

(19)



(11)

EP 3 139 121 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.03.2017 Patentblatt 2017/10

(51) Int Cl.:
F27B 7/16 (2006.01)
F27B 7/34 (2006.01)
F27B 7/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16183585.5**

(22) Anmeldetag: **10.08.2016**

(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

(71) Anmelder: **Schmidt, Michael**
46348 Raesfeld (DE)

(72) Erfinder: **Schmidt, Michael**
46348 Raesfeld (DE)

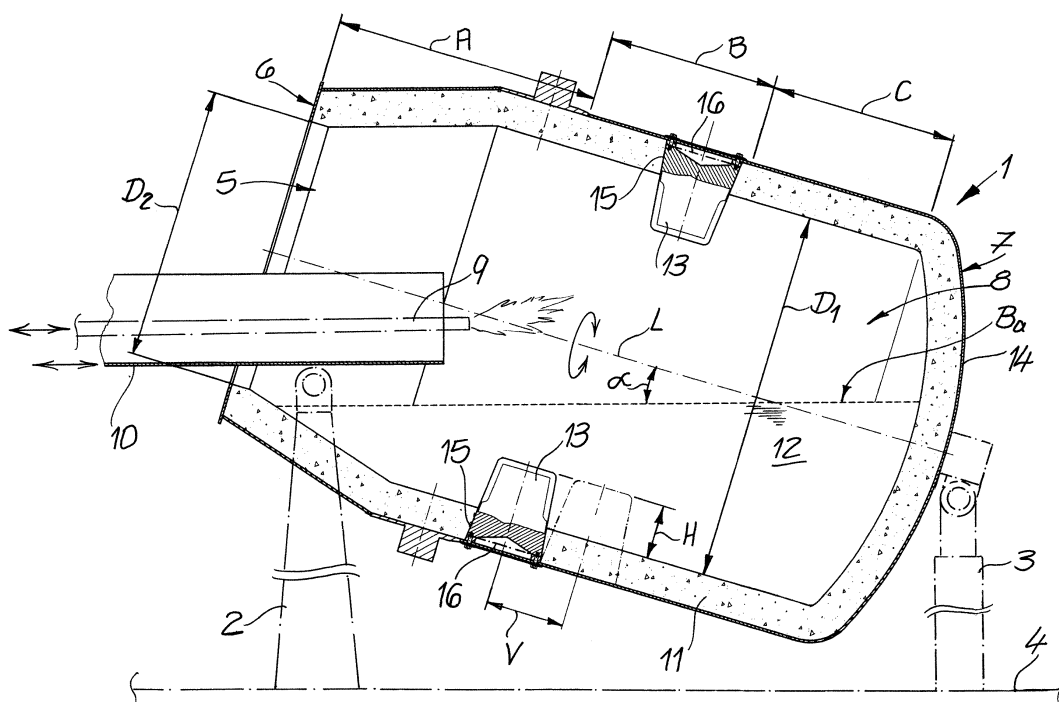
(74) Vertreter: **Nunnenkamp, Jörg**
Andrejewski - Honke
Patent- und Rechtsanwälte
An der Reichsbank 8
45127 Essen (DE)

(30) Priorität: **02.09.2015 DE 202015104662 U**

(54) DREHTROMMELOFEN

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Drehtrommelofen, insbesondere Metallschmelz-Drehtrommelofen, vorzugsweise Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelofen, mit einer um ihre Längsachse (L) drehbar gelagerten Ofentrommel (1), welche an wenigstens einer Stirnseite (6) eine Öffnung (5) zum Chargieren und/oder Beheizen eines Ofentrommelinnenraumes (8) mit einer Wärmequelle (9) aufweist. Außerdem sind mehrere an einen Trommelmantel (14) der Ofentrommel (1) angeschlos-

sene sowie in den Ofentrommelinnenraum (8) ragende Rührkörper (13) realisiert. Erfindungsgemäß ist der Ofentrommelinnenraum (8) quer zur Längserstreckung der Ofentrommel (1) in einen vorzugsweise der Öffnung (5) zugewandten Rührkörperbereich (B) mit den ausschließlich dort angeordneten Rührkörpern (13) und wenigstens einen daran anschließenden Rührkörperfreibereich (C) ohne Rührkörper (13) unterteilt.

**EP 3 139 121 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Drehtrommelofen, insbesondere Metallschmelz-Drehtrommelofen, vorzugsweise einen Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelofen, mit einer um ihre Längsachse drehbar gelagerten Ofentrommel, welche an wenigstens einer Stirnseite eine Öffnung zum Chargieren und/oder Beheizen eines Ofentrommelinnenraumes mit einer Wärmequelle aufweist, und mit mehreren an einen Trommelmantel der Ofentrommel angeschlossenen sowie in den Ofentrommelinnenraum ragenden Rührkörpern.

[0002] Drehtrommelöfen und insbesondere Metallschmelz-Drehtrommelöfen sind in vielfältiger Ausführungsform bekannt und werden beispielsweise zum Umschmelzen von Aluminium eingesetzt, wie dies in der gattungsbildenden DE 20 2005 007 538 U1 beschrieben wird. Das Aluminium wird dazu in einem Schutzbad umgeschmolzen. Zu diesem Zweck ist die im Innern des Drehtrommelofens erzeugte Metallschmelze mit einer Schutzschicht bedeckt, bei welcher es sich um eine Salzdecke handelt oder handeln kann. Das hat sich grundsätzlich bewährt.

[0003] Neben Drehtrommelöfen mit liegender Ofentrommel sind auch Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelöfen bekannt, wie sie in den beiden Veröffentlichungen DE 20 2012 101 139 U1 und DE 20 2012 103 369 U1 beschrieben werden. Solche Kipptrommelöfen sind mit dem grundsätzlichen Vorteil verbunden, dass tendenziell mit geringeren Mengen an Salz im Vergleich zu starr ausgelegten Drehtrommelöfen ohne Kippvorrichtung gearbeitet werden kann (vgl. das Buch "Aluminiumrecycling" von Dr. Ing. Klaus Krone, Vereinigung deutscher Schmelzhütten e.V. Düsseldorf, 2000, Seiten 326 bis 332). Außerdem ist das Chargieren bei solchen Kipp-Drehtrommelöfen einfacher, weil diese typischerweise über eine größere Öffnung an der Stirnseite im Vergleich zu einem nicht kippbaren Drehtrommelofen verfügen. Hinzu kommt, dass bei Kipp-Trommelöfen das Entleeren schneller vonstattengeht.

[0004] Allerdings sind solche Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelöfen mit dem grundsätzlichen Nachteil behaftet, dass die Erwärmung schwieriger ist und die Gefahr sogenannter "kalter Bereiche" innerhalb der Metallschmelze größer ist als bei Drehtrommelöfen mit starrer und nicht kippbarer Längsachse. Solche "kalten Bereiche" können insgesamt dazu führen, dass der Ofentrommelinnenraum an diesen Stellen mit nicht schmelzenden oder nicht schmelzbaren Bestandteilen "zuwächst". Dieses "Zuwachsen" wird durch die dort vorhandenen Rührkörper zusätzlich noch begünstigt und beschleunigt. Dies lässt sich im Kern darauf zurückführen, dass bei den Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelöfen wie auch bei herkömmlichen Metallschmelz-Drehtrommelöfen mit starrer Längsachse der Wärmeübertrag im Allgemeinen anisotrop erfolgt, weil die Wärmequelle regelmäßig nur an einer Stirnseite der Ofentrommel vorgesehen ist. Außerdem findet der Wärmeübertrag von der Wärmequelle

bzw. einem an dieser Stelle regelmäßig eingesetzten Brenner auf die Schmelze bzw. das beispielsweise zu umschmelzende Sekundäraluminium in stückiger Form überwiegend über eine obligatorische Innenverkleidung im Innern der Ofentrommel statt.

[0005] Da die Oberfläche der Innenverkleidung zur Wärmeaufnahme von der Wärmequelle bei einem Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelofen meistens signifikant kleiner als bei einem Drehtrommelofen mit nicht kippbarer starrer Längsachse ausgebildet ist, ergeben sich Probleme beim Herstellen der Metallschmelze. Die verringerte Oberfläche der Innenverkleidung zur Wärmeaufnahme bei Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelöfen erklärt sich überwiegend aufgrund der Tatsache, dass der betreffende Kipp-Drehtrommelofen beim Umschmelzen schräggestellt wird. Dementsprechend verläuft auch ein Badspiegel der Metallschmelze zwar nach wie vor horizontal, allerdings in einem Winkel in Bezug auf die schräggestellte Ofentrommel. Das gilt auch für den Fall, dass sich die Ofentrommel prinzipiell nicht nur einseitig, sondern nach beiden Seiten hin schrägstellen lässt, wie dies im Rahmen der AT 409 269 B beschrieben wird.

[0006] Als Folge hiervon reicht der Badspiegel bis an einen Rand der Öffnung an der Stirnseite der Ofentrommel heran, durch welche die Ofentrommel entleert wird. Dadurch kann die Öffnung besonders groß ausgelegt werden kann. Allerdings werden im hinteren Bereich der Ofentrommel signifikante Tiefen der Metallschmelze beobachtet, deren durchgängige Erwärmung zum Umschmelzen schwierig ist. Denn die Wärmequelle bzw. der Brenner ist im Allgemeinen im Bereich der zuvor genannten Öffnung angeordnet, so dass zu den besonders tiefen Bereichen der Metallschmelze der größte Abstand zur Wärmequelle korrespondiert.

[0007] So beobachtet man in der Praxis Temperaturgradienten bei solchen Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelöfen innerhalb der Metallschmelze von mehr als 20 °C und insbesondere von mehr als 50 °C, wenn man den Bereich der Metallschmelze nahe der Öffnung in der Stirnseite und folglich nahe der dort vorhandenen Wärmequelle mit dem anderen Ende der Metallschmelze im Bereich der gegenüberliegenden Stirnseite der Ofentrommel miteinander vergleicht. Das heißt, die Metallschmelze ist im vorderen Bereich an der Öffnung deutlich heißer, meistens um mindestens 50 °C heißer als im hinteren Bereich. Um nun solche "kalten Bereiche" insbesondere bei Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelöfen zu vermeiden, könnte insgesamt die Heizleistung der Wärmequelle erhöht werden. Das führt allerdings zu zweierlei Problemen.

[0008] Zum einen besteht die Gefahr, dass die nahe der Wärmequelle rotierenden Rührkörper von der Hitze der Wärmequelle respektive der dort zumeist eingesetzten offenen Flamme angegriffen werden und schlicht und ergreifend verbrennen können. Zum anderen besteht bei einer zu heißen Metallschmelze die Gefahr, dass hohe Schmelzverluste durch Verdampfen des eigentlich zu gewinnenden Metalls beobachtet werden. - An dieser

grundsätzlichen Problematik hat auch die Lehre nach der US 6 395 221 B1 nichts ändern können, welche ebenfalls einen gattungsgemäßen Drehtrommelofen beschreibt. Hier will die Erfindung insgesamt Abhilfe schaffen.

[0009] Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, einen Drehtrommelofen und insbesondere Metallschmelz-Drehtrommelofen sowie vorzugsweise einen Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelofen des eingangs beschriebenen Aufbaus so weiter zu entwickeln, dass zugleich Metallverluste auf ein Minimum verringert werden und eine Verringerung des nutzbaren Volumens des Ofentrommelinnenraumes durch ein "Zuwachsen" in "kalten Bereichen" praktisch nicht mehr auftritt.

[0010] Zur Lösung dieser technischen Problemstellung ist ein gattungsgemäßer Drehtrommelofen im Rahmen der Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass der Ofentrommelinnenraum quer zur Längserstreckung der Ofentrommel in einen vorzugsweise der Öffnung zugewandten Rührkörperbereich mit den ausschließlich dort angeordneten Rührkörpern und wenigstens einen daran anschließenden Rührkörperfreibereich ohne Rührkörper unterteilt ist.

[0011] Im Regelfall ist der Rührkörperbereich mit den dort ausschließlich vorgesehenen Rührkörpern der Öffnung der Ofentrommel zugewandt, durch welche der Wärmeeintrag erfolgt bzw. durch welche im Regelfall der Brenner ins Innere der Ofentrommel hineinragt. Grundsätzlich kann aber auch unabhängig von einer solchen Öffnung gearbeitet werden, beispielsweise für den Fall, dass eine Beheizung über beide Öffnungen oder anderweitig erfolgt.

[0012] Jedenfalls ist der Ofentrommelinnenraum quer zur Längserstreckung der Ofentrommel in den Rührkörperbereich mit den ausschließlich dort angeordneten Rührkörpern und wenigstens einen daran anschließenden Rührkörperfreibereich ohne Rührkörper unterteilt.

[0013] Im Gegensatz zum Stand der Technik, welcher die Rührkörper ausweislich der US 6 395 221 B1 oder auch gemäß der DE 20 2005 007 538 U1 über die gesamte Längserstreckung der Ofentrommel verteilt anordnet bzw. eine solche Anordnung vorsieht, unterscheidet die Erfindungslehre erstmals zwischen einem gleichsam zulässigen Rührkörperbereich mit den dort ausschließlich vorgesehenen Rührkörpern und wenigstens einem daran anschließenden Rührkörperfreibereich, in dem ausdrücklich keine Rührkörper angeordnet sind und auch nicht angeordnet werden dürfen. Das heißt, dieser Rührkörperfreibereich ist erfindungsgemäß ohne Rührkörper ausgelegt und folglich unzulässig und steht für die Anbringung der Rührkörper bewusst nicht zur Verfügung.

[0014] Diese Auslegung ist nicht nur diametral zu den Anweisungen des zuvor behandelten Standes der Technik, sondern auch zu der bekannten Lehre entsprechend der EP 2 078 759 A1. Zwar geht es auch hier letztlich darum, den Umschmelzvorgang zu beschleunigen und etwaige Probleme beim Chargieren zu vermeiden. Allerdings sieht die bekannte Lehre hierzu eine wendelförmige

Anordnung der Rührkörper vor, die nicht nur über den Umfang des Trommelmantels verteilt angeordnet sind, sondern den Ofentrommelinnenraum in seiner gesamten Längserstreckung erfassen.

[0015] Erfindungsgemäß ist nun der der Öffnung zugewandte Rührkörperbereich mit den ausschließlich dort angeordneten Rührkörpern vorgesehen, wobei sich an den betreffenden Rührkörperbereich der wenigstens eine Rührkörperfreibereich ohne Rührkörper meistens unmittelbar anschließt. Durch diese Auslegung werden mehrere positive Effekte erreicht und die zuvor definierte Problemstellung gelöst.

[0016] So sorgen die Rührkörper in dem der Öffnung zugewandten Rührkörperbereich zunächst einmal dafür, dass durch die Öffnung in den Ofentrommelinnenraum eingebrachte und zu umschmelzende Metallstücke mit Hilfe der Rührkörper im Rührkörperbereich gleichsam entlang der Längsachse der Ofentrommel in hintere Bereiche bzw. in Richtung auf die der Stirnseite mit der Öffnung gegenüberliegende meistens geschlossene Stirnseite transportiert werden. Dieser Transport der zu umschmelzenden Metallstücke wird zusätzlich noch durch die mögliche Schrägstellung bzw. das Kippen der Längsachse begünstigt, falls an dieser Stelle ein Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelofen zum Einsatz kommt. Ansonsten können die Rührkörper im Rührkörperbereich grundsätzlich auch wendelförmig verlaufen, um die beschriebene Förderwirkung zu erzielen, wie dies prinzipiell durch die zuvor bereits beschriebene EP 2 078 759 A1 bekannt ist.

[0017] Der Fördereffekt der Rührkörper im Rührkörperbereich wird auch noch dadurch unterstützt und begünstigt, dass die Rührkörper mit seitlichem Versatz an den Trommelmantel angeschlossen sind, und zwar umfangsseitig. Das heißt, die Rührkörper finden sich in dem Rührkörperbereich verteilt über den Umfang des Trommelmantels gesehen, wobei zugleich zwischen den einzelnen Rührkörpern der bereits beschriebene Versatz in Längsrichtung bzw. entlang der Längsachse der Ofentrommel beobachtet wird. Durch diesen Versatz wird der zuvor beschriebene Fördereffekt noch intensiviert und verstärkt, insbesondere mit der schräggestellten bzw. gekippten Längsachse bei einem Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelofen. Vergleichbare Vorteile werden jedoch auch dann beobachtet, wenn die Längsachse nicht kippbar und starr ausgelegt ist.

[0018] Neben dem beschriebenen Fördereffekt sorgen die Rührkörper in bekannter Art und Weise und unverändert dafür, dass etwaige auf oder in der Schmelze schwimmende und noch nicht geschmolzene Metallkörper bzw. Metallstücke in die Schmelze hineingedrückt werden, wodurch der Schmelzvorgang eine gewünschte Beschleunigung erfährt. Diese gesamten und beschriebenen Effekte werden bereits für den Fall beobachtet, dass in dem Rührkörperbereich lediglich zwei Rührkörper vorhanden sind. In diesem Fall stehen sich die beiden Rührkörper diametral im Vergleich zu der dazwischen angeordneten Längsachse gegenüber. Das heißt, zwi-

schen den beiden Rührkörpern beobachtet man einen Drehversatz entlang des Umfangs des Trommelmantels von in etwa 180°. Neben diesem Drehversatz entlang des Umfangs sind die Rührkörper darüber hinaus noch mit dem Versatz in Richtung der Längsachse der Ofentrommel ausgerüstet. Dieser Versatz entspricht dabei im Großen und Ganzen der Breite des jeweiligen Rührkörpers in Richtung der Längsachse. Grundsätzlich kann natürlich auch mit weniger Versatz oder auch mit mehr Versatz gearbeitet werden.

[0019] Bei den Rührkörpern handelt es sich um solche, die aus Eisen bzw. Stahl hergestellt werden. Grundsätzlich können an dieser Stelle aber auch Rührkörper aus Beton, insbesondere einem Feuerfestbeton zum Einsatz kommen. Auch andere Gießmassen sind denkbar. Darüber hinaus können die Rührkörper aber auch aus Schamottsteinen aufgebaut werden. Als weitere denkbare Materialien sind Keramik, insbesondere Titankeramik oder auch Carbide für die Herstellung der Rührkörper denkbar. Die fraglichen Materialien können als Gießmassen Verwendung finden oder auch entsprechende hieraus bestehende Steine für die Realisierung der Rührkörper herangezogen werden.

[0020] Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Rührkörper zu verstärken. Dabei ist es beispielsweise denkbar, bei Rührkörpern aus Beton mit eingelagerten Nadeln, Fasern oder auch einem Stahlkern zu arbeiten. Auch das Einbringen von Geflechten ist denkbar. Daneben sind aber auch andere Armierungen, Überzüge oder auch Beschichtungen aus z. B. Stahl oder allgemein Metall möglich. Schließlich kann der fragliche Rührkörper auch mit Einlagerungen aus Kunststoff, Kohlefasern, Glasfasern etc. ausgerüstet werden.

[0021] An den Rührkörperbereich schließt sich der wenigstens eine Rührkörperfreibereich an, in dem ausdrücklich keine Rührkörper vorgesehen sind und auch nicht angeordnet werden können. Dieser Rührkörperfreibereich findet sich folglich benachbart zur hinteren und meistens geschlossenen Stirnseite der Ofentrommel, welche der Stirnseite mit der Öffnung gegenüberliegt. Da in dem Rührkörperfreibereich insbesondere bei Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelöfen im aus der Praxis bekannten Stand der Technik oftmals "kalte Bereiche" der Metallschmelze beobachtet werden, führt der Verzicht von Rührkörpern an dieser Stelle dazu, dass die Gefahr eines "Zuwachsens" des Ofentrommelinnenraums deutlich verringert ist. Das setzt natürlich eine entsprechende Temperaturführung voraus, welche sicherstellt, dass die Metallschmelze im fraglichen Rührkörperfreibereich auf einer Temperatur gehalten wird, welche oberhalb des Schmelzpunktes des zu umschmelzenden Metalls angesiedelt ist.

[0022] Tatsächlich wird der erfindungsgemäße Drehtrommelofen üblicherweise zum Umschmelzen von Aluminium und insbesondere Sekundäraluminium eingesetzt. Dabei wird regelmäßig mit einem Schutzbad gearbeitet. Es kann aber auch ohne Schutzbad vorgegangen werden, wie dies im Rahmen der AT 409 269 B be-

schrieben wird, welche sich mit einem Verfahren zum salzlosen und oxidationsfreien Umschmelzen von Aluminium beschäftigt. Genauso gut liegt es im Rahmen der Erfindung, mit Hilfe des beschriebenen Drehtrommelofens Nichteisenmetalle zu verarbeiten.

[0023] Sofern ein Schutzbad zum Einsatz kommt, wird so vorgegangen, dass die Metallschmelze mit einer Salzdecke an ihrer Oberfläche einerseits vor Oxidationen geschützt wird und andererseits vor der Wärmequelle bzw. einer an dieser Stelle meistens realisierten offenen Flamme. Dadurch werden Verdampfungsverluste minimiert. Das setzt allerdings voraus, dass der Schmelzpunkt des eingesetzten Salzes bzw. der Salzdecke oberhalb des Schmelzpunktes des zu umschmelzenden Metalls liegt. Sofern an dieser Stelle Aluminium gewonnen wird, beobachtet man hierfür einen Schmelzpunkt von ca. 660 °C. Die eingesetzten Schmelzsalze wie beispielsweise Natriumchlorid, Kaliumchlorid und Kaliumfluorid sind meistens mit Schmelztemperaturen oberhalb von ca. 700 °C ausgerüstet. In diesem Zusammenhang sollte betont werden, dass auf solche Schmelzsalze grundsätzlich auch verzichtet werden kann. Das heißt, die Erfindung betrifft selbstverständlich auch Drehtrommelöfen bzw. Metallschmelz-Drehtrommelöfen, mit deren Hilfe die Metallschmelze ohne Schutzbad erzeugt wird.

[0024] Für die Rührkörper, die typischerweise aus Stahl und insbesondere Grauguss hergestellt sind, werden Schmelztemperaturen von nahezu 1500 °C beobachtet. Vergleichbare Schmelztemperaturen liegen vor, wenn anstelle von Rührkörpern aus Eisen und insbesondere aus Grauguss solche zum Einsatz kommen, wie sie in der DE 20 2004 004 478 U1 beschrieben werden. Hier handelt es sich um Rührkörper, die unter Verwendung einer hydraulisch oder chemisch abbindenden feuerfesten Gieß- oder Stampfmasse hergestellt sind.

[0025] Jedenfalls lassen sich die einzelnen Elemente des Drehtrommelofens ebenso wie die Metallschmelze, gegebenenfalls die Salzdecke und die Rührkörper so auslegen und betreiben, dass die zuvor beschriebenen "kalten Bereiche" nicht zu einem "Zuwachsen" des Ofentrommelinnenraums führen, weil in diesem Bereich Rührkörper als mögliche Kristallisationskeime fehlen. Diesem Effekt kann zusätzlich dadurch dagegengewirkt werden, dass eine obligatorische Innenverkleidung der Ofentrommel besonders glattflächig gestaltet wird. Da darüber hinaus die Rührkörper auf den Rührkörperbereich nahe der Öffnung beschränkt sind, lassen sich etwaige Beschädigungen der Rührkörper vermeiden und können diese zugleich zur Förderung der zu umschmelzenden Metallstücke genutzt werden. Hierin sind die wesentlichen Vorteile zu sehen.

[0026] Nach vorteilhafter Ausgestaltung kann der Ofentrommelinnenraum quer zur Längserstreckung der Ofentrommel in insgesamt drei Bereiche unterteilt werden. Zunächst einmal ist in diesem Fall ein erster Rührkörperfreibereich vorgesehen, welcher im Regelfall unmittelbar im Anschluss an die Öffnung in der Stirnseite der Ofentrommel angeordnet ist. Dieser erste Rührkör-

perfreibereich trägt dem Umstand Rechnung, dass im Bereich der Öffnung bzw. der dort vorgesehenen Wärmequelle regelmäßig mit einer offenen Flamme gearbeitet wird. Da die offene Flamme folglich den ersten Rührkörperfreibereich erreicht bzw. überstreichen kann, führt der Verzicht auf Rührkörper an dieser Stelle dazu, dass naturgemäß dann auch keine Beschädigungen an den Rührkörpern entstehen können und beobachtet werden.

[0027] Außerdem ist die Auslegung so getroffen, dass meistens eine durch die besagte Öffnung ins Innere der Ofentrommel reichende Chargierrinne oder allgemein eine Chargiermaschine über den ersten Rührkörperfreibereich hinaus bis zum Rührkörperbereich bzw. bis zum Anfang des Rührkörperbereiches reicht. Dadurch ist sichergestellt, dass die zu chargierenden Brocken an Einsatzmaterial bzw. Metallbrocken unmittelbar die Rührkörper erreichen und von dort aus weiter ins Innere der Ofentrommel transportiert werden können. Nach dem Chargieren wird typischerweise die Chargierrinne bzw. Chargiermaschine durch die Öffnung entfernt und anschließend die Wärmequelle bzw. der Brenner durch die Öffnung ins Innere der Ofentrommel eingeführt.

[0028] An den ersten Rührkörperfreibereich schließt sich der Rührkörperbereich mit den ausschließlich dort vorgesehenen Rührkörpern an. Dem Rührkörperbereich folgt schließlich der zweite Rührkörperfreibereich, welcher mit dem dortigen Verzicht auf die Rührkörper das "Zuwachsen" des Ofentrommelinnenraumes wie beschrieben verhindert.

[0029] Folgerichtig wird der Rührkörperbereich im Regelfall zwischen einem ersten Rührkörperfreibereich davor und einem zweiten Rührkörperfreibereich dahinter in Längserstreckung der Ofentrommel eingeschlossen. Dabei kann die Auslegung zusammenfassend so getroffen werden, dass der Rührkörperbereich und der Rührkörperfreibereich bzw. die (beiden) Rührkörperfreibereiche den Ofentrommelinnenraum entlang der Längsachse der Ofentrommel in einem bestimmten Verhältnis unterteilen. An dieser Stelle empfiehlt die Erfindung ein Verhältnis von 6 : 1, insbesondere 4 : 1 und vorzugsweise 2 : 1 für die Länge des Rührkörperbereiches im Vergleich zu derjenigen des Rührkörperfreibereiches bzw. der Summe der beiden Rührkörperfreibereiche. Das heißt, im Maximum verfügt der Rührkörperbereich über eine sechsmal, insbesondere viermal und vorzugsweise zweimal so große Länge entlang der Längsachse der Ofentrommel im Vergleich zu der Länge oder kumulierten Länge des Rührkörperfreibereiches bzw. der beiden Rührkörperfreibereiche.

[0030] Das fragliche Längenverhältnis kann im Minimum bis 0,3 : 1, insbesondere 0,2 : 1 und vorzugsweise 0,1 : 1 für die Länge des Rührkörperbereiches im Vergleich zu derjenigen des Rührkörperfreibereiches bzw. der Summe der beiden Rührkörperfreibereiche reichen. Das heißt, das besagte Verhältnis kann so weit gehen, dass der Rührkörperbereich von seiner Länge her entlang der Längsachse der Ofentrommel im Minimum lediglich noch 10 % (bzw. 20 % oder 30 %) der Länge des

Rührkörperfreibereiches bzw. der kumulierten Länge der beiden Rührkörperfreibereiche beträgt.

[0031] Bevorzugt werden Längenverhältnisse zwischen dem Rührkörperbereich und dem Rührkörperfreibereich bzw. den beiden Rührkörperfreibereichen von 2 : 1 bis 0,2 : 1 beobachtet. Ganz besonders bevorzugt ist ein Längenverhältnis des Rührkörperbereiches im Vergleich zu dem Rührkörperfreibereich bzw. den beiden Rührkörperfreibereichen im Bereich von 1 : 1 bis 0,3 : 1. Jedenfalls werden im Rahmen dieser insgesamt vorgestellten Längenverhältnisse die zuvor geltend gemachten Vorteile beobachtet. Einerseits die Fähigkeit der Rührkörper im Rührkörperbereich zur Förderung etwaiger Metallstücke in Richtung auf die Schmelze und andererseits das Verhindern etwaiger "Zuwachsungen" des Ofentrommelinnenraumes.

[0032] Nach weiterer bevorzugter Ausführungsform sind die jeweiligen Rührkörper in Ausnehmungen einer Innenverkleidung der Ofentrommel an den Trommelmantel angeschlossen, beispielsweise angeschraubt. Grundsätzlich können die Rührkörper aber auch auf die Innenverkleidung der Ofentrommel aufgesetzt sein. Der Anschluss der Rührkörper in den Ausnehmungen an den Trommelmantel kann dabei darüber hinaus und bevorzugt unter Zwischenschaltung einer Isolierschicht erfolgen. Die Isolierschicht trägt dem Umstand Rechnung, dass der jeweilige Rührkörper aus insbesondere Eisen respektive Grauguss innerhalb der Metallschmelze als gleichsam Wärmesenke fungiert und Wärme aus dem Ofentrommelinnenraum in Richtung auf den Trommelmantel und mithin nach außerhalb des Drehtrommelo-fens fördert. Dieser Wärmestrom wird verringert bzw. kann sogar gänzlich unterbrochen werden, wenn die bereits angesprochene Isolierschicht zwischen dem Trommelmantel und dem Fuß des Rührkörpers vorgesehen ist.

[0033] In diesem Fall verfügt die Ofentrommel in ihrem Ofentrommelinnenraum typischerweise über eine (durchgängige) wärmeisolierende Verkleidung. Denn die Innenverkleidung der Ofentrommel setzt sich im Allgemeinen aus einer Ausmauerung aus Schamottsteinen zusammen, kann aber auch aus Feuerfestmassen hergestellt sein. Die Innenverkleidung bzw. die Ausmauerung ist lediglich im Bereich der Ausnehmungen für die Rührkörper unterbrochen. Dadurch kann der betreffende Rührkörper austauschbar am Trommelmantel festgelegt werden, beispielsweise an den Trommelmantel angeschraubt werden. Ein Austausch der Rührkörper lässt sich hierdurch einfach bewerkstelligen. Falls in diesem Zusammenhang zusätzlich noch die bereits angesprochene Isolierschicht zwischen dem Fuß des Rührkörpers und dem Trommelmantel vorgesehen ist, wird eine insgesamt wärmeisolierende und durchgängige Innenverkleidung der Ofentrommel beobachtet, so dass Wärmeverluste auf ein Minimum reduziert sind. Bei der angesprochenen Isolierschicht kann es sich um eine Matte aus einem feuerfesten Material handeln. Auch eine Teflonschicht oder auch eine Teflonmatte ist an dieser Stelle

denkbar.

[0034] Nach weiterer vorteilhafter Ausgestaltung weisen die Rührkörper eine über die Innenverkleidung der Ofentrommel hinausragende Länge bzw. Höhe auf, die in einem bestimmten Verhältnis zum Abstand der Innenverkleidung im Vergleich zur Längsachse der Ofentrommel gestaltet ist. Tatsächlich hat es sich in diesem Zusammenhang als günstig erwiesen, wenn die betreffende Länge bzw. Höhe der Rührkörper in etwa 20 % bis 50 % und insbesondere 20 % bis weniger als 30 % des fraglichen Abstandes der Innenverkleidung zur Längsachse der Ofentrommel aufweist. Durch diese Bemessungsregel verfügen die Rührkörper einerseits über die erforderliche Länge bzw. Höhe, um die Metallstücke beginnend an der Öffnung der Ofentrommel entlang deren Längsachse weiter zu befördern und andererseits etwaige in der Metallschmelze schwimmende Metallbrocken in diese wirksam hineindrücken zu können. Zugleich ist die Länge der Rührkörper nicht zu groß bemessen, was ihre Beschädigung durch große Metallbrocken begünstigt. Außerdem sind besonders große Rührkörper naturgemäß in ihrer Herstellung teuer.

[0035] Wie bereits erläutert, können die Rührkörper aus Eisen, insbesondere Grauguss, hergestellt sein. Daneben liegen Ausgestaltungen im Rahmen der Erfindung, die mit einem Rührkörper aus einer abbindenden feuerfesten Gieß- und Stampfmasse hergestellt oder gefertigt sind, wie dies die DE 20 2004 004 478 U1 beschreibt. Auch Rührkörper aus Beton bzw. aus einer nicht metallischen Umhüllung mit einem zugehörigen metallischen Kern entsprechend der EP 1 408 297 A1 werden ausdrücklich umfasst und mit abgedeckt.

[0036] Die Ofentrommel ist überwiegend zylindrisch ausgebildet und um ihre Längsachse drehbar in einem Gestell gelagert. Das heißt, die Längsachse lässt sich drehen bzw. kippen. Zu diesem Zweck ist die Lagerung der Ofentrommel regelmäßig gegenüber dem Gestell als kardanische Lagerung ausgelegt, wie dies in der einleitend bereits in Bezug genommenen DE 20 2012 101 139 U1 im Detail beschrieben wird. Auch eine mittige Lagerung über beidseitige Lagerböcke entsprechend der AT 409 269 B ist ausdrücklich möglich und wird umfasst. Neben dieser Lagerung bzw. kardanischen Lagerung der Ofentrommel gegenüber dem Gestell meistens im Bereich der Öffnung ist zusätzlich noch eine Kippvorrichtung für die Ofentrommel vorgesehen, welche an der der Öffnung gegenüberliegenden geschlossenen Stirnseite der Ofentrommel angreift. Mit Hilfe der Kippvorrichtung kann die Längsachse gedreht bzw. verschwenkt oder gekippt werden. Gleiches gilt dann insgesamt für die Ofentrommel, so dass auf diese Weise der bevorzugte Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelofen umgesetzt und realisiert werden kann.

[0037] Ferner ist die Öffnung in der Stirnseite der Ofentrommel mit einem Durchmesser ausgerüstet, welcher mehr als 40 % und insbesondere mehr als 50 % des Innendurchmessers des Ofentrommelinnenraumes beträgt. Bei dem Innendurchmesser des Ofentrommelin-

nenraumes handelt es sich um den an dieser Stelle beobachteten maximalen Innendurchmesser. Denn die Ofentrommel ist überwiegend zylindrisch ausgebildet, weist im Regelfall an beiden Stirnseiten einen jeweils konisch zulaufenden Bereich in Richtung auf die betreffende Stirnseite auf. Der maßgebliche Innendurchmesser korrespondiert nun zu dem nicht konisch verengten Innendurchmesser des Ofentrommelinnenraumes. Bevorzugt kann der Durchmesser an der Stirnseite der Ofentrommel sogar 60 % des fraglichen Innendurchmessers betragen und ganz besonders bevorzugt sogar mehr als 70 % des fraglichen Innendurchmessers.

[0038] Die angesprochene Öffnung zum Chargieren und/oder Beheizen des Ofentrommelinnenraums an der einen Stirnseite der Ofentrommel ist im Regelfall mit zumindest einem Deckel zu ihrem Verschluss ausgerüstet. Der Deckel kann gegebenenfalls eine Restöffnung freilassen. Über diese Restöffnung lässt sich die Metallschmelze abstechen, wobei von dem übrigen und darüber befindlichen Teil des Deckels im Regelfall etwaige Krätze oder Salzbrocken mit darin eingeschlossener Krätze zurückgehalten werden. Nach bevorzugter Ausführungsform sind zwei sich gegenüberliegende sowie jeweils scharnierartig an den Trommelmantel angeschlossene Teildeckel vorgesehen, die zusammengenommen und in geschlossenem Zustand die Öffnung an der fraglichen Stirnseite verschließen.

[0039] Im Ergebnis wird ein Drehtrommelofen und insbesondere Metallschmelz-Drehtrommelofen beschrieben, der vorzugsweise als Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelofen ausgelegt ist. Solche Kipp-Drehtrommelöfen zeichnen sich durch eine besonders einfache Chargierung aus und sind darüber hinaus mit Vorteilen beim Entfernen etwaiger Fremdstoffe und/oder von Krätze bzw. anderen festen Fremdbestandteilen ausgerüstet. Erfindungsgemäß werden nun noch weitere Vorteile dahingehend beobachtet, dass die Förderung der zu umschmelzenden Metallbrocken oder allgemein des Einsatzmaterials verbessert ist und zugleich das bei solchen Kipp-Drehtrommelöfen mit im Inneren befindlichen Rührkörpern oftmals beobachtete "Zuwachsen" verhindert wird.

[0040] Dies erreicht die Erfindung im Kern dadurch, dass der Ofentrommelinnenraum in den Rührkörperbereich und den Rührkörperfreibereich quer zur Längserstreckung der Ofentrommel unterteilt wird. Dadurch übernehmen unterschiedliche Sektionen der Ofentrommel verschiedene Aufgaben im Zuge des Schmelzprozesses, so dass die Förderung der Metallbrocken intensiviert ist und zugleich der Schmelzprozess hierdurch verkürzt werden kann. Dies alles gelingt, ohne dass es zu dem befürchteten "Zuwachsen" des Ofentrommelinnenraumes kommt, weil in dem besonders anfälligen Bereich bzw. Rührkörperfreibereich ausdrücklich keine Rührkörper als etwaige Kondensationskeime zur Verfügung stehen und dadurch die Temperatur- und Prozessführung optimiert werden können. Hierin sind die wesentlichen Vorteile zu sehen.

[0041] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung erläutert. Die einzige Figur zeigt einen Drehtrommelofen nach der Erfindung.

[0042] Bei dem dargestellten Drehtrommelofen handelt es sich um einen Metallschmelz-Drehtrommelofen, also einen Drehtrommelofen, der über eine Ofentrommel 1 verfügt, welche um ihre Längsachse L rotiert. Die Ofentrommel 1 ist dazu in einem Gestell 2, 3, 4 gelagert. Das Gestell 2, 3, 4 weist ganz grob zwei vordere Lagerböcke 2 auf, mit deren Hilfe die Ofentrommel 1 im Bereich ihrer vorderen Stirnseite 6 mit dortiger Öffnung 5 drehbar aufgehängt ist, so dass die Längsachse L der Ofentrommel 1 in der einzigen Figur angedeutete Kippbewegungen unter Berücksichtigung eines Kippwinkels α vollführen kann.

[0043] Diese Kippbewegungen der Längsachse L der Ofentrommel 1 und folglich der gesamten Ofentrommel 1 lassen sich mit Hilfe einer Kippvorrichtung 3 initiieren, die drehbar gelagert an eine der frontseitigen Stirnseite 6 gegenüberliegende rückwärtige und geschlossene Stirnseite 7 der Ofentrommel 1 angeschlossen ist. Der Antrieb der Ofentrommel 1 zu ihrer angedeuteten Rotation um die Längsachse L und ebenso die dargestellte Kippbewegung unter Berücksichtigung des Kippwinkels α können dabei im Detail so umgesetzt und realisiert werden, wie dies im Stand der Technik nach der DE 20 2012 101 139 U1 beschrieben ist. Grundsätzlich sind natürlich auch andere Vorgehensweisen denkbar und werden umfasst. Entscheidend ist vorliegend, dass der dargestellte und in der einzigen Figur wiedergegebene Metallschmelz-Drehtrommelofen als Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelofen ausgebildet ist. Dieser Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelofen ist einerseits in der Lage, die durch einen Pfeil eingetragenen Drehbewegungen um seine Längsachse L zu vollführen. Andererseits und zusätzlich kann die Längsachse L gedreht bzw. gekippt werden, und zwar unter Berücksichtigung des ebenfalls zeichnerisch dargestellten Kippwinkels α .

[0044] Die Öffnung 5 an der frontseitigen Stirnseite 6 der Ofentrommel 1 wird zum Chargieren und/oder Beheizen eines Ofentrommelinnenraumes 8 mit einer Wärmequelle 9 genutzt. Tatsächlich erfolgen im Ausführungsbeispiel sowohl das Chargieren als auch das Beheizen des Ofentrommelinnenraumes 8 über die besagte Öffnung 5. Zu diesem Zweck ist eine Chargierrinne 10 dargestellt, welche für den Chargiervorgang durch die Öffnung 5 an der frontseitigen Stirnseite 6 in den Ofentrommelinnenraum 8 eingeführt und beispielsweise um ihre Längsachse gedreht werden kann. Auf diese Weise lässt sich von der Chargierrinne 10 aufgenommenes Einsatzmaterial allgemein bzw. lassen sich hierin befindliche Metallstücke bzw. Metallschrott aus Sekundäraluminium im Beispielfall in den Ofentrommelinnenraum 8 befördern. Dazu kann die Chargierrinne 10 gedreht oder auch vibriert werden. Ebenso kann der Metallschrott mit Hilfe eines Stempels aus der Chargierrinne 10 herausbefördert werden.

[0045] Bei dem zu umschmelzenden Einsatzmaterial handelt es sich allgemein um metallhaltige Brocken, die beispielsweise 40 Gew.% und mehr Metall beinhalten und zusätzlich Oxide und gegebenenfalls Schlacke. Nach dem Chargieren des Einsatzmaterials bzw. der Metallstücke oder auch des Metallschrotts mit Hilfe der Chargierrinne 10 wird die Chargierrinne 10 aus der Öffnung 5 herausgefahren, wie ein Doppelpfeil in der einzigen Figur andeutet. Jetzt kann das Innere der Ofentrommel 1 bzw. der Ofentrommelinnenraum 8 mit Hilfe einer angedeuteten Wärmequelle 9 beheizt werden. Bei der Wärmequelle 9 handelt es sich beispielhaft um einen Sauerstoffbrenner mit angedeuteter offener Flamme. Mit Hilfe der Wärmequelle 9 wird der Ofentrommelinnenraum 8 aufgeheizt, wobei insbesondere eine Innenverkleidung 11 zur Wärmefangnahme und Wärmeübertragung auf eine angedeutete Metallschmelze 12 mit Ba-doherfläche Ba genutzt wird.

[0046] Der Drehtrommelofen weist darüber hinaus Rührkörper 13 auf, die an einen Trommelmantel 14 der Ofentrommel 1 angeschlossen sind. Tatsächlich setzt sich die Ofentrommel 1 hinsichtlich ihres Wandaufbaus im Kern aus dem meistens aus Stahl hergestellten Trommelmantel 14 einerseits und der innenseitig folgenden Innenverkleidung 11 andererseits zusammen, die als Ausmauerung aus Schamottsteinen aufgebaut ist oder sein kann. Die Rührkörper 13 sind nun ihrerseits an den Trommelmantel 14 der Ofentrommel 1 angeschlossen und ragen in den Ofentrommelinnenraum 8 hinein.

[0047] Zu diesem Zweck ist die Innenverkleidung 11 mit einer jeweiligen Ausnehmung 15 ausgerüstet, welche den betreffenden Rührkörper 13 aufnimmt. In dieser Ausparung 15 mag eine angedeutete Isolierschicht 16 vorgesehen sein, welche zwischen einem Fuß des Rührkörpers 13 und dem Trommelmantel 14 zwischengeschaltet ist und den Wärmeübertrag des Rührkörpers 13 auf den Trommelmantel 14 verringert. Dazu handelt es sich bei der Isolierschicht 16 um eine Matte aus einem feuerfesten Material. Beispielsweise kann eine Keramikmatte zum Einsatz kommen. Insgesamt muss die Isolierschicht 16 vorliegend druckbeständig sein, um die betreffenden Rührkörper 13 am Trommelmantel 14 festlegen zu können. Anhand der Darstellung erkennt man, dass der jeweilige Rührkörper 13 an dem Trommelmantel 14 angeschraubt ist. Selbstverständlich sind auch andere Verbindungstechniken möglich. So kann beispielsweise der Rührkörper 13 an dem Trommelmantel 14 angeschweißt werden. Das gelingt vorliegend besonders einfach, weil der Rührkörper 13 aus Eisen bzw. Grauguss hergestellt ist.

[0048] Der Ofentrommelinnenraum 8 ist nun quer zur Längserstreckung der Ofentrommel 1 in verschiedene Bereiche A, B und C unterteilt. Tatsächlich beobachtet man zunächst einmal einen der Öffnung 5 an der frontseitigen Stirnseite 6 der Ofentrommel 1 zugewandten Rührkörperbereich B mit den ausschließlich dort angeordneten Rührkörpern 13 und zusätzlich wenigstens einen daran in der Längsrichtung L der Ofentrommel 1 an-

schließenden Rührkörperfreibereich C ohne Rührkörper 13. Mit anderen Worten, beschränkt sich die Anordnung und Platzierung der Rührkörper 13 ausschließlich auf den Rührkörperbereich B. Man erkennt, dass im Ausführungsbeispiel zwei sich diametral in Bezug auf die dazwischen angeordnete Längsachse L der Ofentrommel 1 gegenüberliegende Rührkörper 13 realisiert sind, die sich am Umfang des Trommelmantels 14 gegenüberliegen. Außerdem weisen die Rührkörper 13 einen axialen Versatz V zueinander auf, wie die projizierte strichpunktiierte Darstellung des oberen Rührkörpers 13 im Vergleich zum unteren Rührkörper deutlich macht. Der Versatz V entspricht nach dem Ausführungsbeispiel in etwa der Breite des Rührkörpers 13 an seinem Fuß, kann grundsätzlich natürlich auch kleiner oder sogar noch größer ausgelegt werden.

[0049] Neben dem Rührkörperbereich B und dem Rührkörperfreibereich C erkennt man in der Darstellung noch einen weiteren Rührkörperfreibereich A. Dazu ist der Ofentrommelinnenraum 8 quer zur Längserstreckung der Ofentrommel 1, das heißt, quer zur Längsachse L der Ofentrommel 1 in die insgesamt drei Bereiche A, B und C unterteilt. Hierbei handelt es sich um einen ersten Rührkörperfreibereich A, welcher unmittelbar im Anschluss an die Öffnung 5 in der frontseitigen Stirnseite 6 der Ofentrommel 1 vorgesehen ist. An den ersten Rührkörperfreibereich A schließt sich der Rührkörperbereich B mit den ausschließlich dort vorgesehenen Rührkörpern 13 an. Schließlich ist ein weiterer zweiter Rührkörperfreibereich C realisiert, der zuvor bereits in Bezug genommen worden ist und sich an den Rührkörperbereich B unmittelbar anschließt. Der Rührkörperbereich B schließt sich seinerseits unmittelbar an den ersten Rührkörperfreibereich A an. Das heißt, die einzelnen Bereiche A, B und C gehen unmittelbar ineinander über und zwar ohne etwaigen Zwischenraum.

[0050] Dabei ist die Auslegung nach dem Ausführungsbeispiel und nur beispielhaft so getroffen, dass sich folgende Längenverhältnisse einstellen:

$$B : (A + C) = 0,4 : 1$$

[0051] Das heißt, die einzelnen Bereiche A, B, C verfügen über eine in etwa gleiche Breite in der Längsrichtung L der Ofentrommel 1.

[0052] Insgesamt lassen sich Größenverhältnisse von im Maximum 6 : 1 erreichen. Im Minimum werden Größenverhältnisse bis 0,1 : 1 beobachtet. Dabei ist schließlich noch zu berücksichtigen, dass der zweite Rührkörperfreibereich C lediglich den Bereich abdeckt, innerhalb dessen der Ofentrommelinnenraum 8 seinen maximalen Innendurchmesser D_1 beibehält.

[0053] Das heißt, der gekrümmte Bereich der geschlossenen Stirnseite 7 wird bei der Abgrenzung der Bereiche A, B und C untereinander (nicht) mit berücksichtigt.

[0054] Der jeweilige Rührkörper 13 weist eine über die Innenverkleidung 11 der Ofentrommel 1 hinausragende Länge bzw. Höhe H auf, die zum Innendurchmesser D_1 des zylindrischen Ofentrommelinnenraumes 8 in einem bestimmten Verhältnis steht. Tatsächlich beträgt die fragliche Höhe H des Rührkörpers 13, welche über die Innenverkleidung 11 hinausragt, in etwa 20 % bis weniger als 30 % eines Abstandes $D_1/2$ der Innenverkleidung 11 zur Längsachse L. Denn der fragliche Abstand $D_1/2$ entspricht der Hälfte des Innendurchmessers D_1 des zylindrischen Ofentrommelinnenraumes 8, also $D_1/2$.

[0055] Die einzelnen Rührkörper 8 sind vorliegend und nicht einschränkend aus Stahl bzw. Grauguss hergestellt. Außerdem verfügen sie über eine prismatische bis streng quaderförmige äußere Gestalt, was ihre Herstellung vereinfacht und besonders kostengünstig macht. Daneben sind auch zylindrische Formen und solche mit sechseckigem Querschnitt möglich. Im vorliegenden Fall und nicht einschränkend wird der dargestellte Drehtrommelofen bzw. Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelofen zur Schmelzgewinnung von Metallen, insbesondere zur Schmelzraffination von Sekundäraluminium eingesetzt. Dabei wird überwiegend mit einem Schutzbad gearbeitet. In diesem Fall findet sich auf dem Badspiegel Ba der Metallschmelze 12 eine nicht näher dargestellte Salzdecke, welche die Metallschmelze 12 vor Oxidationen schützt und auch vor der offenen Flamme der Wärmequelle 9. Grundsätzlich kann aber auch ohne eine solche Salzdecke gearbeitet werden. Ebenso sind andere Metallschmelzprozesse mit Hilfe des erfindungsgemäßen Drehtrommelofens möglich und werden umfasst.

[0056] Die Öffnung 5 der frontseitigen Stirnseite 6 der Ofentrommel 1 ist mit einem Durchmesser D_2 ausgerüstet. Dieser Durchmesser D_2 weist eine Größe auf, die regelmäßig deutlich mehr als 50 % des Innendurchmessers D_1 des Ofentrommelinnenraumes 8 beträgt. Meistens liegt der Durchmesser D_2 der fraglichen Öffnung 5 bei mehr als 60 % und insbesondere mehr als 70 % des Innendurchmessers D_1 , das heißt es gilt:

$$D_2 \geq 0,6 D_1.$$

[0057] Schlussendlich ist die Öffnung 5 mit zumindest einem Deckel zu ihrem Verschluss ausgerüstet, welcher im Detail nicht dargestellt ist. Der Deckel mag mit einer Restöffnung an seinem Fuß ausgerüstet sein. Da in der dargestellten Schrägposition des erfindungsgemäßen Drehtrommelofens und unter Berücksichtigung des Kippwinkels α der Badspiegel Ba der Metallschmelze 12 bis an den unteren Rand der Öffnung 5 der frontseitigen Stirnseite 6 im Betrieb ragt, wird deutlich, dass über die zuvor angesprochene und fußseitige Restöffnung des nicht ausdrücklich dargestellten Deckels die Metallschmelze 12 durch Kippen der Ofentrommel 1 unter Verringerung des Kippwinkels α ausgegossen werden kann, wobei über der Restöffnung verbleibende Bereiche des

Deckels etwaige auf dem Badspiegel Ba aufschwimmende Salzkrusten, Krätze etc. vom Deckel zurückgehalten werden. Gleiches gilt auch für den Fall, dass anstelle mit einem Deckel mit zwei sich gegenüberliegenden sowie jeweils scharnierartig an den Trommelmantel 14 angeschlossenen Teildeckeln vergleichbarer Ausgestaltung gearbeitet wird. Auch das ist im Detail nicht gezeigt.

[0058] Selbstverständlich kann der Abstich der Metallschmelze 12 im Innern der Ofentrommel 1 auch beispielsweise den Boden der Ofentrommel 1, durch separate Öffnungen an den Stirnwänden 6 bzw. 7 oder auch auf andere Art und Weise bei Bedarf erfolgen.

Patentansprüche

1. Drehtrommelofen, insbesondere Metallschmelz-Drehtrommelofen, vorzugsweise Metallschmelz-Kipp-Drehtrommelofen, mit einer um ihre Längsachse (L) drehbar gelagerte Ofentrommel (1), welche an wenigstens einer Stirnseite (6) eine Öffnung (5) zum Chargieren und/oder Beheizen eines Ofentrommelinnenraumes (8) mit einer Wärmequelle (9) aufweist, und mit mehreren an einen Trommelmantel (14) der Ofentrommel (1) angeschlossenen sowie in den Ofentrommelinnenraum (8) ragenden Rührkörpern (13), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ofentrommelinnenraum (8) quer zur Längserstreckung der Ofentrommel (1) in einen vorzugsweise der Öffnung (5) zugewandten Rührkörperbereich (B) mit den ausschließlich dort angeordneten Rührkörpern (13) und wenigstens einen daran anschließenden Rührkörperfreibereich (C) ohne Rührkörper (13) unterteilt ist.
2. Ofen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ofentrommelinnenraum (8) quer zur Längserstreckung der Ofentrommel (1) in insgesamt drei Bereiche (A, B, C) unterteilt ist, und zwar einen Rührkörperfreibereich (A) unmittelbar im Anschluss an die Öffnung (5) in der Stirnseite (6) der Ofentrommel (1), den daran anschließenden Rührkörperbereich (B) und schließlich einen dem Rührkörperbereich (B) folgenden zweiten Rührkörperfreibereich (C).
3. Ofen nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rührkörperbereich (B) und der Rührkörperfreibereich bzw. die Rührkörperfreibereiche (A, C) den Ofentrommelinnenraum (8) entlang der Längsachse (L) der Ofentrommel (1) im Maximum im Verhältnis 6 : 1, insbesondere 4 : 1 und vorzugsweise 2 : 1 sowie ganz bevorzugt 1 : 1 unterteilen.
4. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rührkörperbereich (B) und der Rührkörperfreibereich bzw. die Rührkörper-

freibereiche (A, C) den Ofentrommelinnenraum (8) entlang der Längsachse (L) der Ofentrommel (1) im Minimum insgesamt im Verhältnis 0,3 : 1, insbesondere 0,2 : 1 und vorzugsweise 0,1 : 1 unterteilen.

5. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rührkörper (13) in Ausnahmen (15) einer Innenverkleidung (11) oder auf der Innenverkleidung (11) der Ofentrommel (1) an den Trommelmantel (14) angeschlossen sind.
6. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rührkörper (13) eine über die Innenverkleidung (11) der Ofentrommel (1) hinausragende Höhe (H) von 20 bis 50 %, insbesondere 20 % bis weniger als 30 %, eines Abstandes $D_1/2$ der Innenverkleidung (11) zur Längsachse (L) der Ofentrommel (1) aufweisen.
7. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rührkörper (13) aus Eisen, insbesondere aus Grauguss, hergestellt sind.
8. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rührkörper (13) eine prismatische bis streng quaderförmige, eine zylindrische oder auch eine im Querschnitt sechseckige Gestalt aufweisen.
9. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rührkörper (13) mit seitlichem Versatz (V) sowie umfangsseitig an den Trommelmantel (14) angeschlossen sind.
10. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ofentrommel (1) überwiegend zylindrisch ausgebildet und um ihre Längsachse (L) drehbar in einem Gestell (2, 3, 4) gelagert ist.
11. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerung der Ofentrommel (1) gegenüber dem Gestell (2, 3, 4) als kardische Lagerung ausgebildet ist.
12. Ofen nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gestell (2, 3, 4) mit einer Kippvorrichtung (3) für die Ofentrommel (1) ausgerüstet ist.
13. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnung (5) in der Stirnseite (6) der Ofentrommel (1) einen Durchmesser (D_2) aufweist, welcher mehr als 40 %, insbesondere mehr als 50 %, vorzugsweise mehr als 60 % und besonders bevorzugt mehr als 70 %, des Innendurchmessers (D_1) des Ofentrommelinnenraumes (8) beträgt.

14. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnung (5) mit zumindest einem Deckel zu ihrem Verschluss ausgerüstet ist, wobei der Deckel gegebenenfalls eine Restöffnung frei lässt.

5

15. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** er zur Schmelzgewinnung von Metallen in einem Schutzbad eingesetzt wird, insbesondere zur Schmelzraffination von Sekundäraluminium in einem Schutzbad unter einer Salzdecke.

10

15

20

25

30

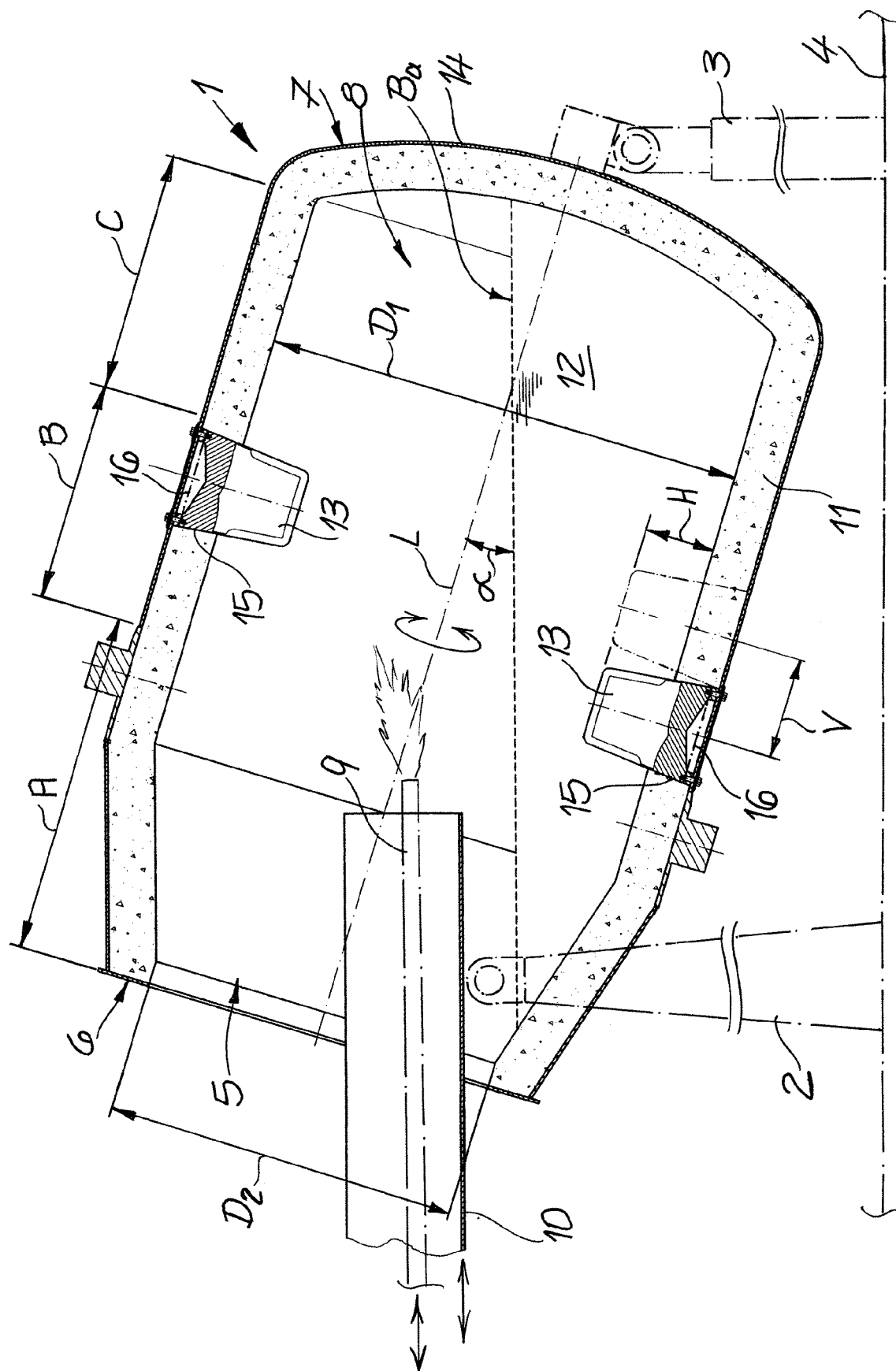
35

40

45

50

55





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 16 18 3585

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	US 6 395 221 B1 (YERUSHALMI MOSHE [US]) 28. Mai 2002 (2002-05-28) * Abbildungen 2-5 * * Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 11 * * Spalte 1, Zeile 60 - Spalte 2, Zeile 2 * * Spalte 4, Zeile 45 - Spalte 6, Zeile 60 *	1-15	INV. F27B7/16 F27B7/12 F27B7/34
X	DE 299 08 736 U1 (DIETER SCHMIDT SUG SCHMELZ UND [DE]) 2. September 1999 (1999-09-02) * Abbildungen 1, 2 * * Seite 1, Zeile 1 - Zeile 10 * * Seite 10, Zeile 20 - Seite 12, Zeile 10 *	1-15	
X	EP 0 886 118 A1 (STOEBY MANFRED [AT]) 23. Dezember 1998 (1998-12-23) * Abbildungen 1-3 * * Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 8 * * Spalte 1, Zeile 36 - Zeile 42 * * Spalte 2, Zeile 50 - Spalte 3, Zeile 16 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F27B C22B C21C
X	DE 20 2006 005182 U1 (SCHMIDT DIETER [DE]) 1. Juni 2006 (2006-06-01) * Abbildungen 1-3 * * Absatz [0001] * * Absatz [0024] - Absatz [0029] *	1-15	
X	WO 99/44000 A1 (CONOCO INC [US]) 2. September 1999 (1999-09-02) * Abbildung 1 * * Seite 1, Zeile 1 - Zeile 7 * * Seite 2, Zeile 30 - Seite 3, Zeile 33 *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 20. Dezember 2016	Prüfer Jung, Régis
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 18 3585

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-12-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6395221 B1	28-05-2002	AT 286543 T	15-01-2005
		AU 4941401 A	03-10-2001
		DE 60108235 D1	10-02-2005
		EP 1272679 A2	08-01-2003
		US 6395221 B1	28-05-2002
		US 2002030308 A1	14-03-2002
		US 2002060383 A1	23-05-2002
		WO 0171049 A2	27-09-2001
DE 29908736 U1	02-09-1999	DE 29908736 U1	02-09-1999
		EP 1054223 A1	22-11-2000
EP 0886118 A1	23-12-1998	AT 214151 T	15-03-2002
		DE 59803247 D1	11-04-2002
		DK 0886118 T3	24-06-2002
		EP 0886118 A1	23-12-1998
		ES 2173563 T3	16-10-2002
DE 202006005182 U1	01-06-2006	KEINE	
WO 9944000 A1	02-09-1999	CA 2315774 A1	02-09-1999
		CN 1292081 A	18-04-2001
		DE 69909064 D1	31-07-2003
		DE 69909064 T2	29-01-2004
		EP 1060354 A1	20-12-2000
		ES 2198890 T3	01-02-2004
		JP 4298163 B2	15-07-2009
		JP 2002505411 A	19-02-2002
		NO 20004245 A	24-08-2000
		TW 414852 B	11-12-2000
		US 5975752 A	02-11-1999
		WO 9944000 A1	02-09-1999
		ZA 9811864 B	29-06-1999

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- DE 202005007538 U1 [0002] [0013]
- DE 202012101139 U1 [0003] [0036] [0043]
- DE 202012103369 U1 [0003]
- AT 409269 B [0005] [0022] [0036]
- US 6395221 B1 [0008] [0013]
- EP 2078759 A1 [0014] [0016]
- DE 202004004478 U1 [0024] [0035]
- EP 1408297 A1 [0035]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Vereinigung deutscher Schmelzhütten e.V. Düsseldorf. **VON DR. ING. KLAUS KRONE**. Aluminiumrecycling. 2000, 326-332 [0003]