



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.10.2017 Patentblatt 2017/41

(51) Int Cl.:
B22D 41/01 (2006.01) B22D 41/015 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17162249.1**

(22) Anmeldetag: **22.03.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
• **RAUCH, Johannes**
8074 Raaba (AT)
• **POTESSER, Michael**
1020 Wien (AT)

(74) Vertreter: **Münzel, Joachim R.**
Messer Group GmbH
Messer-Platz 1
65812 Bad Soden (DE)

(30) Priorität: **24.03.2016 DE 102016003728**

(71) Anmelder: **Messer Austria GmbH**
2352 Gumpoldskirchen (AT)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM WARMHALTEN FLÜSSIGER METALLE**

(57) Um flüssige Metalle in einem meist zum Transport geeigneten Behälter warmzuhalten ist es bekannt, einen Brenner in einem nach oben offenen, unterseitig geschlossenen Tauchrohr aufzunehmen, dessen Heizenergie über die Wände des Tauchrohrs auf die Schmelze übertragen wird.

Um die Energieeffizienz und die Homogenität der Temperaturverteilung in der Schmelze zu verbessern, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, den Brenner in einem Tauchrohr anzuordnen, das in einem unteren Abschnitt mit wenigstens einer Strömungsöffnung für die Rauchgase ausgerüstet, im Übrigen aber geschlossen ausgebildet ist. Die aus der Strömungsöffnung des Tauchrohrs austretenden, als Gasblasen in der Schmelze aufsteigenden Rauchgase vergrößern die für die Wärmeübertragung zur Verfügung stehende Fläche, zugleich sorgen die in der Schmelze aufsteigenden Rauchgasblasen für eine gute Durchmischung der Schmelze und damit für eine homogene Temperaturverteilung.

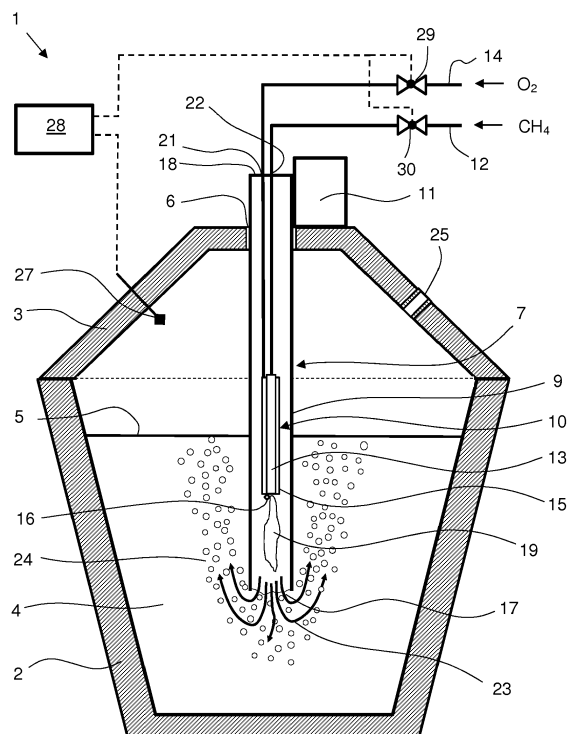


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Warmhalten flüssiger Metalle nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Die Erfindung betrifft des Weiteren eine entsprechende Vorrichtung.

[0002] Im Gießereiwesen ist es häufig erforderlich, eine Metallschmelze, beispielsweise eine Schmelze aus Aluminium oder Eisen, über eine gewisse Zeitdauer im flüssigen Zustand auf einer hohen Temperatur zu halten. Insbesondere ergibt sich die Notwendigkeit, das Flüssigmetall vom Ort der Verflüssigung zum Ort einer Weiterverarbeitung zu transportieren. Erfolgte der Transport anfangs nur innerhalb eines Werkes, werden Metallschmelzen heute über eine Entfernung von 200 km und mehr mittels Straßen- oder Schienenfahrzeugen transportiert. Zum Transport kommen dabei spezielle Transportgefäße, auch "Transportpfannen" genannt, zum Einsatz, die je nach Fahrzeugart und zu transportierendem Metall zwischen 500 kg und 200 t Metallschmelze aufnehmen können.

[0003] Um das Flüssigmetall über die gesamte Transportdauer auf einer vorgegebenen Temperatur von beispielsweise 700 bis 1000°C zu halten, werden Flüssigmetall - Transportbehälter in der Regel vorgewärmt. So ist beispielsweise aus der EP 1 078 704 B1 eine Einrichtung bekannt, bei der eine Transportpfanne zwischen ihren Einsätzen mittels eines Luft-Erdgasbrenners beheizt wird. In der DE 10 2007 022 684 A1 wird ein Flüssigmetall-Transportbehälter mit Vorheizeinrichtung beschrieben, bei der der Behälter vor seinem Einsatz mittels eines feldartig aufgebauten Porenbrenners vorgewärmt wird. Der Porenbrenner ist dabei entweder im Deckel des Transportgefäßes angeordnet oder erstreckt sich entlang einer Säule, die während des Heizvorgangs mittig in den leeren Behälter hineingeführt wird. Diese Anordnung ist allerdings nicht geeignet, eine flüssige Schmelze zu beheizen, da die Poren des Brenners rasch durch eindringendes Flüssigmetall verstopft und dadurch ein Durchdringen der Rauchgase unmöglich gemacht werden würde.

[0004] Die Temperatur von Flüssigmetall nimmt in üblichen Transportbehältern etwa um 5-15 K pro Stunde ab. Da zugleich die Anfangstemperatur aus metallurgischen Gründen einen bestimmten Wert, im Falle von flüssigem Aluminium etwa 950°C, nicht übersteigen sollte, erweist sich die Temperaturhaltung der Schmelze insbesondere im Straßentransport als nicht unproblematisch, da es beispielsweise durch nicht vorhersehbare Ereignisse, etwa ein Verkehrsstau, zu beträchtlichen Verzögerungen beim Transport kommen kann.

[0005] Um die Aufrechterhaltung einer vorgegebenen Temperatur der Schmelze auch bei längeren Transportzeiten bzw. Aufenthaltsdauer der Schmelze im Transportbehälter zu gewährleisten, ist es bereits bekannt, die Behälter mit Heizeinrichtungen auszurüsten.

[0006] Beispielsweise ist es bekannt, Gießpfannen mit einer Lichtbogenheizung zu versehen; besonders bei

kleinen Pfannen führt aber der erforderliche Teilkreisdurchmesser der Elektroden zu nur geringen Abständen zwischen Elektroden und dem feuerfesten Verschleißfutter der Pfannenwandung, wodurch der Verschleiß des Futters außerordentlich groß ist.

[0007] Eine weitere bekannte Maßnahme besteht in einer induktiven Beheizung der Pfanne. Dies setzt allerdings eine Mindesthöhe des Flüssigmetallbades voraus, um einen vertretbaren Wirkungsgrad dieser Beheizung sicherzustellen. Zudem sind für diese Beheizungsart spezielle Pfannen erforderlich.

[0008] Aus der DE 3 637 065 A1 ist eine elektrische Beheizung mittels eines sich über der Schmelze in der Pfanne erstreckenden Graphitstabs bekannt. Die Beheizung der Pfanne mit oder ohne Inhalt erfolgt dabei lediglich durch Wärmestrahlung, wobei ein oberhalb des Graphitstabes angeordneter Strahlungsschild als Reflektor zur besseren Ausnutzung der Strahlungsenergie dient. Diese Vorrichtung ist allerdings mit einem erheblichen konstruktiven Aufwand und einem im Betrieb hohen Energieverbrauch verbunden.

[0009] Beim Gegenstand der EP 0 217 094 A1 wird in einem - mit Schmelze gefüllten oder leeren - Pfanneno-fen ein Brennstoff mit Luft oder einem anderen sauerstoffhaltigen Gas verbrannt und die dabei freiwerdende Wärme direkt auf die Schmelze bzw. auf die Wände der Pfanne übertragen. Der Brenner ist dabei an einer Halterung in einem Deckel der Pfanne befestigt und beheizt mit seiner Flamme die Oberfläche der Schmelze bzw. das Innere der leeren Pfanne. Im Vergleich zur elektrischen Beheizung mittels Lichtbogen sind die Investitionskosten eines Brenners sowie die laufenden Kosten für die Bereitstellung der Energie relativ gering. Nachteilig bei diesem Gegenstand ist jedoch die geringe Effizienz bei Beheizung einer mit Schmelze gefüllten Pfanne, da die Wärmestrahlung der Flamme nur eine geringe Eindringtiefe in die Schmelze besitzt.

[0010] Um eine gewisse Eindringtiefe der Energie in die Schmelze zu erreichen, wurde bereits versucht, einen Brennstoff-Luft-Brenner in einem nach unten geschlossenen, aus einem keramischen oder nichtkeramischen Material gefertigten Tauchrohr anzuordnen, das mittig in einen das Schmelzbad aufnehmenden Tiegel eingefahren wird. Die heißen Brenngase kommen dabei über die als Wärmetauscherflächen fungierenden Außenwände des Tauchrohrs mit der Schmelze in indirekten thermischen Kontakt. Das Rauchgas entweicht oberhalb der Badoberfläche aus dem Tauchrohr und wird in die Atmosphäre abgeführt. Allerdings ist bei diesem Gegenstand die Homogenisierung der Temperatur in der Schmelze unzureichend, da sich ein stark abfallendes Temperaturprofil vom heißeren Tauchrohr hin zur kühleren Tiegelwand einstellt.

[0011] In der WO 2006/133679 A2 wird ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Einstellen vorgegebener Schmelzeigenschaften in einem Flüssigmetall, insbesondere Aluminium, beschrieben. Dabei ist der das Flüssigmetall aufnehmende Behälter mit einer in die Schmel-

ze absenkbarer Heizeinrichtung ausgerüstet, mittels der die Temperatur des Flüssigmetalls auch bei längeren Transportzeiten aufrecht erhalten werden kann. Als Heizeinrichtung dient ein elektrisches Heizelement oder ein Brenner, der in einem Schutzrohr aufgenommen ist. Zudem ist am Boden des Behälters ein Gasspülstein vorgesehen, mittels dessen ein Gas in das Flüssigmetall eingetragen werden kann. Die aufsteigenden Gasblasen erzeugen eine Strömung, durch die die Temperaturverteilung in der Schmelze homogenisiert wird. Mit dieser Anordnung lässt sich die Temperatur der Schmelze mit einer befriedigenden Homogenität über einen längeren Zeitraum aufrecht erhalten. Jedoch ist die Vorrichtung sehr komplex im Aufbau und hinsichtlich der Energieeffizienz noch verbesserungswürdig.

[0012] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, die Energieausnutzung beim Warmhalten einer Schmelze zu steigern und dabei zugleich die Homogenität des Temperaturprofils der Schmelze zu verbessern.

[0013] Gelöst ist diese Aufgabe mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 4.

[0014] Ein Verfahren zum Warmhalten flüssiger Metalle, bei dem eine metallische Schmelze in einem Behälter aufgenommen und mittels eines Brenners, der in einem vertikal oder schräg in die Schmelze eingebrachten Tauchrohr aufgenommen ist, durch Verbrennen eines Brennstoffs mit Sauerstoff beheizt wird, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass die bei der Verbrennung des Brennstoffs im Brenner entstehenden Rauchgase zumindest zum wesentlichen Teil durch wenigstens eine Strömungsöffnung des Tauchrohrs in die Schmelze eingetragen werden.

[0015] Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird der Brenner in dem zunächst noch oberhalb der Schmelze angeordneten Tauchrohr unter Ausbildung einer Flamme gezündet. Anschließend wird das Tauchrohr so tief in die Schmelze abgesenkt, dass sich zumindest die wenigstens eine Strömungsöffnung, bevorzugt jedoch ein wesentlicher und die Strömungsöffnung umfassender Abschnitt des Tauchrohrs unterhalb der Oberfläche der Schmelze befindet. Bevorzugt wird der untere Teil des Tauchrohrs bis mindestens zur Höhe der vom Brenner erzeugten Flamme in die Schmelze eingefahren. Die bei der Verbrennung des Brennstoffs entstehenden Rauchgase drängen aus der wenigstens einen Strömungsöffnung in die Schmelze hinein und steigen in Form von Gasblasen in der Schmelze auf.

[0016] Bevorzugt ist dabei die Strömungsöffnung auf der unteren, d.h. in die Schmelze eintauchenden Stirnseite des Tauchrohrs angeordnet; die im bestimmungsgemäßen Einsatz aus der Schmelze herausragenden Teile des Tauchrohrs sind dagegen bevorzugt gasdicht abgeschlossen, sodass die Rauchgase ausschließlich über den Weg durch die Schmelze entweichen können. Die Beheizung des Flüssigmetalls erfolgt somit nicht nur über die vom Brenner erhitzten Wände des Tauchrohrs, sondern auch über die Oberflächen der in der Schmelze

aufsteigenden Gasblasen der Rauchgase.

[0017] Gegenüber dem Stand der Technik ist die für die Wärmeübertragung zur Verfügung stehende Gesamtoberfläche damit deutlich erhöht. Gleichzeitig sorgen die aufsteigenden Gasblasen nach dem Mammutpumpeneffekt für eine Umwälzung der Schmelze und damit für eine Homogenisierung der Temperaturverteilung. Da beim Einsatz insbesondere von Erdgas und/oder Wasserstoff als Brennstoff im Wesentlichen nur Wasser und/oder Kohlendioxid und/oder Sauerstoff in den Rauchgasen vorhanden sind, kommt es nicht zu einer Kontamination des Flüssigmetalls.

[0018] Die Rauchgase werden dabei bevorzugt in einem unteren Bereich des Behälters in die Schmelze eingetragen, um eine möglichst lange Aufenthaltsdauer der aufsteigenden Gasblasen in der Schmelze zu gewährleisten. Dazu weist das Tauchrohr an seiner unteren Stirnseite und/oder in einem an diese Stirnseite grenzenden Endabschnitt eine oder mehrere Strömungsöffnungen auf. Beispielsweise wird das Tauchrohr so tief in die Schmelze eingefahren, dass sich mindestens zwei Drittel, bevorzugt mindestens 80% des Volumens der Schmelze oberhalb der Strömungsöffnung oder der Strömungsöffnungen befinden. Dadurch wird ein großer Teil der Schmelze von der durch die aufsteigenden Gasblasen induzierten Strömung erfasst und eine besonders gute Homogenisierung der Temperaturverteilung in der Schmelze erzielt.

[0019] Zweckmäßigerweise wird die Zuführung von Brennstoff und/oder Sauerstoff zum Brenner in Abhängigkeit von physikalischen oder chemischen Parametern der Schmelze geregelt. Als Regelgröße dient beispielsweise die Temperatur der Schmelze, die mit einer geeigneten Messsonde kontinuierlich oder in vorgegebenen Zeitabständen erfasst wird. Die Messwerte werden an eine Steuereinheit übermittelt, mittels der sie zur Regelung der Zuführung von Brennstoff und/oder Sauerstoff an den Brenner eingesetzt werden. Die Regelung des Brenners erfolgt dabei bevorzugt zweistufig oder proportional zur Abweichung der Messgröße von einem vorgegebenen Sollwert. Bei der Regelung der Zufuhr ist allerdings darauf zu achten, dass bei einer verminderten Brennerleistung oder bei abgestelltem Brenner kein Flüssigmetall mit der Brennermündung in Berührung kommt. In diesem Fall sollte auch die Eintauchtiefe des Tauchrohrs entsprechend geregelt und das Tauchrohr für die Dauer eines Brennerstillstandes vollständig aus der Schmelze gehoben werden.

[0020] Die Aufgabe der Erfindung wird auch mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 4 gelöst. Die Vorrichtung weist dabei einen zur Aufnahme einer metallischen Schmelze bestimmten Behälter sowie eine mittels einer Zuführeinrichtung vertikal oder schräg von oben in das Behälterinnere einfahrbare Heizeinrichtung auf, die einen in einem Tauchrohr aufgenommenen, an eine Zuleitung für einen Brennstoff und eine Zuleitung für Sauerstoff angeschlossenen Brenner umfasst. Die Vorrichtung ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeich-

net, dass das Tauchrohr in seinem unteren Abschnitt mit wenigstens einer für Brenngase des Brenners durchlässigen Strömungsöffnung ausgerüstet ist.

[0021] Der Brenner der Heizeinrichtung ist in einem Tauchrohr aufgenommen, dessen oberer Abschnitt, mit Ausnahme der Zuleitungen für Brennstoff und Oxidationsmittel des Brenners, gasdicht abgeschlossen ist und ein Entweichen der vom Brenner abströmenden Rauchgase nur über eine oder mehrere Strömungsöffnungen zulässt, die in einem unteren Abschnitt des Tauchrohrs angeordnet ist/sind, beispielsweise in einer von den Zuleitungen des Brenners entgegengesetzten Stirnseite oder in einem an diese Stirnseite angrenzenden Teil der Seitenwand des Tauchrohrs. Die Heizeinrichtung ist durch eine Öffnung in einem Deckel oder einer Wand des Behälters hindurchgeführt und auch während des Betriebs der Vorrichtung mittels der Zuführeinrichtung zwischen zwei Stellpositionen in axialer Richtung verfahrbar ausgebildet. In der ersten Stellposition ist zumindest die Ausmündung des im Tauchrohr aufgenommenen Brenners, bevorzugt das gesamte Tauchrohr, vertikal beabstandet von einer vorgegebenen Pegelhöhe angeordnet, bei der im Betrieb der Vorrichtung die Oberfläche eines in den Behälter eingefüllten Schmelzbades vorliegt. Somit hat zumindest der Brenner keinen Kontakt zum Schmelzbad. In dieser Stellposition wird der Brenner an- oder abgeschaltet. Bei abgeschaltetem Brenner befindet sich die Heizeinrichtung ebenfalls in dieser Stellposition. In der zweiten Stellposition taucht das Tauchrohr zumindest mit einem unteren Abschnitt in das Schmelzbad ein, und zwar zumindest so weit, dass sich die Strömungsöffnung bzw. die Strömungsöffnungen unterhalb der Oberfläche des Schmelzbades befinden. Die Zuführung der Heizeinrichtung in die Schmelze erfolgt entweder senkrecht oder schräg von oben. Vor der Verfahren der Heizeinrichtung in die zweite Stellposition muss der Brenner gezündet werden, damit die über die Strömungsöffnung/en entweichenden Rauchgase das Eindringen des Flüssigmetalls in das Tauchrohr und einen direkten Kontakt des Flüssigmetalls mit dem Brenner verhindern. Nach Beendigung des Heizvorgangs wird die Heizeinrichtung wieder in die erste Stellposition verfahren und anschließend der Brenner abgestellt.

[0022] Der Brenner ist fest im Tauchrohr montiert und beispielsweise entlang der Achse des Tauchrohrs angeordnet. Das bevorzugt zylinderrörmige Tauchrohr ist mit einer oder mehreren Strömungsöffnungen ausgerüstet, die in einem im Einsatz der Vorrichtung in die Schmelze eintauchenden Abschnitt angeordnet ist/sind, bevorzugt in der unteren Stirnseite des Tauchrohrs. Im einfachsten Falle ist die untere Stirnseite des Tauchrohrs vollständig geöffnet. Es ist im Rahmen der Erfindung jedoch auch vorstellbar, mehrere Strömungsöffnungen in der unteren Stirnseite und/oder in der Seitenfläche des eintauchenden Abschnitts des Tauchrohrs vorzusehen.

[0023] Um zu gewährleisten, dass die bei der Verbrennung entstehenden Rauchgase möglichst vollständig in die Schmelze eingetragen werden, ist das Tauchrohr an

seiner oberen Stirnseite und in dem Mantelabschnitt, der sich nach dem Eintauchen des Tauchrohrs nicht unterhalb Oberfläche der Schmelze befindet, im Wesentlichen gasdicht ausgebildet. Das Tauchrohr weist lediglich eine Durchtrittsöffnung oder mehrere Durchtrittsöffnungen für den Brenner und/oder die Zuleitungen für die für den Brennstoff und/oder das Oxidationsmittel auf, wobei die Verbindung zwischen dem Brenner bzw. den Zuleitungen und den Wänden des Tauchrohrs gleichfalls zumindest weitgehend gasdicht ausgebildet ist und dort kein oder nur vernachlässigbar wenig Rauchgas entweichen kann.

[0024] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Behälter als Transportbehälter zum Transportieren einer metallischen Schmelze ausgebildet ist. Beispielsweise handelt es sich um einen auf ein Straßen- oder Schienenfahrzeug fest montierten oder montierbaren Behälter zum Transportieren flüssiger Metalle, wie beispielsweise flüssiges Eisen oder flüssiges Aluminium. Die am Behälter montierte Heizeinrichtung ermöglicht dabei auch während des Transports eine kontinuierliche Temperaturregelung der Schmelze. Aufgrund der vertikalen Verstellbarkeit der Heizeinrichtung ist dabei auch ein völliges Abschalten des Brenners möglich.

[0025] Die einzige Zeichnung (Fig. 1) veranschaulicht schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung.

[0026] Die Vorrichtung 1 zum Warmhalten eines flüssigen Metalls, beispielsweise flüssiges Aluminium, umfasst einen beispielsweise für den Transport auf einem Straßen- oder Schienenfahrzeug geeigneten Behälter 2, beispielsweise einen Tiegel oder eine Pfanne, und einen den Behälter 2 verschließenden, abnehmbaren Deckel 3. Im bestimmungsgemäßen Einsatz dient der Behälter 2 zum Aufnehmen einer Schmelze 4 bis zur Höhe eines Pegels 5. Behälter 2 und Deckel 3 bestehen jeweils aus einem feuerfesten, hitzebeständigen Material bzw. sind jeweils mit einem Feuerfestmaterial ausgekleidet (hier nicht gezeigt). Im Deckel 3 ist eine Aussparung 6 für eine im Folgenden näher beschriebene Heizeinrichtung 7 vorgesehen.

[0027] Die Heizeinrichtung 7 umfasst einen in einem beispielsweise kreiszylinderförmig ausgebildeten Tauchrohr 9 aufgenommenen Brenner 10 und ist mittels einer außenseitig am Deckel 3 angeordneten und hier nicht näher erläuterten Zuführeinrichtung 11 in vertikaler Richtung, d.h. in das Innere des Behälters 3 hinein und aus dem Inneren des Behälters 3 hinaus, verfahrbar. Mittels der Heizeinrichtung 7 soll beispielsweise die Schmelze 4 für die Dauer eines Transports von beispielsweise 2-4 h auf einer Temperatur von beispielsweise 780°C gehalten werden.

[0028] Beim Brenner 10 handelt es sich um einen Brennstoff - Sauerstoff - Brenner mit einer zentralen, an eine Brennstoffleitung 12 angeschlossenen Zuführung 13 für einen gasförmigen oder flüssigen Brennstoff, beispielsweise Erdgas, einer an eine Sauerstoffleitung 14 angeschlossenen, sich radial außenseitig an die Zufüh-

rung für den Brennstoff anschließenden Oxidationsmittelzuführung 15 sowie einer Zündeinrichtung 16. Der Brenner 10 ist in hier nicht gezeigter Weise im Tauchrohr 9 fixiert und entlang dessen Achse ausgerichtet. Die Brennstoffleitung 12 sowie die Sauerstoffleitung 14 sind an hier nicht gezeigten Quellen für Brennstoff bzw. Sauerstoff angeschlossen.

[0029] Das Tauchrohr 9 ist aus einem keramischen oder nichtkeramischen Material gefertigt und ist an seiner unteren Stirnseite 17 offen ausgebildet. Anstelle oder ergänzend zu einer vollständig geöffneten Stirnseite 17 können im Übrigen auch eine oder mehrere Öffnungen in einem unteren, d.h. beim bestimmungsgemäßen Einsatz unterhalb des Pegels 5 einer Schmelze 4 vorliegenden Abschnitts des Tauchrohrs 9 angeordnet sein, insbesondere solche, mit denen aus dem Tauchrohr 9 entweichende Rauchgase in seitliche Richtung in die Schmelze hinein gelenkt werden. Die Länge des Tauchrohrs 9 ist so bemessen, dass beim Verfahren nach oben mit Hilfe der Zuführeinrichtung 11 eine Position erreicht wird, in der sich die untere Stirnseite 17, zumindest aber der Brenner 10, oberhalb der Höhe des Pegels 5 der Schmelze befindet, beim Verfahren nach unten dagegen das Tauchrohr tief in die Schmelze 4 eintaucht, und der Brenner 10 mit seiner Mündung unterhalb der Höhe des Pegels 5 positioniert ist.

[0030] An seiner oberen Stirnseite 18 ist das Tauchrohr 9 weitgehend gasdicht geschlossen ausgebildet und weist lediglich Durchführungen 21, 22 für die Leitungen 12, 14 auf, in der diese ihrerseits zumindest weitgehend gasdicht aufgenommen sind, wodurch Rauchgas nicht oder nur in unwesentlichen Mengen in dieser Richtung aus dem Tauchrohr 9 entweichen kann.

[0031] Im Betrieb der Vorrichtung 1 wird der Tiegel 2 bis zur Höhe des Pegels 5 mit einer Schmelze 4 gefüllt und anschließend der Deckel 3 mit der Heizeinrichtung 6 auf den Tiegel 2 aufgesetzt. Die Heizeinrichtung 7 befindet sich dabei zunächst noch in einer oberen Position, in der sich die untere Stirnseite 17 des Tauchrohrs 9, zumindest aber der Brenner 10, oberhalb des Pegels 5 befindet. Anschließend werden Brennstoff, bevorzugt Erdgas, und Sauerstoff, bevorzugt Sauerstoff mit einer Reinheit von mindestens 95 Vol.-%, über die Leitungen 12, 14 herangeführt und mittels der Zündung 16 gezündet, woraufhin der Brennstoff unter Ausbildung einer Flamme 19 verbrennt. Die dabei entstehenden Rauchgase entweichen vollständig, oder nahezu vollständig, über die offene Stirnseite 17 des Tauchrohrs. Anschließend wird die Heizeinrichtung 7 mittels der Zuführeinrichtung 11 abgesenkt, bis sich ein unterer Abschnitt des Tauchrohrs 9 und insbesondere die Stirnseite 17 innerhalb der Schmelze 4 befindet, wie in Fig. 1 gezeigt. Durch den Druck der bei der Verbrennung entstehenden Rauchgase wird das Eindringen der Schmelze in das Innere des Tauchrohrs 9 verhindert; die Flamme 19 steht also nicht oder nur an ihrer äußersten Spitze mit der Schmelze 4 in direktem Kontakt. Stattdessen drängen die Rauchgase - wie durch Pfeile 23 angedeutet - aus

der offenen, unteren Stirnseite 17 des Tauchrohrs 9 hinaus, dringen in die Schmelze 4 ein und perlen in Form von Gasblasen 24 nach oben. Durch die große Zahl aufsteigender Gasblasen 24 steht eine große Fläche für einen Wärmeübergang vom Rauchgas in die Schmelze 4 zur Verfügung. Gleichzeitig führen die aufsteigenden Gasblasen 24 aufgrund des Mammutpumpeneffekts zu einer kontinuierlichen Umwälzung der Schmelze 4, durch die die Temperaturverteilung in der Schmelze 4 homogenisiert wird. Neben dem Wärmeübergang an der Oberfläche der Gasblasen 24 findet im Übrigen eine Wärmeübertragung auch an der Wand des Tauchrohrs 9 statt. Die aus der Schmelze 4 austretenden Rauchgase werden anschließend über einen Abzug 25 im Deckel 3 abgeführt.

[0032] Die Zuführung von Wärmeenergie in die Schmelze 4 kann im Übrigen in der Ausführungsform nach Fig. 1 in Abhängigkeit von der Temperatur der Schmelze 4 geregelt werden. Dazu steht eine durch die Wand des Deckels 3 hindurch geführte Temperaturmesssonde 27 mit einer Steuereinheit 28 - wie durch eine gestrichelte Linie angedeutet - in Datenverbindung. Die Sonde 27 ermöglicht die kontinuierliche Messung der Temperatur der Schmelze 4. Die Steuereinheit steht mit Stellventilen 29, 30 in den Leitungen 12, 14 in Datenverbindung. Auf diese Weise kann die Leistung des Brenners 10 durch Beeinflussung der Zuführung von Brennstoff und/oder Sauerstoff proportional oder stufenweise in Abhängigkeit von der an der Temperaturmesssonde 27 erfassten Temperatur der Schmelze 4 gesteuert und beispielsweise dazu eingesetzt werden, die Temperatur der Schmelze 4 dauerhaft auf einem vorgegebenen Wert zu halten. Dadurch ist insbesondere auch eine automatisierte Heizung während eines Transports möglich.

[0033] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist für die Warmhaltung verschiedener Metalle, insbesondere Eisen oder Aluminium, bis zu einer Temperatur von 1000°C geeignet. Durch die große Wärmeaustauschfläche an den in der Schmelze aufsteigenden Gasblasen ist eine hohe Effizienz der Erwärmung ebenso gewährleistet, wie eine gute Temperaturhomogenität in der Schmelze aufgrund der beständigen, durch die aufsteigenden Gasblasen induzierten Bewegung. Bei Verwendung eines Brennstoff-Sauerstoff-Brenners wird gewährleistet, dass die Rauchgase weit überwiegend aus CO₂, H₂O und O₂ bestehen, die die Schmelze nicht negativ beeinflussen.

Bezugszeichenliste

[0034]

1. Vorrichtung
2. Behälter
3. Deckel
4. Schmelze
5. Pegel
6. Aussparung
7. Heizeinrichtung

- 8. -
- 9. Tauchrohr
- 10. Brenner
- 11. Zuführeinrichtung
- 12. Brennstoffleitung
- 13. Zuführung für Brennstoff
- 14. Sauerstoffleitung
- 15. Zuführung für Sauerstoff
- 16. Zündeinrichtung
- 17. Untere Stirnseite
- 18. Obere Stirnseite
- 19. Flamme
- 20. -
- 21. Durchführung
- 22. Durchführung
- 23. Pfeil
- 24. Gasblase
- 25. Abzug
- 26. -
- 27. Temperaturressonde
- 28. Steuereinheit
- 29. Stellventil
- 30. Stellventil

Patentansprüche

- 1. Verfahren zum Warmhalten flüssiger Metalle, bei dem eine metallische Schmelze (4) in einem Behälter (2) aufgenommen wird und mittels eines in einem vertikal oder schräg in die Schmelze (4) eingebrachten Tauchrohr (9) aufgenommenen Brenners (10) durch Verbrennen eines Brennstoffs mit Sauerstoff beheizt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass die bei der Verbrennung des Brennstoffs im Brenner (10) entstehenden Rauchgase zumindest zum wesentlichen Teil durch eine Strömungsöffnung des Tauchrohrs (9) in die Schmelze eingetragen werden.
- 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rauchgase in einem unteren Bereich des Behälters (2) in die Schmelze (4) eingetragen werden.
- 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuführung von Brennstoff und/oder Sauerstoff zum Brenner (10) in Abhängigkeit von an einer Messsonde (27) im Innern des Behälters (2) erfassten Parametern in der Schmelze (4) geregelt wird.
- 4. Vorrichtung zum Warmhalten flüssiger Metalle, mit einem zur Aufnahme einer metallischen Schmelze (4) bestimmten Behälter (2) sowie mit einer mittels einer Zuführeinrichtung (11) vertikal oder schräg in das Behälterinnere einfahrbaren Heizeinrichtung

(7), die einen in einem Tauchrohr (9) aufgenommenen, an eine Zuleitung (12) für einen Brennstoff und eine Zuleitung (14) für Sauerstoff angeschlossenen Brenner (10) umfasst,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Tauchrohr (9) in seinem unteren Abschnitt mit wenigstens einer für Brenngase des Brenners (10) durchlässigen Strömungsöffnung ausgerüstet ist.

- 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsöffnung in der unteren Stirnseite (17) des Tauchrohrs angeordnet ist.

- 6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tauchrohr (9) in einem im Einsatz der Vorrichtung außerhalb der Schmelze (4) angeordneten Abschnitt mit Ausnahme von wenigstens einer Durchtrittsöffnung (21, 22) für den Brenner (10) und/oder für die Zuleitungen (12, 14) für den Brennstoff und/oder das Oxidationsmittel im Wesentlichen gasdicht ausgebildet ist.

- 7. Vorrichtung nach Anspruch 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter (2) als Transportbehälter zum Transportieren einer metallischen Schmelze (4) ausgebildet ist.

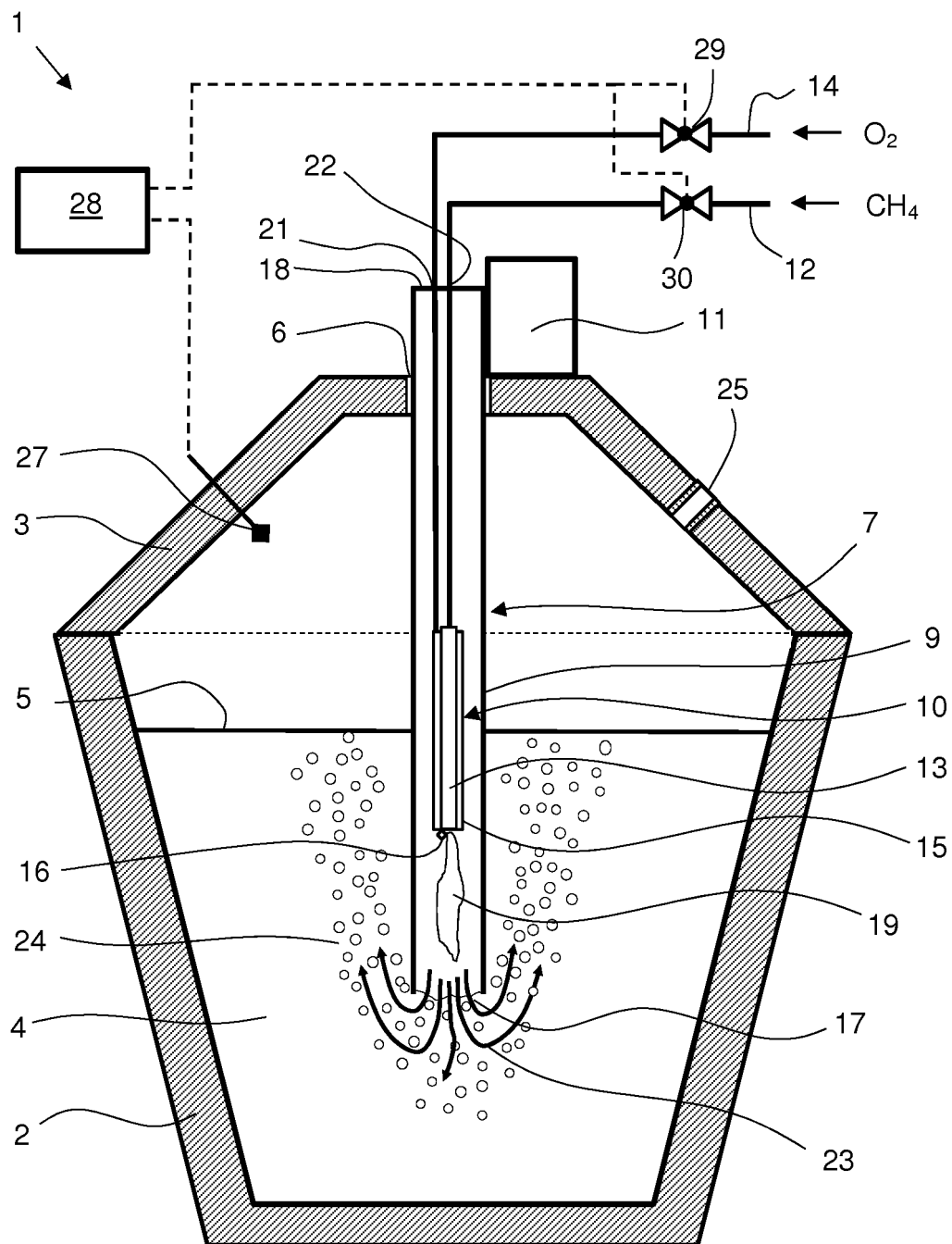


Fig. 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1078704 B1 [0003]
- DE 102007022684 [0003]
- DE A1 [0003]
- DE 3637065 A1 [0008]
- EP 0217094 A1 [0009]
- WO 2006133679 A2 [0011]