

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 245/2011
(22) Anmeldetag: 23.02.2011
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2012

(51) Int. Cl. : **C10J 3/02** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
CA 2308545 A1

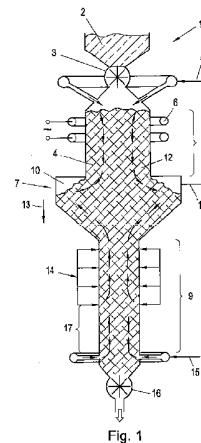
Lazarinos J. G. C. et al., Treatment of spent potliner, Congresso Anual da ABM (2007), 62nd, 2055-2066. Columbus, Ohio, USA: Chemical Abstracts, Vol.151, 03. Sept. 2009, die Zusammenfassung Nr. 252833

(73) Patentanmelder:
SGL CARBON SE
65203 WIESBADEN (DE)

(72) Erfinder:
EDLINGER ALFRED DIPL.ING.
BARTHOLOMÄBERG (AT)
DAIMER JOHANN DR.
MÖRFELDEN-WALLDORF (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM AUFARBEITEN VON VERBRAUCHTEM KOHLENSTOFFHALTIGEN KATHODENMATERIAL**

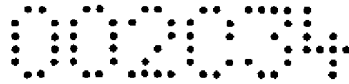
(57) Bei einem Verfahren zum Aufarbeiten von verbrauchtem kohlenstoffhaltigen Kathodenmaterial, insbesondere verbrauchten Kathodenwannen aus der Aluminiumproduktion, bei welchem das Kathodenmaterial einem Schachtofen aufgegeben und in dem Schachtofen zur Vergasung von Kohlenstoff einer thermischen Behandlung bei Temperaturen oberhalb der Zündtemperatur des Kohlenstoffs und oberhalb der Verdampfungstemperatur von im verbrauchten Kathodenmaterial enthaltenen Giftstoffen unterzogen wird werden die Reaktionsgase in einem ersten Längsabschnitt des Schachtofens im Gleichstrom mit dem Kohlenstoff und in einem zweiten Längsabschnitt des Schachtofens im Gegenstrom zum Kohlenstoff geführt, wobei die Reaktionsgase aus einem Bereich des Schachtofens mit vergrößertem Querschnitt zwischen den genannten Längsabschnitten abgezogen und einer Nachbehandlung unterworfen werden.



Zusammenfassung:

Bei einem Verfahren zum Aufarbeiten von verbrauchtem kohlenstoffhaltigen Kathodenmaterial, insbesondere verbrauchten Kathodenwannen aus der Aluminiumproduktion, bei welchem das Kathodenmaterial einem Schachtofen aufgegeben und in dem Schachtofen zur Vergasung von Kohlenstoff einer thermischen Behandlung bei Temperaturen oberhalb der Zündtemperatur des Kohlenstoffs und oberhalb der Verdampfungstemperatur von im verbrauchten Kathodenmaterial enthaltenen Giftstoffen unterzogen wird werden die Reaktionsgase in einem ersten Längsabschnitt des Schachtofens im Gleichstrom mit dem Kohlenstoff und in einem zweiten Längsabschnitt des Schachtofens im Gegenstrom zum Kohlenstoff geführt, wobei die Reaktionsgase aus einem Bereich des Schachtofens mit vergrößertem Querschnitt zwischen den genannten Längsabschnitten abgezogen und einer Nachbehandlung unterworfen werden.

20 Fig. 1



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufarbeiten von
verbrauchtem kohlenstoffhaltigen Kathodenmaterial, insbe-
sondere verbrauchten Kathodenwannen aus der Aluminiumpro-
duktion, bei welchem das Kathodenmaterial einem Schachtofen
5 aufgegeben und in dem Schachtofen zur Vergasung von Kohlen-
stoff einer thermischen Behandlung bei Temperaturen ober-
halb der Zündtemperatur des Kohlenstoffs und oberhalb der
Verdampfungstemperatur von im verbrauchten Kathodenmaterial
enthaltenen Giftstoffen unterzogen wird.

10

In der Aluminiumproduktion nach dem Hall-Héroult-Prozess
erfolgt die Reduktion von Aluminiumoxid in der Schmelzflus-
selektrolyse. Die Elektrolysezelle besteht meist aus einer
Stahlwanne, die mit Kohlenstoffmaterial (Graphit/Anthrazit)
15 ausgekleidet ist. Die Kohlenstoffauskleidung dient in der
Elektrolyse als Kathode und wird in der Folge daher als Ka-
thodenwanne bezeichnet. Verbrauchte Kathodenwannen, auch
Spent Potliners genannt, fallen in der Aluminiumproduktion
nach dem Hall-Héroult-Prozess in großen Mengen an und stel-
20 len aufgrund ihrer hohen Gehalte an Giftstoffen seit jeher
ein Problem bei der Entsorgung dar. Die Giftstoffe sind
insbesondere Cyanid, das sich aus dem Kohlenstoff der Ka-
thodenwannen und dem Stickstoff der Luft bildet und diverse
Metallfluoride, wie Natrium- und Aluminiumfluorid, die aus
25 den im Bauxit enthaltenen Metallspezies zusammen mit dem
Fluorid des beim Hall-Héroult-Prozess verwendeten Kryolith
gebildet werden. Beim Austausch der verbrauchten Kathoden-
wannen werden diese gemeinsam mit einer feuerfesten Ummaue-
rung aus der Elektrolysezelle entfernt, sodass die Spent
30 Potliner zusätzlich Aluminium-, Silicium- und Magnesiumoxid
aus dem Feuerfestmaterial enthalten.

Ein Verfahren wie eingangs erwähnt wurde beispielsweise aus der kanadischen Patentanmeldung CA 2 308 545 A1 bekannt. Bei diesem Verfahren werden verbrauchte Kathodenwannen aus der Aluminiumherstellung in einem Schachtofen vergast und die gebildeten Reaktionsgase abgezogen. Nachteilig bei der Verfahrensweise gemäß diesem Stand der Technik ist jedoch, dass die ebenfalls in den verbrauchten Kathodenwannen enthaltenen Alkalien in derartigen Schachtöfen zur Ausbildung von Kreisläufen neigen und sich daher im Schachtofen anreichern und zu Ansätzen und Hängeerscheinungen sowie einem erhöhten Feuerfestverschleiß und Staubaustrag und zu einer verminderten Qualität von eventuell gebildeter Schlacke aus den Ausgangsstoffen führen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren anzugeben, mit dem die genannten Giftstoffe vollständig von dem verbrauchten Kathodenmaterial abgetrennt und gewonnen werden können und gleichzeitig die Bildung von Alkalikreisläufen unterbunden wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist das eingangs genannte Verfahren erfindungsgemäß dahingehend weitergebildet, dass die Reaktionsgase in einem ersten Längsabschnitt des Schachtofens im Gleichstrom mit dem Kohlenstoff und in einem zweiten Längsabschnitt des Schachtofens im Gegenstrom zum Kohlenstoff geführt werden und dass die Reaktionsgase aus einem Bereich des Schachtofens mit vergrößertem Querschnitt, insbesondere vergrößertem Durchmesser, zwischen den genannten Längsabschnitten abgezogen und einer Nachbehandlung unterworfen werden. Dadurch, dass die Reaktionsgase in einem mittleren Bereich entlang der Längsachse des Schachtofens abgezogen werden (Mittelgasabzug), werden Alkalikreisläufe unterbrochen und die Reaktionsgase, die die genannten Gift-



stoffe in Form von Natriumfluorid (NaF), Flusssäure (HF), Stickstoff (N₂) und gegebenenfalls weiteren Alkali- und Erdalkalifluoriden neben Synthesegas (CO + H₂) enthalten, können einer weiteren Aufarbeitung zugeführt werden.

5

An sich läuft das Verfahren aufgrund des hohen C-Gehalts autotherm ab, wenn der Kohlenstoff die Zündtemperatur erreicht hat und ausreichend Sauerstoff für die Vergasung zur Verfügung steht. Zum Starten des Verfahrens bzw. unterstützend während des Verfahrens ist es jedoch gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass Energie für die thermische Behandlung durch elektrische Induktion in den aufzuarbeitenden Kohlenstoff eingebracht wird. In diesem Fall sind im Bereich des Aufgabeeendes des Schachtofens Induktionsspulen um den Umfang des Schachtofens angeordnet, mit denen ein Induktionsfeld aufgebaut wird, an welches der eingebrachte Kohlenstoff des verbrauchten Kathodenmaterials ankoppelt und sich dadurch erhitzt. Alternativ zu diesem Induktionsverfahren wäre es denkbar, eine Teilmenge von bereits glühendem Koks bzw. Graphit aufzugeben, wodurch der Kohlenstoff des verbrauchten Kathodenmaterials ebenfalls auf Reaktionstemperatur gebracht werden kann.

Der Schachtofen bzw. dessen Längsabschnitte können hierbei einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen. Wenn der Schachtofen induktiv beheizt wird, ist aber eine Ausführung mit rechteckigem Querschnitt bevorzugt. Dies insbesondere aufgrund des Skin-effektes, der dazu führt, dass die Eindringtiefe des elektrodynamischen Feldes beschränkt ist.

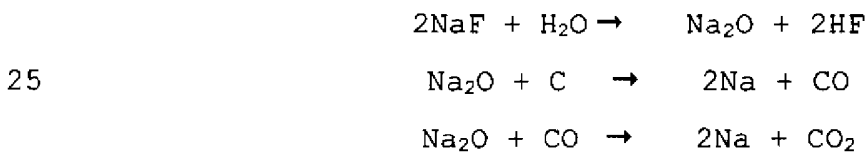
30

Um die Verschmelzung des Kohlenstoffs aufrecht zu erhalten ist es gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorgesehen, dass im ersten und/oder zwei-



ten Längsabschnitt des Schachtofens Sauerstoff eingeblasen wird. In den Bereichen, in denen der Sauerstoff auf den zumindest auf Zündtemperatur erhitzten Kohlenstoff trifft, findet eine Oxidation des Kohlenstoffs zu CO_2 statt, welches in der Kohlenstoffschüttung im Schachtofen nach dem Boudouard-Gleichgewicht jedoch wieder zu CO reduziert wird. Es findet somit keine vollständige Verbrennung, sondern lediglich eine Vergasung des Kohlenstoffs statt, wodurch heizwerthaltiges Kohlenmonoxid gewonnen werden kann. Das in dem verbrauchten Kathodenmaterial enthaltene Cyanid (CN) wird unter den herrschenden Reaktionsbedingungen ebenfalls zu Kohlenmonoxid und Stickstoff umgewandelt und somit vollständig zerstört.

Zur Abtrennung von Alkalien und Fluorid ist das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt dahingehend weitergebildet, dass im ersten und/oder zweiten Längsabschnitt des Schachtofens Wasser bzw. Wasserdampf eingeblasen wird. Fluoride und Alkalien, die beispielsweise als Natriumfluorid vorliegen, werden in Gegenwart von Wasser bzw. Wasserdampf nach folgendem Reaktionsschema volatilisiert und dadurch in die Gasphase überführt:



Das elementare Natrium ist gasförmig und wird über den Mittelgasabzug entfernt, bevor sich Kreisläufe im Schachtofen ausbilden. In der Gasphase, in der auch Flusssäure (HF) enthalten ist, wird Natriumfluorid erneut gebildet und kann bei der nachfolgenden Abgasbehandlung abgeschieden werden.



Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das erfindungsgemäße Verfahren dergestalt durchgeführt, dass Sauerstoff und Wasser bzw. Wasserdampf mit Hilfe von Lanzen in den Schachtofen eingeblasen werden. Mit dieser Maßnahme wird dem Problem begegnet, dass dann, wenn Sauerstoff oder Wasser bzw. Wasserdampf lediglich über Düsen eingeblasen werden, die an der Wandung des Schachtofens münden, nur die Randzonen des Schachtofens bzw. der Kohlenstoffschüttung im Schachtofen versorgt werden, während der innere Bereich des Querschnitts der Kohlenstoffschüttung unterversorgt bleibt und in diesen Bereichen die Reaktionsgeschwindigkeit daher sehr niedrig ist oder eine autotherme Verfahrensweise unter Umständen gar nicht erreicht werden kann. Durch das Einbringen von Sauerstoff und Wasser bzw. Wasserdampf mit Hilfe von Lanzen können die genannten Stoffe beispielsweise genau an den Stellen eingebracht werden, die im Bereich der Induktionsheizung liegen, wodurch Reaktionsräume erzeugt werden, die ausreichend heiß sind, dass das Verfahren in der Folge entlang des gesamten Schachtofens autotherm abläuft. An dieser Stelle kann auch pulver- bzw. staubförmiges verbrauchtes kohlenstoffhaltiges Kathodenmaterial, insbesondere Kathodenwannen eingeblasen werden.

Wenn der Kohlenstoff des verbrauchten Kathodenmaterials im Schachtofen nicht vollständig vergast wird, kann das Verfahren bevorzugt dergestalt weitergebildet sein, dass nicht vergaster Kohlenstoff in einem Eisenbad gelöst wird. Ein Eisenbad stellt eine herausragende Lösungskinetik für Kohlenstoff sicher und kann durch Einblasen von Sauerstoff, so genanntes Frischen, einfach regeneriert werden. Das Einblasen des Sauerstoffs kann auch kontinuierlich erfolgen, um das Eisenbad konstant C-untersättigt zu halten.

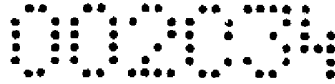


Bei der soeben dargestellten Verfahrensweise unter Verwendung eines Eisenbads kann hinsichtlich der Aufarbeitung von verbrauchten Kathodenwannen, die Reste der Feuerfestausmauerung enthalten, eine besonders vorteilhafte Wirkung erzielt werden, wenn, wie es einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entspricht, dem verbrauchten kohlenstoffhaltigen Kathodenmaterial bei der Aufgabe auf den Schachtofen Ca-Träger zur Verschlackung von Feuerfestmaterial zugegeben werden. Die Ca-Träger reagieren mit den Aluminium-, Silicium- und Magnesiumoxiden des Feuerfestmaterials zu einer hochwertigen Schlacke, die hervorragende hydraulische Eigenschaften aufweist und daher in der Zementindustrie zur Herstellung von hydraulischen Bindemitteln vorteilhaft eingesetzt werden kann. Als Ca-Träger kommt beispielsweise CaO in Frage. CaO steht in Form von Stahlschlacke oder Branntkalk zur Verfügung und kann dem Verfahren möglichst grobstückig zugegeben werden, um die Kohlenstoffschüttung bzw. -säule gut durchgasbar zu halten.

Als Alternative zu der soeben beschriebenen Verfahrensführung unter Verwendung eines Eisenbades kann das Verfahren gemäß einer bevorzugten Ausführungsform jedoch auch dahingehend weitergebildet sein, dass der Kohlenstoff des Kathodenmaterials vollständig vergast und das verbleibende Kalzinat ausgetragen wird. In diesem Fall werden keine Ca-Träger zugegeben und es erfolgt ein trockener Austrag des praktisch kohlenstofffreien Kalzinats bestehend aus Aluminium- und Siliciumoxid, welches ebenfalls in der Zementindustrie Verwendung finden kann.

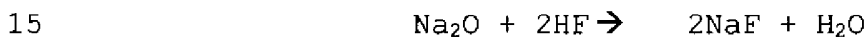
30

Es wurde die Beobachtung gemacht, dass das Kalzinat in kohlenstoffhaltiges Pulver zerfallen kann. Auf Grund der Pulverform ist dieses dann allerdings nicht mehr gasdurchlässig.

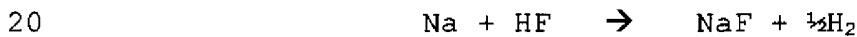


sig und der entsprechende Schachtofenteil weist keine Durchgasbarkeit mehr auf. Folgende Nachbehandlungsmöglichkeiten sind denkbar. Es kann eine Nachbehandlung am Eisenbad wie oben beschrieben erfolgen. Alternativ kann das Pulver zur Entkohlung mittels Wasserdampf behandelt werden, wodurch auf Grund der endothermen heterogenen Wassergasreaktion eine gleichzeitige Kühlung erreicht wird.

Wie weiter oben bereits angedeutet, rekombiniert elementares Natrium und ebenso Natriumoxid (Na_2O) in der Gasphase in Anwesenheit von Flusssäure (HF) zu Natriumfluorid (NaF). Für Natriumoxid ist die Reaktionsgleichung hierbei folgendermaßen anzugeben:



Für das gasförmige Natrium ist die Reaktionsgleichung hierbei folgendermaßen anzugeben:



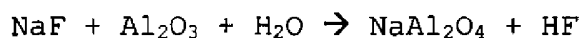
Folgende Nebenreaktion ist zu beobachten:



Wenn nun in der Gasphase problematische, aber wirtschaftlich interessante Flusssäure erhalten werden soll, muss das Verfahren mit stark saurer Schlacke durchgeführt werden. Bei Vorliegen einer stark sauren Schlacke, wobei die saure Komponente beispielsweise durch Siliciumoxid und/oder Aluminiumoxid gebildet werden kann, erfolgt die Neubildung von Flusssäure nach folgender Reaktionsgleichung:

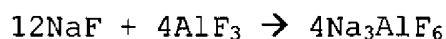


bzw.



5 Um je nach den jeweiligen Wünschen die in der Gasphase erhaltenen Produkte zu steuern, ist das Verfahren daher bevorzugt dahingehend weitergebildet, dass die Basizität im Schachtofen durch die Zugabe von basischen oder sauren Zuschlagstoffen, insbesondere CaO bzw. SiO₂, eingestellt
10 wird.

Eine besonders bevorzugte Verfahrensführung sieht vor, dass die Zugabe von basischen und sauren Zuschlagstoffen abwechselnd durchgeführt wird. Auf diese Weise werden abwechselnd
15 Natriumfluorid und Flusssäure erhalten. Die Flusssäure kann mit Tonerde (Al₂O₃) zu Aluminiumfluorid (AlF₃) und Wasser umgesetzt werden, wobei das Aluminiumfluorid mit dem bei der basischen Verfahrensführung erhaltenen Natriumfluorid (NaF) zu Kryolith (Na₃AlF₆) weiter verarbeitet werden kann,
20 welches wiederum in der Aluminiumproduktion nach dem Hall-Héroult-Prozess verwendet werden kann.



25 Wenn die Fracht an Giftstoffen wie Cyaniden, Alkalien und deren Fluoriden zu hoch ist, kann es vorkommen, dass der Kohlenstoff des verbrauchten Kathodenmaterials beim weiter oben beschriebenen Erhitzen durch elektrische Induktion nicht ankoppelt. In diesem Fall kann das Verfahren bevorzugt dahingehend weitergebildet werden, dass zusätzlich zum
30 Kohlenstoff des verbrauchten Kathodenmaterials unverbrauchter Graphit bzw. Koks zugegeben wird. Der unverbrauchte Kohlenstoff koppelt bei geeigneter Frequenz an das Indukti-

onsfeld an und erhitzt sich, wobei der eigentlich aufzuarbeitende Kohlenstoff durch den Kontakt mit dem glühenden Graphit bzw. Koks ebenfalls auf Temperatur gebracht wird.

5 Bevorzugt wird das Verfahren derart durchgeführt, dass die Reaktionsgase bei Temperaturen von 800°C bis 1200°C, insbesondere 900°C bis 1100°C, insbesondere 1000°C abgezogen und der Nachbehandlung zugeführt werden, wodurch eine Kondensation der Reaktionsgase bzw. Giftstoffe in den Leitungssystemen verhindert wird und eine kontrollierte Abgasbehandlung sichergestellt werden kann.

10

Die Erfindung wird nachfolgenden anhand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In dieser zeigen die Fig. 1 bis 3 grundsätzliche Ausführungsformen des Schachtofens zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, Fig. 4 eine Gesamtdarstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens und die Fig. 5 und 6 alternative Ausführungsformen des Schachtofens zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit besonderem Augenmerk auf den Austrag des Schachtofens.

15

20

In Fig. 1 ist mit 1 ein Schachtofen bezeichnet, welchem bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens an der Position 2 verbrauchte Kathodenwannen, die auch als Spent Potliner bekannt sind, in gebrochener Form aufgegeben werden. Die Kohlenstoffstücke werden mit Hilfe einer Zellrad-
schleuse 3 in den Schacht 4 des Schachtofens 1 verbracht, wobei bereits auf Höhe der Zellradschleuse 3 über eine Ringleitung 5 Sauerstoff eingebracht werden kann. Mit 6 sind Induktionsschleifen bezeichnet, die ein Induktionsfeld in den Querschnitt des Schachtofens 1 einbringen, sodass der Kohlenstoff der verbrauchten Kathodenwannen ankoppelt

25

30

und bis zu einer Zündtemperatur von beispielsweise 600°C bis 800°C erhitzt wird. Im Bereich 7 des Schachtofens weist der Schacht einen im Vergleich zu dem ersten axialen Längsabschnitt 8 und dem zweiten axialen Längsabschnitt 9 einen vergrößerten Durchmesser auf, sodass aus einem Ringraum 10 wie durch den Pfeil 11 symbolisiert die Reaktionsgase abgezogen werden können. Die Reaktionsgase enthalten, wie bereits beschrieben, Kohlenmonoxid, Natriumfluorid, Natrium, Stickstoff, Flusssäure, Wasserstoff und gegebenenfalls Berylliumfluorid als Hauptkomponenten. Dadurch, dass der Kohlenstoff der verbrauchten Kathodenwannen durch die Vergasungsreaktion verbraucht wird, sinkt die im Schachtofen vorliegende Kohlenstoffsäule bzw. -schüttung 12, die ja von dem Kohlenstoff des verbrauchten Kathodenmaterials gebildet ist, in Richtung des Pfeils 13 ab. Dadurch, dass die Reaktionsgase im Bereich 7 aus dem Ringraum 10 abgezogen werden, werden die Reaktionsgase im ersten Längsabschnitt 8 im Gleichstrom mit dem Kohlenstoff und im zweiten Längsabschnitt 9 des Schachtofens im Gegenstrom zum Kohlenstoff geführt. Neben der Ringleitung 5 zur Zugabe von Sauerstoff und/oder Wasser bzw. Wasserdampf im oberen Bereich des Schachtofens sind im zweiten Längsabschnitt 9 des Schachtofens weitere Düsen 14 angebracht über die ebenfalls Sauerstoff und/oder Wasser bzw. Wasserdampf eingeblasen werden kann. Weitere Düsen mit derselben Funktionalität befinden sich an der Position 15. Mit 16 ist eine weitere Zellrad-schleuse bezeichnet, über die Kalzinat ausgetragen werden kann.

Während der obere Teil des zweiten Längsabschnitts 9, der die Düsen 14 aufweist, eine Gegenstromheizstrecke darstellt, ist der untere Bereich 17 als Kühlstrecke zu verstehen, da über die Düsen 15 vor allem Wasser in flüssiger

Form und eventuell als Dampf oder Nassdampf eingebracht werden soll.

Eine Alternative zu der in Fig. 1 dargestellten Verfahrensführung ist in Fig. 2 gezeigt. Während in Fig. 1 eine vollständige Vergasung des Kohlenstoffs erfolgen soll, kann bei der Verfahrensführung gemäß Fig. 2 nichtvergaster Kohlenstoff in einem Eisenbad 18 gelöst werden. Ansonsten ist der Schachtofen im Wesentlichen gleich aufgebaut und weist insbesondere ebenfalls einen Bereich 7 mit vergrößertem Durchmesser auf, aus welchem die Abgase an der Position 11 abgezogen werden können. Wenn das Eisenbad 18 mit Kohlenstoff gesättigt ist, wird über die Lanze 19 Sauerstoff in das Eisenbad eingeblasen, wodurch an der Position 20 reines Kohlenmonoxid entweicht, welches in der Folge thermisch verwertet werden kann. An der Position 21 kann fluoridfreie Schlacke abgestochen werden und einer Verwendung in der Zementindustrie zugeführt werden.

Bei der alternativen Ausgestaltung des Schachtofens gemäß Fig. 3 ist das Eisenbad 18 im Schachtofen 1 angeordnet, wobei der Schlackenabstich der fluoridfreien Schlacke an der Position 22 erfolgt. Im Bereich 23 des Schachtofens liegt eine Abschmelzzone vor, in der es zu einer Eisenrekarburierung kommt. Wie bei den vorhergehenden Beispielen wird hier aus dem Bereich 7 mit vergrößertem Durchmesser an der Position 11 das Reaktionsgas aus einem Ringraum 10 abgesaugt.

In Fig. 4 ist ersichtlich, dass neben dem Schachtofen 1 eine Quenche 24, ein Natronlaugenabsorber 25 und ein Aerosol-Demister 26 Teil des Systems zum Aufarbeiten der verbrauchten Kathodenwannen ist. Der Schachtofen 1 weist die bereits beschriebenen Merkmale auf, wobei in diesem Fall der Aus-

trag nicht über eine Zellradschleuse, sondern über einen rotierenden Konus 27 erfolgt, der hohl ist und über die Leitung 28 beispielsweise mit Wasserdampf beschickt werden kann, sodass der Konus wie eine Lanze Wasserdampf in das Innere der Kohlenstoffschüttung abgibt. Der Abzug der Reaktionsgase erfolgt wiederum an der Position 11, wobei die Gase in einem ersten Schritt in einen Gaskühler 29 geführt werden, bevor sie in die Quenche 24 gelangen. Dort werden sie mit Wasser als Aerosol versetzt und entspannt. Natriumfluorid kann an der Position 30 abgezogen werden. Im Natronlaugenabsorber 25 erfolgt die Neutralisation der Flusssäure durch Natronlauge. Aus dem Natronlaugenabsorber 25 kann an der Position 31 Berylliumfluorid abgezogen werden. Im Aerosol-Demister 26 werden residuales Natriumfluorid und Berylliumfluorid aus dem Gasstrom abgetrennt, der in der Folge ein reines Synthesegas bestehend aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff darstellt.

In Fig. 5 ist erkennbar, dass am unteren Ende 32 des Schachtes 4 des Schachtofens 1 eine Lanze 33 mündet, die aus einem Innenrohr 34 und einem Außenrohr 35 besteht. Die beiden Rohre 34 und 35 können gegen den Schachtofen und gegeneinander verschoben bzw. teleskopiert werden, wobei beispielsweise durch das Innenrohr Sauerstoff und durch das Außenrohr Wasser bzw. Wasserdampf in den Schacht 4 des Schachtofens 1 eingebracht wird. Dadurch, dass die Lanze 33 gegen den Schacht verschoben werden kann, besteht die Möglichkeit die Schüttung 12 im Schacht 4 des Schachtofens 1 mechanisch zu manipulieren, sodass mechanische Brücken gebrochen werden und der Austrag im Bereich 36 sichergestellt wird. Im Bereich 36 ist eine verschwenkbare Klappe 37 angebracht, auf der das Kalzinat mit dem natürlichen Schüttwinkel α zu liegen kommt. Wenn dieser Schüttwinkel erreicht

wird, erfolgt kein weiterer Austrag des Kalzinats aus dem Schacht 4, weshalb die Klappe 37 in diesem Fall in die mit strichlierten Linien angedeutete Position 38 verschwenkt wird, sodass das Kalzinat in eine Austragsschleuse 39 fällt. Hierauf wird die Klappe 37 wieder angehoben, um erneut Kalzinat aufzunehmen.

Am Beispiel der Fig.5 ist weiters gezeigt, dass der Schachtofen 1 an Stelle eines kreisförmigen Querschnitts generell auch einen rechteckigen Querschnitt aufweisen kann. Dies ist in Fig. 5 durch die strichliert eingezeichnete Wand 43 dargestellt, wobei sowohl der erste Längsabschnitt als auch der zweite Längsabschnitt zumindest abschnittsweise einen rechteckigen Querschnitt aufweisen können. Als günstig hat sich hier eine lichte Weite von 600 bis 800 mm herausgestellt. Um den für den Mittelgasabzug erforderlichen vergrößerten Querschnitt zu realisieren, weist der zweite Längsabschnitt des Schachtofens die in Fig.5 rechts dargestellte, zur Abzugsöffnung hin sich erweiternde Wand 44 auf.

In Fig. 6 ist eine alternative Ausführungsform dargestellt, bei welcher das Kalzinat mit Hilfe eines Rüttelbodens 40 in Richtung einer Förderschnecke 41 gefördert wird, um auf diese Weise ebenfalls einer Austragsschleuse 42 zugeführt zu werden. Der Rüttelboden 40 weist hierbei eine Durchtrittsöffnung für eine Lanze 33 auf.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Aufarbeiten von verbrauchtem kohlenstoffhaltigen Kathodenmaterial, insbesondere verbrauchten
5 Kathodenwannen aus der Aluminiumproduktion, bei welchem das Kathodenmaterial einem Schachtofen aufgegeben und in dem Schachtofen zur Vergasung von Kohlenstoff einer thermischen Behandlung bei Temperaturen oberhalb der Zündtemperatur des Kohlenstoffs und oberhalb der Verdampfungstemperatur von im
10 verbrauchten Kathodenmaterial enthaltenen Giftstoffen unterzogen wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Reaktionsgase in einem ersten Längsabschnitt des Schachtofens im Gleichstrom mit dem Kohlenstoff und in einem zweiten Längsabschnitt des Schachtofens im Gegenstrom zum Kohlenstoff
15 geführt werden und dass die Reaktionsgase aus einem Bereich des Schachtofens mit vergrößertem Querschnitt zwischen den genannten Längsabschnitten abgezogen und einer Nachbehandlung unterworfen werden.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Energie für die thermische Behandlung durch elektrische Induktion in den aufzuarbeitenden Kohlenstoff eingebracht wird.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten und/oder zweiten Längsabschnitt des Schachtofens Sauerstoff eingeblasen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten und/oder zweiten Längsabschnitt
30 des Schachtofens Wasser bzw. Wasserdampf eingeblasen wird.

NACHGEREICHT

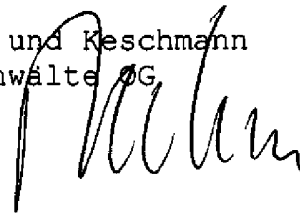
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass Sauerstoff und Wasser bzw. Wasserdampf mit Hilfe von Lanzen in den Schachtofen eingeblasen werden.
- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass nicht vergaster Kohlenstoff in einem Eisenbad gelöst wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch
10 gekennzeichnet, dass dem verbrauchten kohlenstoffhaltigen Kathodenmaterial bei der Aufgabe auf den Schachtofen Ca-Träger zur Verschlackung von Feuerfestmaterial zugegeben werden.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dass der Kohlenstoff des Kathodenmaterials vollständig vergast und das verbleibende Kalzinat ausgetragen wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch
20 gekennzeichnet, dass die Basizität im Schachtofen durch die Zugabe von basischen oder sauren Zuschlagstoffen, insbesondere CaO bzw. SiO₂, eingestellt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,
25 dass die Zugabe von basischen und sauren Zuschlagstoffen abwechselnd durchgeführt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch
30 gekennzeichnet, dass zusätzlich zum Kohlenstoff des verbrauchten Kathodenmaterials unverbrauchter Graphit bzw. Koks zugegeben wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch
gekennzeichnet, dass die Reaktionsgase bei Temperaturen von
800°C bis 1200°C, insbesondere 900°C bis 1100°C, insbeson-
dere 1000°C abgezogen und der Nachbehandlung zugeführt wer-
den.
5

Wien, am 23. Februar 2011
10

Anmelder
durch:

Haffner und Keschmann
Patentanwälte OG



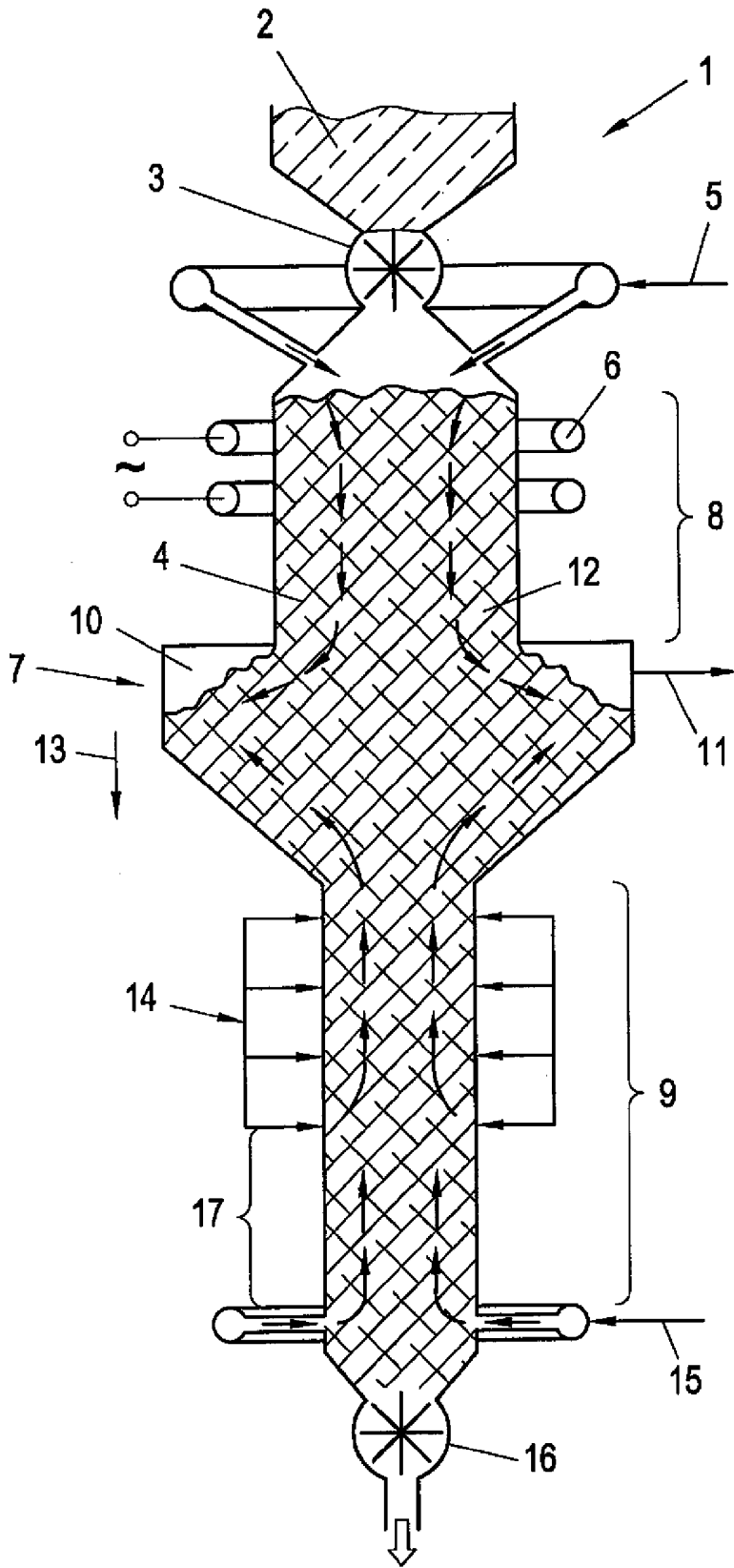


Fig. 1

NACHGEREICHT

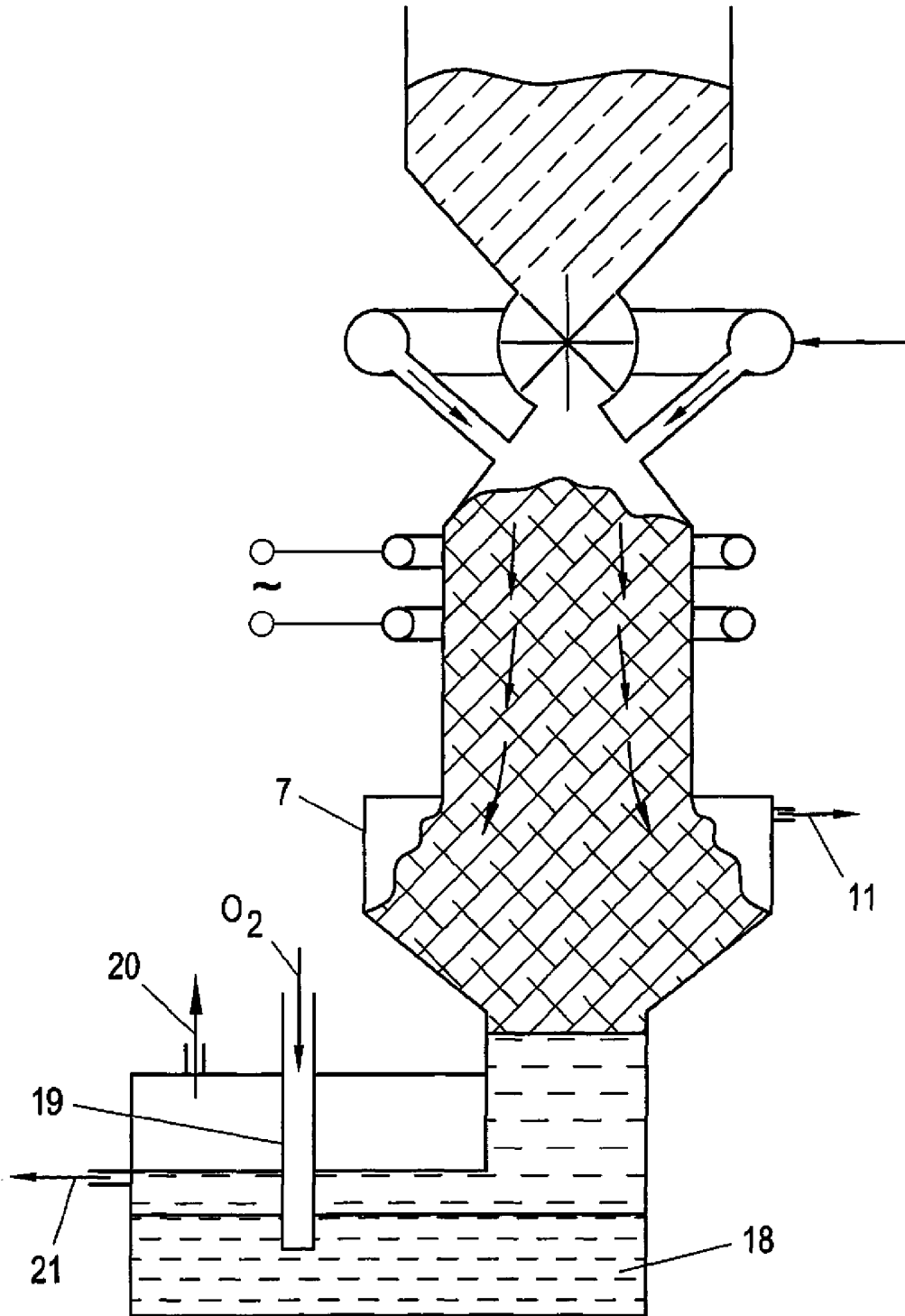


Fig. 2

005919

44 999

(244)

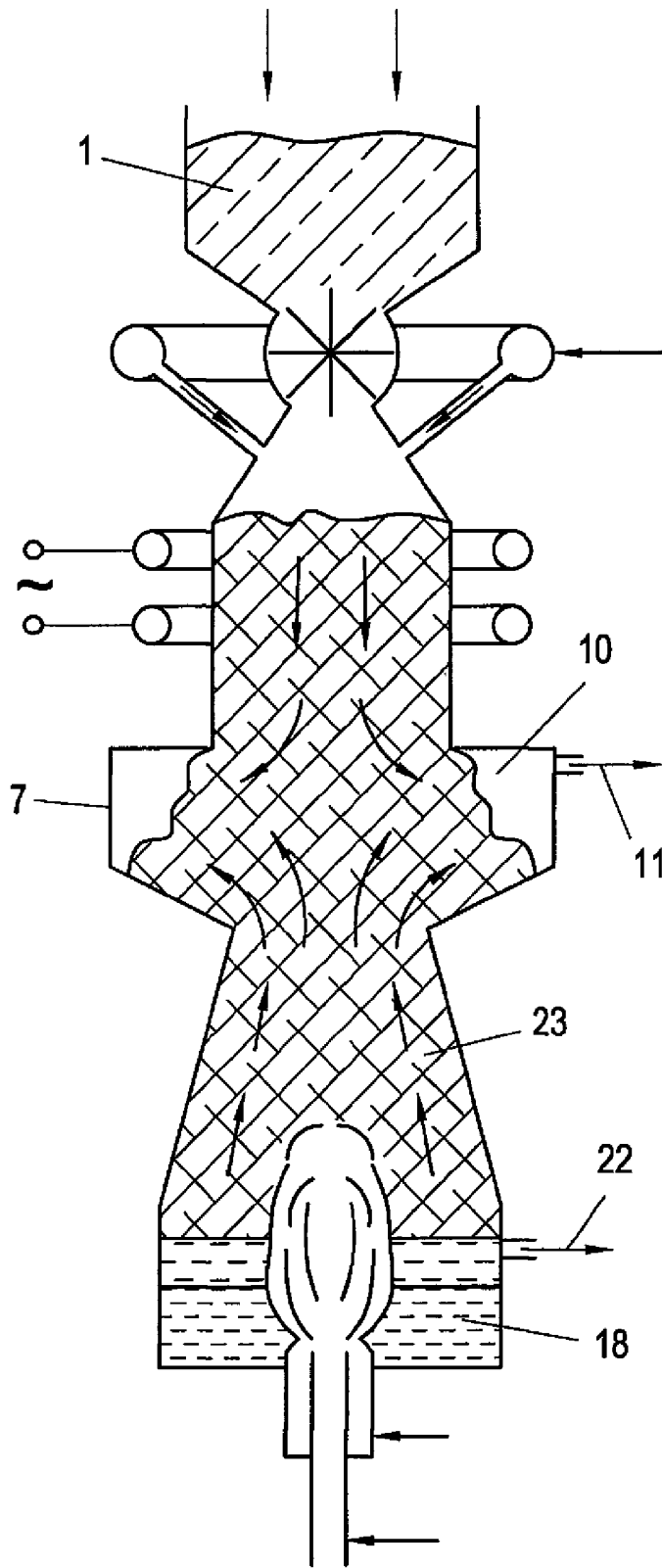


Fig. 3

NACHGEREICHT

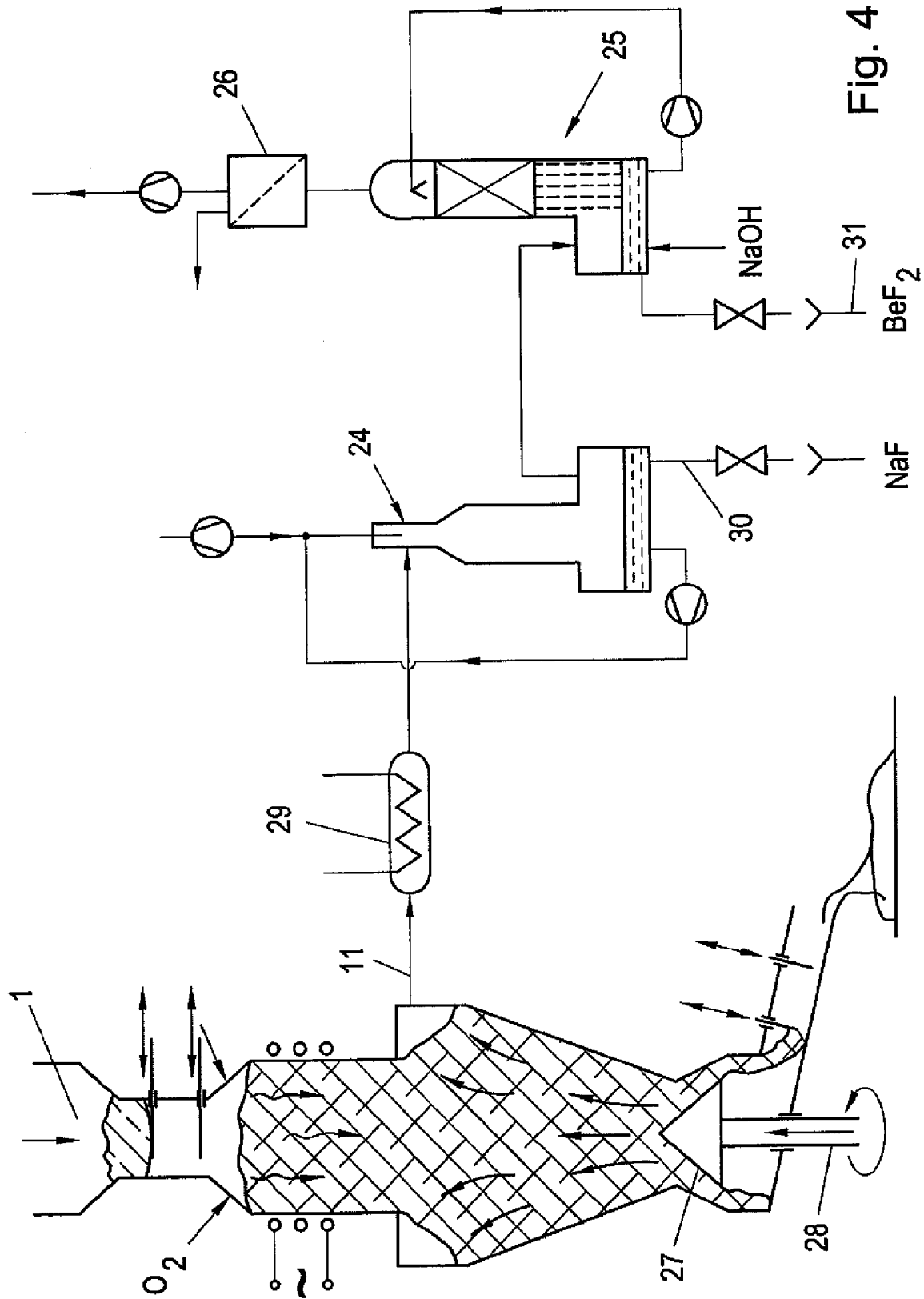


Fig. 4

NACHGEREICHT

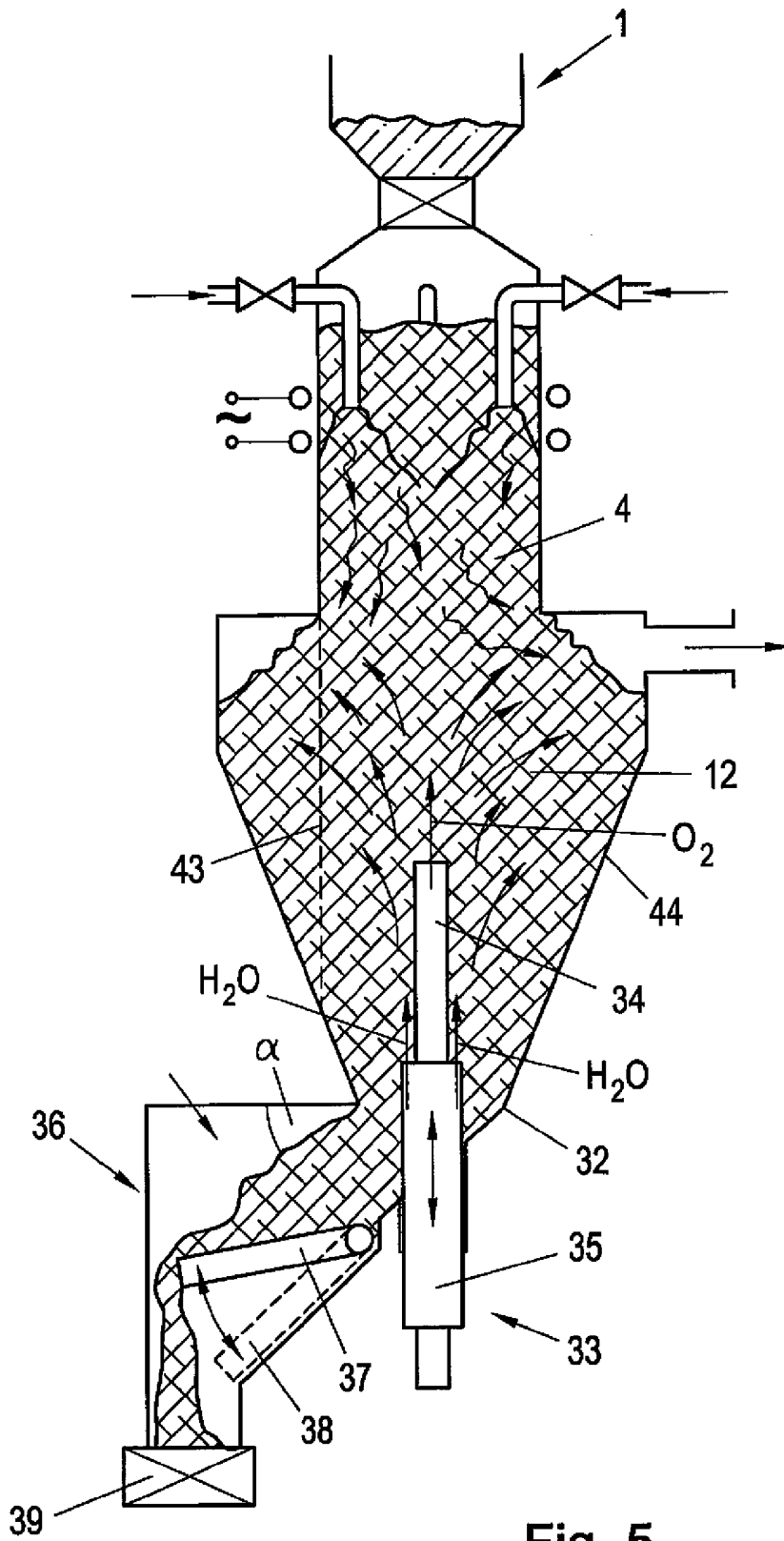


Fig. 5

NACHGEREICHT

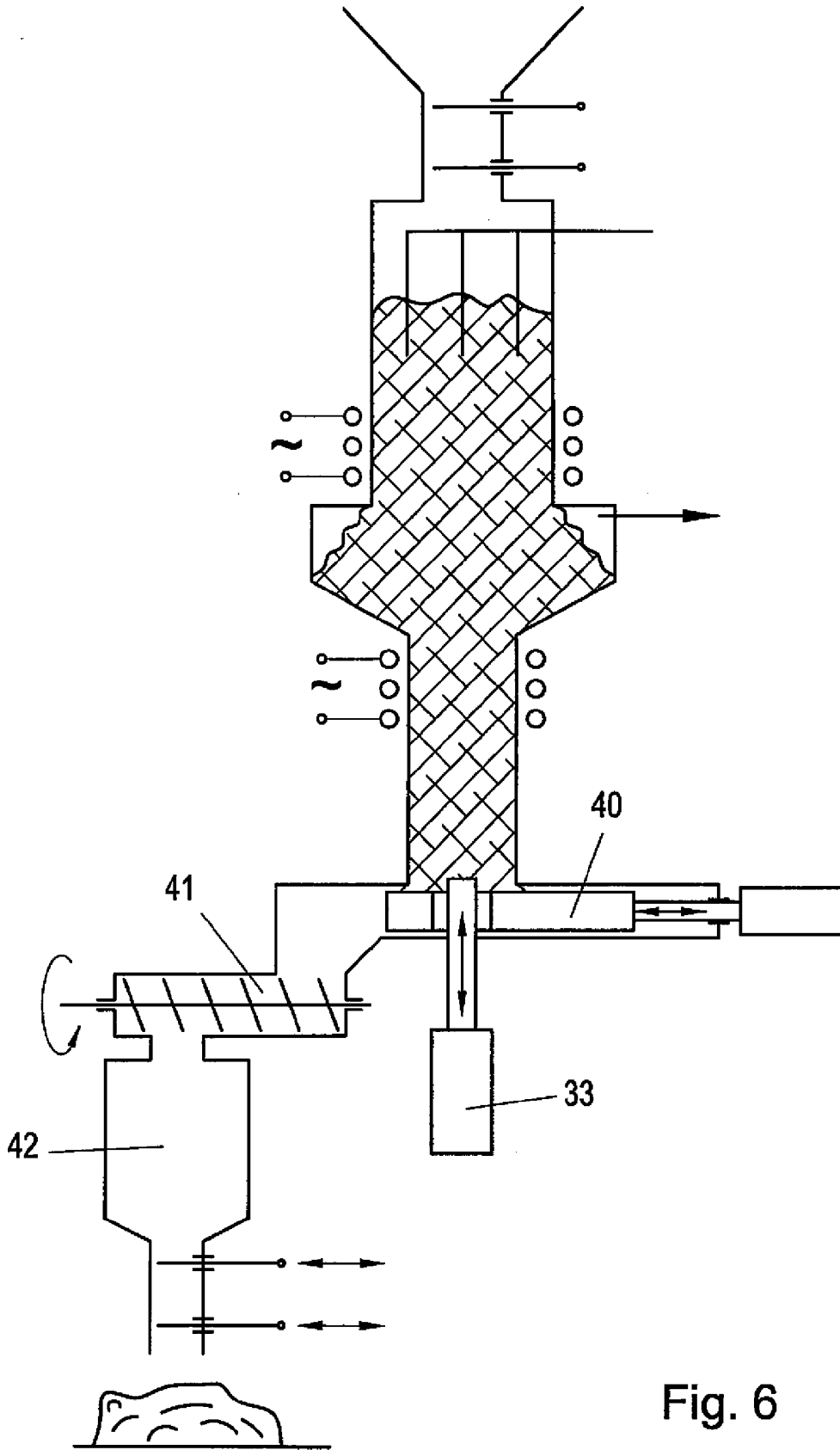


Fig. 6