentral angeordnet und mit zwei Schmelzen-Ableitbecken 26 zu einer Baueinheit verbunden.

[0032] Im Schmelzen-Zuführbecken 25 ist ein Strömungslenker 21 in den Boden der feuerfesten Auskleidung eingelassen. Das Zwischengefäß ist hierbei, analog wie in Fig. 1 dargestellt, während des Betriebes so positioniert, dass der Tauchausguss 6 der Gießpfanne 2 genau über dem Strömungslenkers 21 liegt. Jedes Schmelzen-Ableitbecken 26 ist am Gefäßboden von einer Auslassöffnung 9 durchsetzt, die im Gießbetrieb über der Kokille 3 positioniert ist. Das an die Auslassöffnung 9 anschließende Tauchgießrohr 10 ragt hierbei in den Formhohlraum der Kokille 3. Der Vertikalschnitt durch das Zwischengefäß entlang der Linie A-B zeigt einen von einer feuerfesten Ausmauerung gebildeten Überlauf 27 zwischen dem Schmelzen-Zuführbecken 25 und dem Schmelzen-Ableitbecken 26. Der Badspiegel 8 der Metallschmelze 17 überragt hierbei den Überlauf 27, sodass die im Schmelzen-Zulaufbecken 25 vorberuhigte Metallschmelze in langsamer Strömung in das Schmelzen-Ableitbecken 26 fließen kann und dort eine weitere Partikelabscheidung stattfinden kann, bevor die Metallschmelze durch die Auslassöffnung 9 in die Stranggießkokille 3 strömt. Sowohl das Schmelzen-Zuführbecken 25 als auch die beiden Schmelzen-Ableitbekken 26 bilden einen kugelsegmentförmigen Innenraum 14 aus.

[0033] Wie bereits bei konventionellen Stranggießanlagen üblich, ist das erfindungsgemäße Zwischengefäß, gleichermaßen wie konventionelle Zwischengefäße bisher, auf einen Verteilerwagen 30 mittels Hub- und/oder Kippeinrichtungen 31 höhenverstellbar und gegebenenfalls auch kippbar abgestützt und zwischen einer Betriebsposition, bei der das Tauchgießrohr in die Kokille

ragt, und einer Wartungsposition, in der das Zwischegefäß aufgeheizt und für seinen Einsatz vorbereitet wird, zumeist schienengebunden auf einer Fahrbahn 32 verfahrbar (Fig. 5). Der Verteilerwagen 30 ist mit einem Fahrantrieb 33 ausgestattet.

[0034] Das Zwischengefäß ist üblicherweise mit einem Deckel verschlossen, um eine Abkühlung der Schmelze durch Wärmestrahlung weitgehend zu vermeiden.Soweit notwendig, sind zusätzliche Einbauten im Zwischengefäß möglich, die die Schmelzenströmung günstig beeinflussen. Das Überleiten der Metallschmelze zwischen den benachbarten Schmelzenbecken kann auch unterhalb des Badspiegels der eingefüllten Schmelzen durch einen oder mehrere rohrförmige Transportkanäle erfolgen, wobei sich der Vorteil ergibt, dass die Schlackenschicht nur in sehr geringem Maße einer Strömungsbewegung unterliegt.

[0035] In Fig. 6 ist der weiter oben bereits beschriebene Kurzschlussbetrieb anschaulich am Zwischengefäß dargestellt. In das Zwischengefäß 1 strömt die Metallschmelze durch das Tauchgießrohr 6 der Gießpfanne in den Innenraum 14 und fließt auf kurzem Weg, der durch Strömungslinien 35 angedeutet ist, zur Auslassöffnung 9 und verlässt dort wieder das Zwischengefäß. Der Horizontalabstand H zwischen der in vertikaler Richtung in den Innenraum 14 eintretenden und ebenfalls wieder in vertikaler Richtung aus dem Innenraum 14 austretenden Metallschmelze ist hierbei geringer als der halbe Durchmesser d des Zwischengefäßbodens 18.

Patentansprüche

1. Zwischengefäß mit einer feuerfesten Ausmauerung (16) für die Herstellung und Überleitung von Metallschmelze, vorzugsweise Stahlschmelze, hoher Reinheit von einer Gießpfanne (2) in die Kokille (3) einer Stranggießanlage, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein ausgemauerter Innenraum (14) des Zwischengefäßes (1) in Abhängigkeit von einer Betriebs-Badspiegelhöhe (h) die Bedingung erfüllt, dass ein dimensionsloses Verhältnis (κ) der von der Metallschmelze (17) benetzten ausgemauerten Oberfläche (A_{ref}) zum von dieser benetzten Oberfläche (A_{ref}) und der badspiegelhöhenabhängigen freien Oberfläche (A_{Top}) umgrenzten Füllvolumen (V),

   welches sich aus der Beziehung $\kappa = \frac{A_{ref}}{(V)^{\frac{2}{3}}}$ ergibt,

   zwischen 3,83 und 4,39 liegt.

2. Zwischengefäß nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das dimensionslose Verhältnis (κ) zwischen 3,83 und 4,20 liegt.

3. Zwischengefäß nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ausgemauerte Innenraum (14) des Zwischengefäßes in Abhängigkeit von der Betriebs-Badspiegelhöhe (h) der Bedingung genügt, dass das Verhältnis (ζ) der freien Oberfläche (A_{Top}) zur von der Metallschmelze benetzten ausgemauerten Oberfläche (A_{ref}) zwischen 0,4 und 1,0 liegt.

4. Zwischengefäß nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis (ζ) zwischen 0,5 und 0,8 liegt.

5. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Füllvolumen (V) des Innenraumes (14) Zwischengefäßes mindestens 0,75 m^3, vorzugsweise mindestens 1,0 m^3 umfasst.

6. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ausgemauerte Innenraum (14) des Zwischengefäßes im wesentlichen von einer um eine vertikale Gefäßachse (20) rotierenden Erzeugenden (E) gebildet ist.

7. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der ausgemauerte Innenraum (14) des Zwischengefäßes im wesentlichen von einer um eine vertikale Gefäßachse (20) rotierenden Erzeugenden (E) mit wechselndem, vorzugsweise harmonisch pulsierendem Abstand (r) von der vertikalen Gefäßachse (20) gebildet ist.

8. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischengefäß zumindest abschnittsweise einen halbkugelförmigen, kegelstumpfförmigen, drehparaboloidförmigen oder zylinderförmigen Innenraum (14) aufweist.

9. Zwischengefäß nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querschnitt des Innenraumes (14) des Zwischengefäßes in einer normal zur vertikalen Gefäßachse (20) gelegten Schnittebene zumindest abschnittsweise kreisförmig oder elliptisch ausgebildet ist.

10. Zwishengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Schmelzenzufuhr ein in das Zwischengefäß (1) ragendes Tauchrohr (6) vorgesehen ist, dass am Zwischengefäßboden (18) unterhalb des Tauchrohres (6) ein Strömungslenker (21) angeordnet ist und dass die Auslassöffnung (9) an einem vom Strömungslenker (21) beabstandeten und mindestens den halben Bodendurchmesser (d) entfernten Stelle

des Zwischengefäßbodens (18) angeordnet ist.

11. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischengefäß (1) ein Schmelzen-Zuführbecken (25) und mindestens ein Schmelzen-Ableitbecken (26) umfasst, dass jedes Schmelzen-Ableitbecken (26) durch einen Transportkanal, vorzugsweise einen Überlauf (27), vom Schmelzen-Zuführbecken (25) getrennt ist und jedes Schmelzen-Ableitbecken (26) einen Innenraum (14) des Zwischengefäßes (1) begrenzt.

12. Zwischengefäß nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schmelzen-Zuführbecken (25) einen Innenraum (14) des Zwischengefäßes begrenzt.

13. Zwischengefäß nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Schmelzen-Zuführbecken (25) ein Strömungslenker (21) und dem Schmelzen-Ableitbecken (26) eine Auslassöffnung (9) zugeordnet ist.

14. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischengefäß auf einem vorzugsweise Hub- und/oder Kippeinrichtungen (31) aufweisenden Verteilerwagen (30) abgestützt ist, der einen Fahrantrieb (33) aufweist und auf einer Fahrbahn (32) zwischen einer Betriebsposition und einer Warteposition verfahrbar ausgebildet ist.

Claims

1. Tundish with a refractory lining (16) for producing and transferring high-purity metal melt, preferably steel melt, from a casting ladle (2) into the permanent mould (3) of a continuous-casting installation, **characterized in that** a refractory-lined interior space (14) of the tundish (1), as a function of an operating bath level (h), satisfies the condition that a dimensionless ratio (κ) of the refractory-lined surface area (A_{ref}) which is wetted by the metal melt (17) to the filling volume (V) which is delimited by this wetted surface area (A_{ref}) and the bath-level-dependent exposed surface area (A_{Top}) and results from the relationship $K = \frac{A_{ref}}{(V)^{\frac{2}{3}}}$ be between 3.83 and 4.39.

2. Tundish according to Claim 1, **characterized in that** the dimensionless ratio (κ) is between 3.83 and 4.20.

3. Tundish according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the refractory-lined interior space (14) of the tundish, as a function of the operating bath level (h), satisfies the condition that the ratio (ζ) of the exposed surface area (A_{Top}) to the refractory-lined surface area (A_{ref}) which is wetted by the metal melt be between 0.4 and 1.0.

4. Tundish according to Claim 3, **characterized in that** the ratio (ζ) is between 0.5 and 0.8.

5. Tundish according to one of the preceding claims, **characterized in that** the filling volume (V) of the interior space (14) of the tundish comprises at least 0.75 m^3, preferably at least 1.0 m^3.

6. Tundish according to one of the preceding claims, **characterized in that** the refractory-lined interior space (14) of the tundish is substantially formed by a generatrix (E) which rotates about a vertical tundish axis (20).

7. Tundish according to one of the preceding claims, **characterized in that** the refractory-lined interior space (14) of the tundish is substantially formed by a generatrix (E) which rotates about a vertical tundish axis (20) at a fluctuating, preferably harmonically pulsating distance (r) from the vertical tundish axis (20).

8. Tundish according to one of the preceding claims, **characterized in that** the tundish, at least in sections, has an interior space (14) which is in the shape of a hemisphere, a truncated cone, a paraboloid of revolution or a cylinder.

9. Tundish according to Claim 7, **characterized in that** the cross section of the interior space (14) of the tundish, in a section plane taken normally to the vertical tundish axis (20), at least in sections, is circular or elliptical in form.

10. Tundish according to one of the preceding claims, **characterized in that** to supply the melt there is a submerged pipe (6) which projects into the tundish (1), **in that** a flow diverter (21) is arranged on the tundish base (18) beneath the submerged pipe (6), and **in that** the outlet opening (9) is arranged at a location of the tundish base (18) which is spaced apart from the flow diverter (21) by at least half the diameter (d) of the base.

11. Tundish according to one of the preceding claims, **characterized in that** the tundish (1) comprises a melt feed tank (25) and at least one melt discharge tank (26), **in that** each melt discharge tank (26) is separated from the melt feed tank (25) by a transfer passage, preferably an overflow (27), and each melt discharge tank (26) delimits an interior space (14) of

the tundish (1).

12. Tundish according to Claim 11, **characterized in that** the melt feed tank (25) delimits an interior space (14) of the tundish.

13. Tundish according to claim 11 or 12, **characterized in that** a flow diverter (21) is assigned to the melt feed tank (25) and an outlet opening (9) is assigned to the melt discharge tank (26).

14. Tundish according to one of the preceding claims, **characterized in that** the tundish is supported on a distributor carriage (30), which preferably has lifting and/or tilting devices (31), has a movement drive (33) and is designed such that it can be displaced on a movement path (32) between an operating position and a waiting position.

Revendications

1. Panier de coulée doté d'une maçonnerie réfractaire (16), pour la préparation et le transfert de métal en fusion, de préférence de l'acier en fusion, de haute pureté, depuis une poche de coulée (2) jusque la lingotière (3) d'une installation de coulée continue, **caractérisé en ce que** pour une hauteur (h) du niveau du bain en fonctionnement, l'espace intérieur (14) maçonné du panier de coulée (1) satisfait la condition que le rapport sans dimension (κ) entre la surface maçonnée (A_{ref}) mouillée par le métal en fusion et le volume de remplissage (V) délimité par cette surface maçonnée et la surface libre (A_{Top}), qui dépend de la hauteur du niveau du bain, et défini par la relation

$$\kappa = \frac{A_{ref}}{(V)^{\frac{2}{3}}}$$

est compris entre 3,83 et 4,39.

2. Panier de coulée selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le rapport sans dimension (κ) est compris entre 3,83 et 4,20.

3. Panier de coulée selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'espace intérieur (14) maçonné du panier de coulée satisfait, pour la hauteur (h) du bain en fusion en fonctionnement, la condition que le rapport (ζ) entre la surface libre (A_{Top}) et la surface maçonnée (A_{ref}) mouillée par le métal en fusion est compris entre 0,4 et 1,0.

4. Panier de coulée selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le rapport (ζ) est compris entre 0,5 et 0,8.

5. Panier de coulée selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le volume de remplissage (V) de l'espace intérieur (14) du panier de coulée est d'au moins 0,75 m^3 et de préférence d'au moins 1,0 m^3.

6. Panier de coulée selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'espace intérieur maçonné (14) du panier de coulée est essentiellement formé d'une génératrice (E) qui tourne autour d'un axe vertical (20) du panier.

7. Panier de coulée selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'espace intérieur maçonné (14) du panier de coulée est essentiellement formé par une génératrice (E) qui tourne autour d'un axe vertical (20) du panier et qui présente une distance variable, de préférence pulsée harmoniquement, par rapport à l'axe vertical (20) du panier.

8. Panier de coulée selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le panier de coulée présente au moins par parties un espace intérieur (14) en forme de demi-sphère, de tronc de cône, de paraboloïde de révolution ou de cylindre.

9. Panier de coulée selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** dans un plan de coupe perpendiculaire à l'axe vertical (20) du panier, au moins certaines parties de la section transversale de l'espace intérieur (14) du panier de coulée ont une forme circulaire ou elliptique.

10. Panier de coulée selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un tube immergé (6) qui pénètre dans le panier de coulée (1) est prévu pour l'amenée du bain en fusion, **en ce qu'**un dispositif (21) de déviation d'écoulement est prévu dans le fond (18) du panier de coulée en dessous du tube immergé (6) et **en ce que** l'ouverture de soutirage (9) est disposée en un emplacement du fond (18) du panier de coulée écarté du dispositif (21) de déviation d'écoulement d'une distance (d) qui est d'au moins la moitié du diamètre du fond.

11. Panier de coulée selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le panier de coulée (1) comporte une cuve (25) d'amenée du bain en fusion et au moins une cuve (26) de soutirage du bain en fusion, **en ce que** chaque cuve (26) de soutirage du bain en fusion est séparée de la cuve (25) d'amenée du bain en fusion par un canal de transport, de préférence une surverse (27), et **en ce que** chaque cuve (26) de soutirage du bain en fusion délimite un espace intérieur (14) du panier de coulée (1).

12. Panier de coulée selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la cuve (25) d'amenée de bain en fusion délimite l'espace intérieur (14) du panier de coulée.

13. Panier de coulée selon les revendications 11 ou 12, **caractérisé en ce qu'**un dispositif (21) de déviation d'écoulement est associé à la cuve (25) d'amenée de bain en fusion et **en ce qu'**une ouverture de soutirage (9) est associée à la cuve (26) de soutirage du bain en fusion.

14. Panier de coulée selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le panier de coulée est soutenu sur un chariot de répartition (30) qui présente de préférence des dispositifs (31) de relèvement et/ou de basculement et un entraînement de déplacement (33) et qui est configuré de manière à pouvoir se déplacer sur une piste de déplacement (32) entre une position de fonctionnement et une position d'attente.

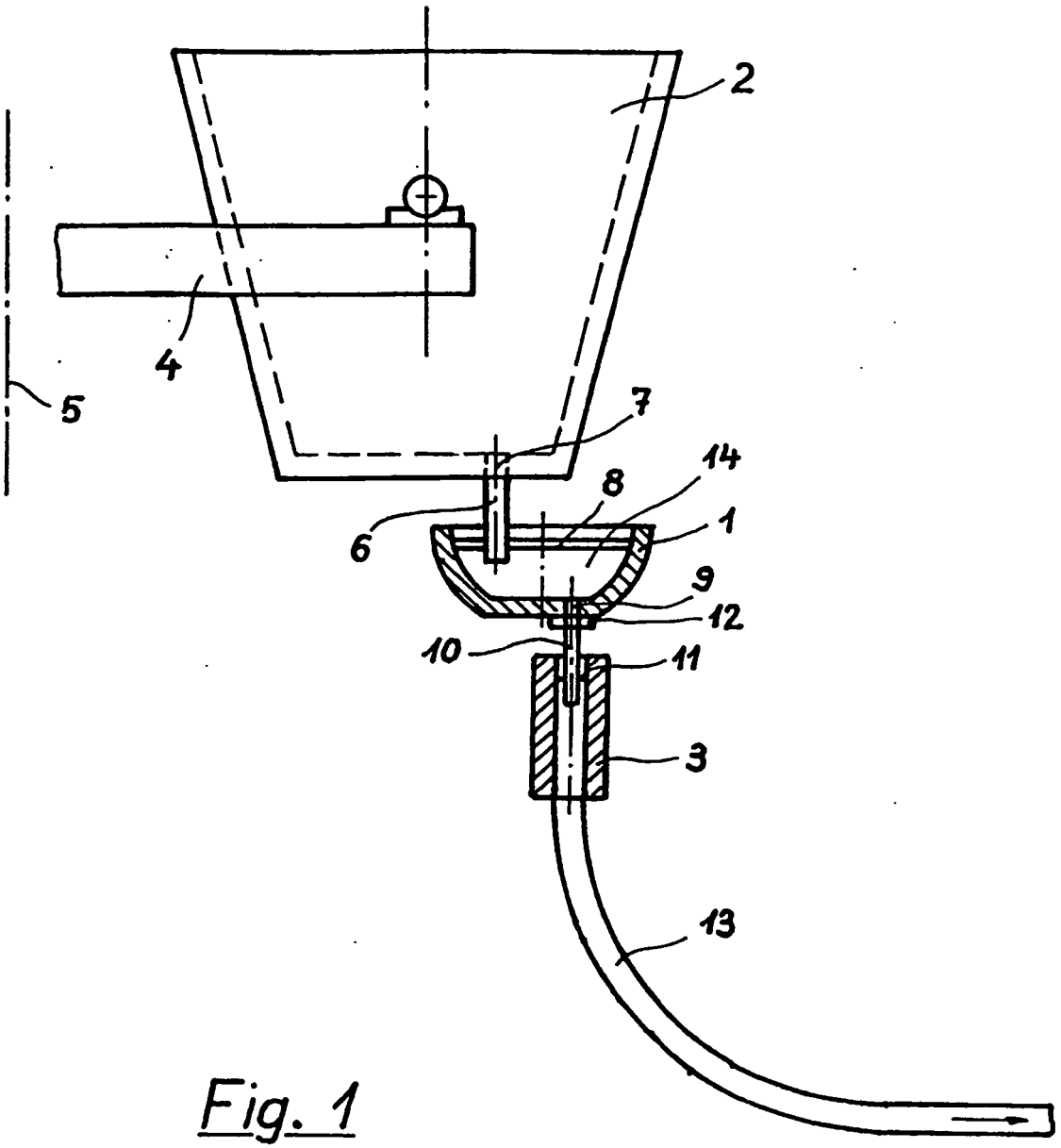


Fig. 1

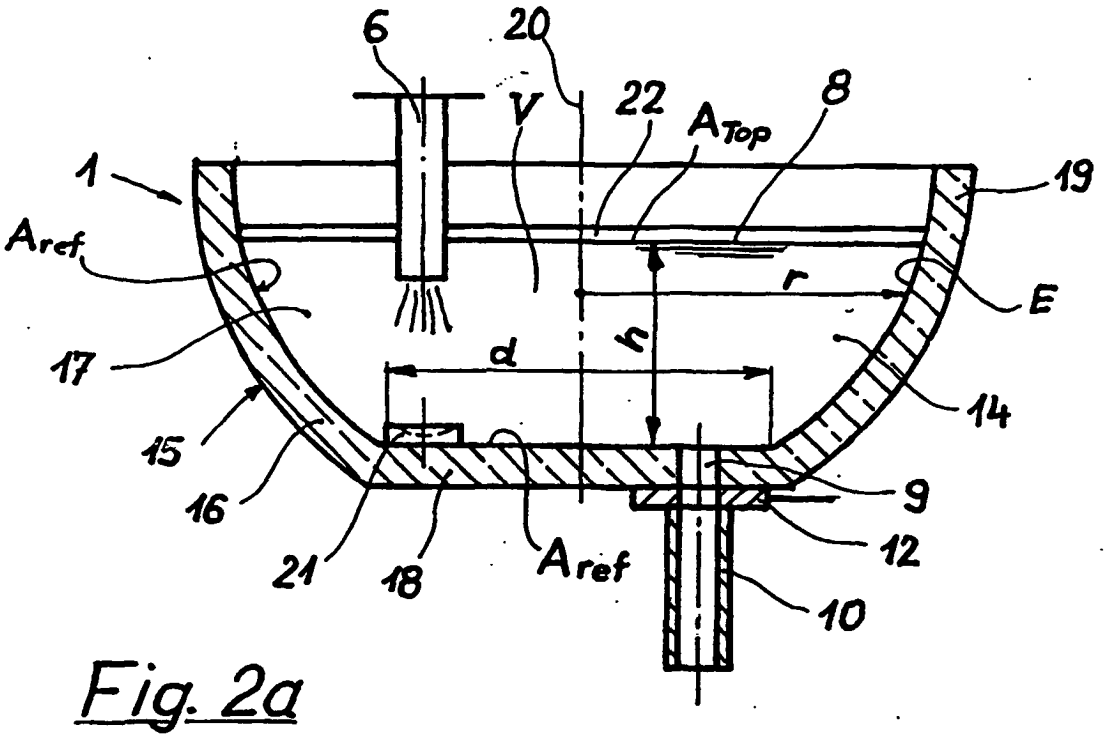

6
20
V
22
A_{Top}
8
1
19
A_{ref}
r
E
17
d
h
14
15
16
9
12
21
18
A_{ref}
10

Fig. 2a

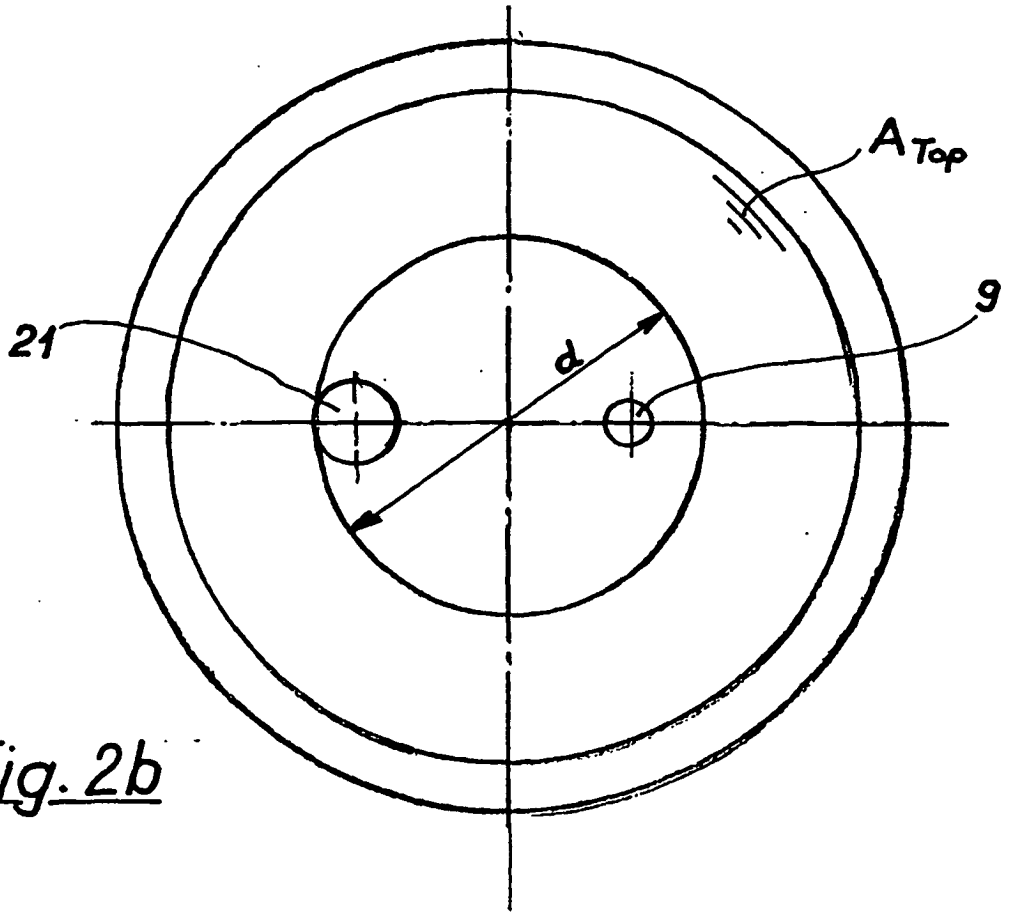

A_{Top}
21
9
d

Fig. 2b

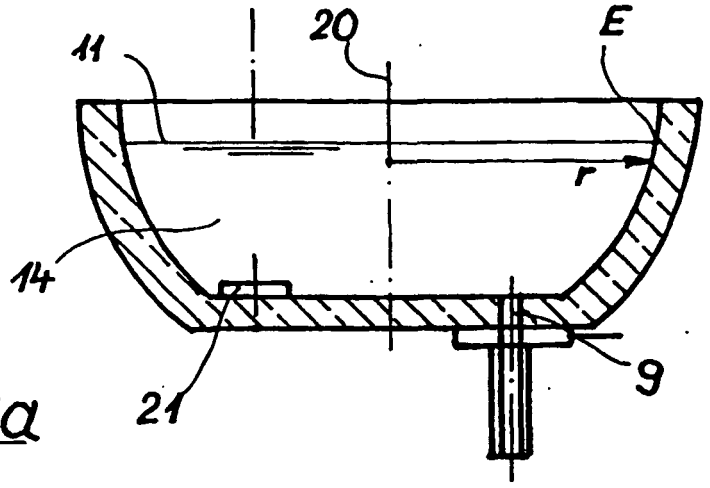


Fig. 3a

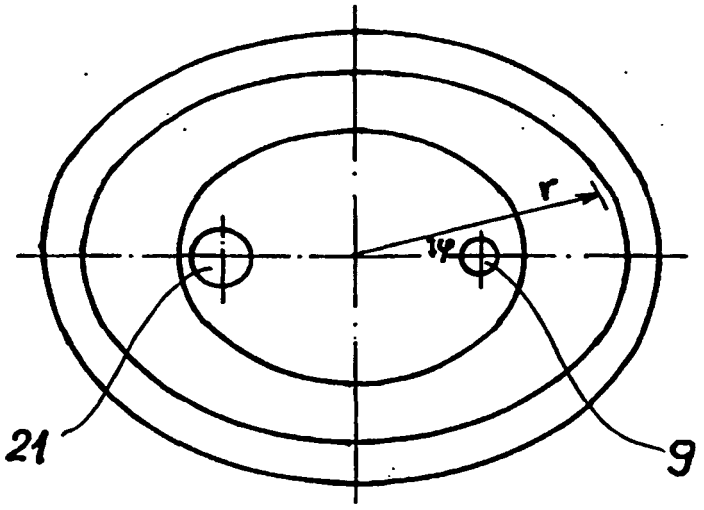


Fig. 3b

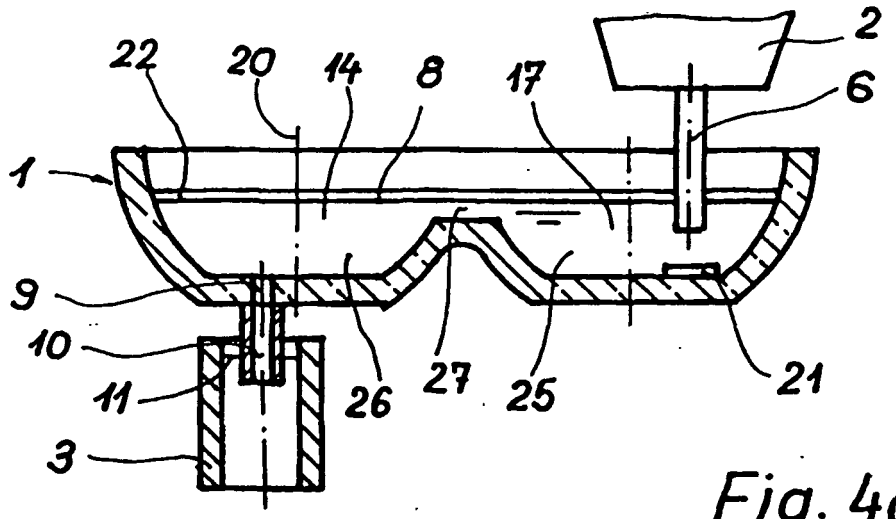


Fig. 4a

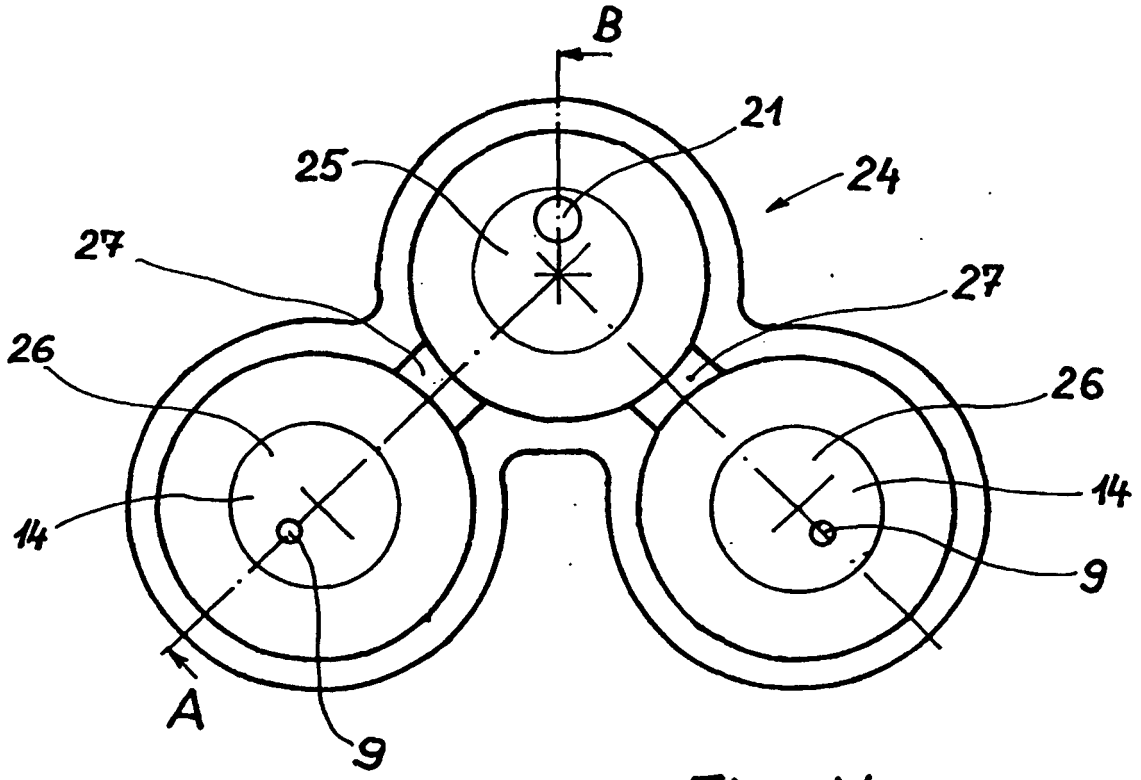


Fig. 4b

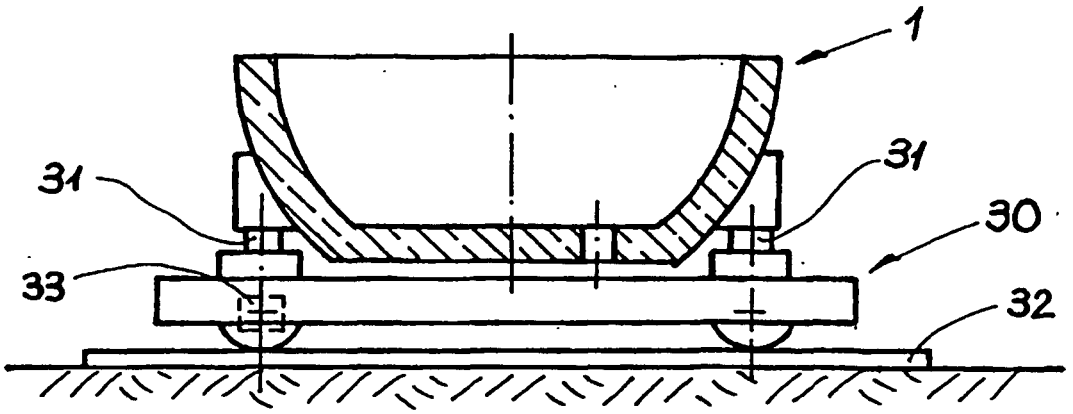


Fig. 5

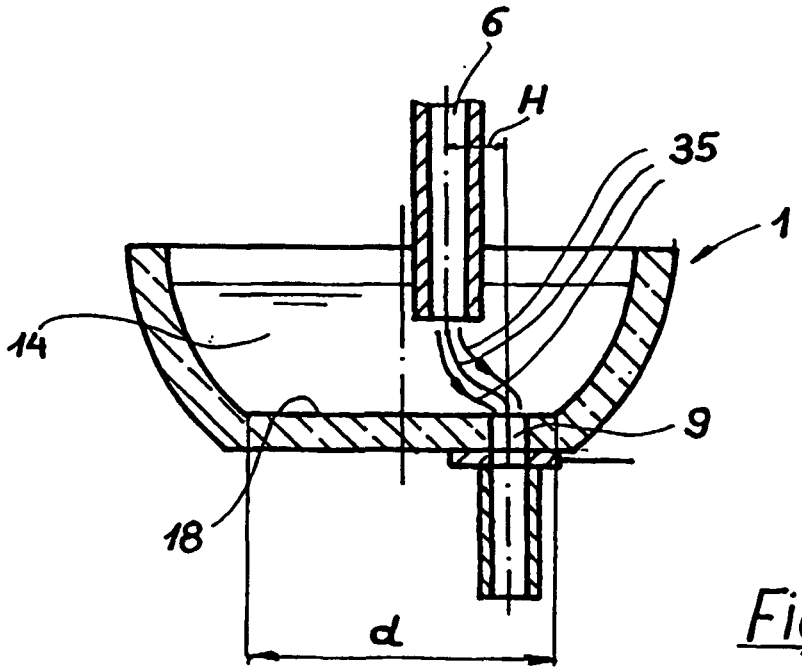


Fig. 6