

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 576/2011
(22) Anmeldetag: 22.04.2011
(43) Veröffentlicht am: 15.04.2012

(51) Int. Cl. : **C21C 5/38** (2006.01)

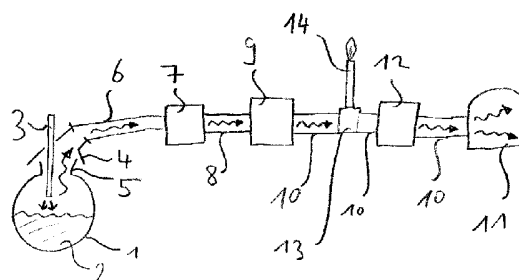
(73) Patentanmelder:
SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES
GMBH
A-4031 LINZ (AT)

(72) Erfinder:
FLEISCHANDERL ALEXANDER DR.
GRÜNAU (AT)
ZHAI YUYOU DR.
LINZ (AT)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR RÜCKGEWINNUNG VON KONVERTERGAS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Rückgewinnung von Konvertergas. Dabei wird bei der Stahlerzeugung anfallendes Konvertergas nach einer Entstaubung in Filteranlagen und vor einer auf die Entstaubung folgenden Speicherung in Speichervorrichtungen wird. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass das Konvertergas nach der Entstaubung in Filteranlagen und vor der auf die Entstaubung folgenden Speicherung in Speichervorrichtungen mittels eines Trockenkühlungsverfahrens gekühlt wird. Unter einem Trockenkühlungsverfahren ist dabei ein Verfahren zu verstehen, bei dem bei der Abkühlung eines Gasstromes wenig oder kein Abwasser, welches bei der Abkühlung mit dem abzukühlenden Gasstrom in direkten Kontakt gekommen ist, anfällt. Unter wenig anfallendem Abwasser ist dabei zu verstehen, dass weniger als 20% einer zur Abkühlung in einen Strom von Konvertergas eingebrachten Wassermenge als Abwasser anfallen. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

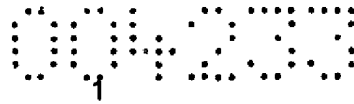
Figur 1



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Rückgewinnung von Konvertergas. Dabei wird bei der Stahlerzeugung anfallendes Konvertergas nach einer Entstaubung in
5 Filteranlagen und vor einer auf die Entstaubung folgenden Speicherung in Speichervorrichtungen wird. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass das Konvertergas nach der Entstaubung in Filteranlagen und vor der auf die Entstaubung folgenden Speicherung in Speichervorrichtungen mittels eines
10 Trockenkühlungsverfahrens gekühlt wird. Unter einem Trockenkühlungsverfahren ist dabei ein Verfahren zu verstehen, bei dem bei der Abkühlung eines Gasstromes wenig oder kein Abwasser, welches bei der Abkühlung mit dem abzukühlenden Gasstrom in direkten Kontakt gekommen ist, anfällt. Unter wenig anfallendem Abwasser ist dabei zu verstehen, dass weniger als 20% einer zur
15 Abkühlung in einen Strom von Konvertergas eingebrachten Wassermenge als Abwasser anfallen.
Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

(Fig. 1)



Beschreibung

Bezeichnung der Erfindung

5

Verfahren und Vorrichtung zur Rückgewinnung von Konvertergas

Gebiet der Technik

Die vorliegende Anmeldung betrifft ein Verfahren zur Rückgewinnung von
10 Konvertergas, wobei bei der Stahlerzeugung anfallendes Konvertergas nach
einer Entstaubung in Filteranlagen und vor einer auf die Entstaubung folgenden
Speicherung in Speichervorrichtungen gekühlt wird. Sie betrifft auch eine
Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Stand der Technik

Beim Frischen von Roheisen mit Sauerstoff werden die Begleitelemente des
Roheisens durch den Sauerstoff oxidiert und vom Eisen getrennt. Während die
Oxide des Si, Mn und P in Form von Schlacke aus dem Stahlbad entfernt
werden, entweicht Kohlenstoff gasförmig als Kohlenmonoxid CO aus dem
20 Stahlbad. Der durch den Frischprozess entstehende Kohlenmonoxid-Anteil in
dem sogenannten Konvertergas, welches aus dem das Stahlbad enthaltenden
Konverter entweicht, verleiht dem Konvertergas einen großen Energieinhalt.
Durch chemische Umwandlung in Kohlendioxid CO₂ kann dieser Energieinhalt
später gewonnen werden, beispielsweise durch Verbrennung des CO oder durch
25 Reduktion von Metalloxiden mittels des CO. Dazu ist es bekannt, das
Konvertergas zu sammeln und zu speichern. Diese Verfahrensschritte werden
auch Rückgewinnung des Konvertergases genannt. Dazu wird das Konvertergas
einer Entstaubung unterzogen – beispielsweise elektrostatisch - sowie einer
Kühlung. Das am Konvertermund in den Kühlkamin austretende Konvertergas
30 hat Temperaturen >1500 °C, und wird in einem ersten Schritt mittels des
Kühlkamins indirekt auf etwa 900-1050°C gekühlt. In einem zweiten Schritt ist es
aus dem Stand der Technik bekannt, mittels Wassereindüsung in einer
Verdampfungskühlung mit Wassereindüsung auf Temperaturen zwischen etwa
350°C und 130°C, üblicherweise zwischen 300°C und 160°C, zu kühlen. In die

nachfolgende - meist elektrostatische - Entstaubung, und in auf die Entstaubung anschließende weitere Kühlungsschritte, tritt das Konvertergas entsprechend mit etwa 350 bis 130°C ein. Dabei kommen bei den auf die Entstaubung anschließenden Kühlungsschritten zur Kühlung des Konvertergases im

- 5 Allgemeinen nass arbeitende Gaskühler zum Einsatz, welche den Staubgehalt des Konvertergases zusätzlich reduzieren. Üblicherweise beträgt die Eingangstemperatur des entstaubten und nach Entstaubung gekühlten Konvertergases beim Eintritt in eine Speichervorrichtung etwa 70°C. Durch die Kühlung des Konvertergases kann in einem gegebenen Volumen einer
- 10 Speichervorrichtung eine größere Stoffmenge Konvertergas gespeichert werden als bei ungekühlter Einleitung des Konvertergases in die Speichervorrichtung. Die üblicherweise eingesetzten nass arbeitenden, als Gaswäscher wirkenden Gaskühler für das entstaubte Konvertergas haben den Nachteil, dass große Wassermengen eingesetzt werden müssen. Entsprechend fallen hohe
- 15 Betriebskosten an, da Wasserverluste ausgeglichen werden und anfallendes Abwasser aufwändig nachbehandelt werden muss. Einen weiteren Beitrag zu hohen Betriebskosten leistet der hohe Strombedarf des für die Zirkulation des Wassers notwendigen Pumpensystems sowie der hohe Platz- und Investitionsbedarf, der sich aus den für die Wasserversorgung und –
- 20 nachbehandlung notwendigen Anlagenteilen ergibt. Zudem hat bei nass arbeitenden, als Gaswäscher wirkenden Gaskühlern auch der Gaskühler selbst einen erheblichen Platz- und Investitionsbedarf.
- Zusätzlich werden durch den Einsatz von Trockenentstaubungssystemen gegenüber Nassentstaubungssystemen erzielte Vorteile bezüglich
- 25 Wasserwirtschaft durch den Einsatz nass arbeitenden, als Gaswäscher wirkender Gaskühler wieder teilweise reduziert.

Zusammenfassung der Erfindung

30 **Technische Aufgabe**

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, durch die die Nachteile des Standes der Technik vermieden werden.

Technische Lösung

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Rückgewinnung von Konvertergas, wobei bei der Stahlerzeugung anfallendes Konvertergas nach einer Entstaubung in Filteranlagen und vor einer auf die Entstaubung folgenden

5 Speicherung in Speichervorrichtungen gekühlt wird, das dadurch gekennzeichnet ist, dass das Konvertergas nach der Entstaubung in Filteranlagen und vor der auf die Entstaubung folgenden Speicherung in Speichervorrichtungen mittels eines Trockenkühlungsverfahrens gekühlt wird.

- 10 Sammeln und Speichern von Konvertergas werden auch Rückgewinnung des Konvertergases genannt.

- Das Konvertergas fällt beim Frischen von Roheisenchargen zur Stahlerzeugung in einem Konverter an. Der Konverter kann beispielsweise ein AOD-Konverter zur Erzeugung von Rostfrei-Stahl sein, oder ein LD-Konverter zur Durchführung
- 15 eines BOF-Verfahrens unter Aufblasen von Sauerstoff, oder ein bodenblasender Konverter, oder ein kombiniert boden- und auf aufblasender Konverter. AOD steht für Argon Oxygen Decarburization. LD steht für Linz-Donawitz-Verfahren.
- 20 BOF steht für Basic Oxygen Furnace.

- Unter einem Trockenkühlungsverfahren ist ein Verfahren zu verstehen, bei dem bei der Abkühlung eines Gasstromes wenig oder kein Abwasser, welches bei der Abkühlung mit dem abzukühlenden Gasstrom in direkten Kontakt gekommen ist,
- 25 anfällt. Unter wenig anfallendem Abwasser ist dabei zu verstehen, dass weniger als 20%, bevorzugt weniger als 10%, einer zur Abkühlung in einen Strom von Konvertergas eingebrachten Wassermenge als Abwasser anfallen.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

- 30 Nach einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist das Trockenkühlungsverfahren ein Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch. Bei indirektem Wärmeaustausch wird ein gasförmiges oder flüssiges Kühlmedium räumlich getrennt von dem Konvertergas gehalten. Eine Vermischung des Kühlmediums mit dem Konvertergas kann daher nicht stattfinden. Entsprechend

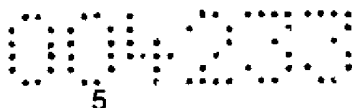
wird das Kühlmedium nicht durch Kontakt mit Konvertergas verunreinigt und muss entsprechend nicht aufwändig gereinigt oder entsorgt werden. Die Feuchtigkeit des Konvertergases wird dabei nicht infolge von Zuführung von Feuchtigkeit durch Kontakt zwischen Kühlmedium und Konvertergas erhöht.

5

Nach einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei dem Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch um ein Verfahren zum indirekten Gas-Gas-Wärmetausch. Beispielsweise kann das Konvertergas mittels Gas-Gas-Wärmetausch gekühlt werden, wenn Kühlgas, beispielsweise Umgebungsluft, mittels Gebläsen über Konvertergas führende Leitungen geführt wird. Die das Konvertergas führenden Leitungen sind in dem Bereich, in dem Kühlluft über sie geführt wird, bevorzugterweise so ausgeführt, dass sie ein möglichst großes Verhältnis von Oberfläche zu Volumen aufweisen. Auf diese Weise kann besonders effizient gekühlt werden. Das Material der Leitungen ist vorzugsweise zumindest in dem Bereich, in dem Kühlluft über sie geführt wird, ein metallisches Material. Besonders bevorzugt ist es Stahl, da Stahl gut verarbeitbar, kostengünstig verfügbar und für den Zweck genügend gut wärmeleitend ist. Beispielsweise sind die Konvertergas führenden Leitungen in dem Bereich, in dem Konvertergas über sie geführt wird, als plattenförmige Hohlkörper ausgebildet, in die Konvertergas eingeleitet und aus denen Konvertergas ausgeleitet werden kann.

Die die Konvertergas führenden Leitungen können in dem Bereich, in dem Konvertergas über sie geführt wird, auch als Rohre ausgebildet sein, in die Konvertergas eingeleitet und aus denen Konvertergas ausgeleitet werden kann. Die Kühlung durch Gas-Gas-Wärmeaustausch kann auch ohne Gebläse geschehen. In diesem Fall wird durch die zwischen den Konvertergas führenden Leitungen vorhandene Umgebungsluft gekühlt.

Grundsätzlich ist es auch möglich, vorhandene Gebläse je nach gemessener Temperatur des gekühlten entstaubten Konvertergases und gewählten Schwellenwerten für die Temperatur des gekühlten entstaubten Konvertergases an- oder abzuschalten, so dass Kühlung entweder durch über die entstaubtes Konvertergas führende Leitungen geblasene Kühlluft erfolgt, oder Kühlung durch



201108775

5

die zwischen den Konvertergas führenden Leitungen vorhandene Umgebungsluft erfolgt.

- Nach einer anderen Ausführungsform handelt es sich bei dem Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch um ein Verfahren zum indirekten Gas-Flüssig-Wärmetausch mit geschlossenem Kühlkreislauf. Beispielsweise kann ein flüssiges Kühlmedium in Rohrleitungen in einem geschlossenen Kreislauf geführt werden, und das Konvertergas um die Rohrleitungen strömen. Bei dem flüssigen Kühlmedium kann es sich beispielsweise um Wasser handeln, oder um Ammoniak, oder um ein Gemisch aus Ammoniak und Wasser. Eine Vermischung des flüssigen Kühlmediums mit dem Konvertergas kann dabei nicht stattfinden. Entsprechend wird das flüssige Kühlmedium nicht durch Kontakt mit Konvertergas verunreinigt und muss entsprechend nicht aufwändig gereinigt oder entsorgt werden. Eine Aufbereitung des flüssigen Kühlmediums, beispielsweise eine Wasseraufbereitung, ist bei derartiger Verfahrensführung entsprechend nicht notwendig.

In dem geschlossenen Kühlkreislauf findet auch Rückkühlung von erwärmtem flüssigem Kühlmedium statt.

- Nach einer weiteren Ausführungsform ist das Trockenkühlungsverfahren ein Verdampfungskühlungsverfahren. Dabei wird ein flüssiges Kühlmedium, beispielsweise Wasser, in den Gasstrom des Konvertergases eingedüst. Der Tropfendurchmesser d_{90} - d_{90} steht dafür, dass 90% der Tropfen einen Tropfendurchmesser haben entsprechend einer folgenden Größenangabe - des eingedüsten flüssigen Kühlmediums beträgt dabei $d_{90} < 1000$ Mikrometer, bevorzugt < 300 Mikrometer. Zur Erzeugung derart feiner Tropfen werden beispielsweise 2-Stoffdüsen verwendet, die beispielsweise mit Stickstoff betrieben werden, oder Hochdruckdüsen, beispielsweise Rücklaufdüsen, eingesetzt.
- Herkömmlich verwendete als Gaswäscher wirkende Gaskühler haben ein Tropfenspektrum, bei dem der Tropfendurchmesser d_{90} wesentlich größer ist als 1000 Mikrometer und arbeiten bei hohem L/G von etwa 2 - 5. L/G steht für das Verhältnis von Liter Kühlmedium zu Kubikmeter zu kühlendes Gas. Bei einer derartigen Arbeitsweise wird ein Anteil des Kühlmediums verdunstet – es

- verdampft also -, während der überwiegende Anteil nicht verdunstet, sondern nur erwärmt wird. Verdampfen und verdunsten sind in diesem Zusammenhang verschiedene Begriffe für denselben Vorgang. Da bei Erwärmung nicht die Verdunstungswärme zur Abkühlung des Gasstromes aus Konvertergas genutzt wird, wird für eine gegebene Abkühlung die Zugabe von mehr Kühlmedium notwendig sein, als wenn das ganze oder der überwiegende Anteil des Kühlmediums verdunstet wird. Entsprechend sind bei den herkömmlich verwendeten als Gaswäschern arbeitenden Gaskühlern große Umlaufwassermengen erforderlich.
- 10 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird dadurch, dass das flüssige Kühlmedium als Nebel feiner Tropfen eingebracht wird, die - in Kühlung des Konvertergases resultierende - Verdunstung des Kühlmediums gegenüber herkömmlichen nass arbeitenden, als Gaswäscher wirkenden Gaskühlern erleichtert. Dadurch ist es möglich, eine gegebene Kühlung ohne einen in
- 15 herkömmlichen Verfahren notwendigen enormen Wasserüberschuss mit L/G von 2-5, sondern mit einem L/G wesentlich kleiner 1, vorzugsweise kleiner 0,5, besonders bevorzugt kleiner 0,1, beispielsweise im Bereich 0,05, zu erreichen. Da beim erfindungsgemäßen Verfahren das eingedüste flüssige Kühlmedium, Wasser, praktisch vollständig verdunstet, fällt erfindungsgemäß auch bei einem
- 20 Verdampfungskühlungsverfahren bei der Abkühlung eines Gasstromes kein oder wenig Abwasser, welches bei der Abkühlung mit dem abzukühlenden Gasstrom in direkten Kontakt gekommen ist, an.
- Unter wenig anfallendem Abwasser ist dabei zu verstehen, dass weniger als 20%, bevorzugt weniger als 10%, einer zur Abkühlung in einen Strom von
- 25 Konvertergas eingebrachten Wassermenge als Abwasser anfallen.
- In dem Zusammenhang ist unter dem Begriff Abwasser auch flüssiges Kühlmedium zu verstehen, welches bei der Abkühlung mit dem abzukühlenden Gasstrom in direkten Kontakt gekommen ist, und daher aufbereitet werden muss.
- 30 Nach einer weiteren Ausführungsform ist das Trockenkühlungsverfahren eine Kombination aus Trockenkühlungsverfahren und Verdampfungskühlungsverfahren.

- Das Konvertergas wird durch Vorrichtungen zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens geleitet. Nach einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Vorrichtungen zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens
- 5 sowohl während der Durchleitung von Konvertergas mittels ihres Kühlmediums gekühlt,
als auch in Zeitspannen gekühlt, während denen keine Durchleitung von Konvertergas erfolgt und die Temperatur in den Vorrichtungen zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens über einem gewählten Schwellenwert liegt.
- 10 Die Anlagenteile der Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens erwärmen sich gegebenenfalls durch das durchgeleitete heiße Konvertergas. Die Effizienz der Kühlung steigt mit steigender Temperaturdifferenz zwischen dem abzukühlenden Generatorgas und den Anlagenteilen, an denen das Generatorgas entlang strömt. Daher ist es
- 15 gewünscht, dass diese Anlagenteile bei Eintritt von Konvertergas in die Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens ein möglichst tiefes Temperaturniveau haben.
Konvertergas fällt in einem Stahlwerk im Allgemeinen nicht kontinuierlich an. Entsprechend gibt es Zeiträume, in denen mangels Konvertergas die
- 20 Vorrichtungen zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens nicht von heißem Konvertergas durchströmt werden.
Es kann auch der Fall eintreten, dass zwar Konvertergas anfällt, dieses aber einen CO-Gehalt aufweist, der so niedrig ist, dass keine Speicherung gewünscht ist. In so einem Fall wird dieses Konvertergas auch nicht dem
- 25 Trockenkühlungsverfahren zugeführt und gespeichert, sondern über eine Fackel verbrannt. Auch dann wird die Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens nicht von Konvertergas durchströmt.
Wenn in diesen Zeiträumen Kühlmedium so lange zur Kühlung aufgeheizter Anlagenteile beiträgt, bis ein gewählter Schwellenwert unterschritten wird, liegt
- 30 bei späterem Eintritt von heißem Konvertergas eine große Temperaturdifferenz und damit Bedingungen für eine möglichst effiziente Kühlung vor. Der Schwellenwert kann beispielsweise so gewählt werden, dass die Kühlung dann aufhört, wenn der mit weiterer Kühlung verbundene Aufwand größer wäre als der durch eine weiter vergrößerte Temperaturdifferenz erzielbare Nutzen.

- Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens, mit einer Absaugleitung für Konvertergas, welche in eine Vorrichtung zur Kühlung des Konvertergases mündet,
- 5 mit einer Entstaubungsvorrichtung zur Entstaubung von gekühltem Konvertergas, mit einer
- die Vorrichtung zur Kühlung des Konvertergases
- und
- die Entstaubungsvorrichtung zur Entstaubung von gekühltem
- 10 Konvertergas
- verbindenden Entstaubungsleitung,
- sowie mit einer Gasspeichervorrichtung zur Speicherung von gekühltem und entstaubtem Konvertergas, in welche eine von der Entstaubungsvorrichtung zur Entstaubung von gekühltem Konvertergas ausgehende Speicherleitung mündet,
- 15 dadurch gekennzeichnet, dass
- in Strömungsrichtung des Konvertergases nach der Entstaubungsvorrichtung und vor der Gasspeichervorrichtung in der Speicherleitung eine Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens vorhanden ist.
- 20 Nach einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist das Trockenkühlungsverfahren ein Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch.
- Nach einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist das Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch ein Verfahren zum indirekten Gas-
- 25 Gas-Wärmetausch ist.
- Nach einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist das Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch ein Verfahren zum indirekten Gas-Flüssig-Wärmetausch mit geschlossenem Kühlkreislauf. In dem geschlossenen
- 30 Kühlkreislauf findet auch Rückkühlung von erwärmtem flüssigem Kühlmedium statt.

Nach einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist das Trockenkühlungsverfahren eine Kombination aus einem Verfahren zum indirektem Wärmeaustausch und einem Verdampfungskühlungsverfahren.

- 5 Nach einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist das Trockenkühlungsverfahren ein Verdampfungskühlungsverfahren.

- Nach einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in der Vorrichtung zur Durchführung eines Verdampfungskühlungsverfahrens Düsen zur Eindüsung eines flüssigen Kühlmediums mit Tropfendurchmesser d_{90} des eingedüsten flüssigen Kühlmediums $d_{90} < 1000$ micrometer vorhanden.
- 10

Beschreibung von Ausführungsformen

- 15 Nachfolgend wird die Erfindung anhand beispielhafter schematischer Figuren von Ausführungsbeispielen erläutert.

Figur 1 zeigt schematisch den Weg des Konvertergases vom Konverter in die Gasspeichervorrichtung.

- 20 Figur 2 zeigt eine Ausführungsform einer Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens mit indirektem Gas-Flüssig-Wärmeaustausch mit Rohrbündel-Wärmetauschern, die von Kühlwasser durchflossen werden.

Figur 3 zeigt eine weitere schematische Ansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Rohrbündel-Wärmetauschern als

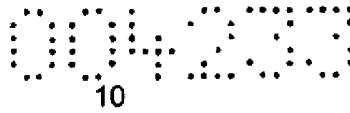
- 25 Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens.

Figur 4 zeigt eine weitere schematische Ansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens mit indirektem Gas-Gas –Wärmeaustausch.

Figur 5 zeigt schematisch einen plattenförmigen Hohlkörper, der zum indirekten

- 30 Gas-Gas-Wärmeaustausch dient.

Figur 6 zeigt schematisch die Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens mit Verdampfungskühlung.



201108775

- In Figur 1 wird auf eine in einem LD-Konverter 1 befindliche Stahlschmelze 2 mittels einer Blaselanze 3 Sauerstoff, dargestellt durch gerade Pfeile, aufgeblasen. Mittels einer Absaughaube 4 wird das aus dem Konvertermund 5 austretende Konvertergas, dargestellt durch gewellte Pfeile, in eine
- 5 Absaugleitung 6 geleitet. In der Absaughaube 4 und der Absaugleitung 6 findet ein erster Kühlschritt für das Konvertergas mittels indirekter Kühlung durch Wasser/Dampf statt. Durch die Absaugleitung 6 wird das Konvertergas in eine weitere Vorrichtung zur Kühlung des Konvertergases geleitet, hier ein
- 10 Verdampfungskühler 7. Im Verdampfungskühler 7 wird das Konvertergas, welches mit etwa 900 – 1050°C eintritt, auf etwa 350 – 130°C gekühlt. Über eine Entstaubungsleitung 8 wird das im Verdampfungskühler 7 gekühlte Konvertergas in eine Entstaubungsvorrichtung zur Entstaubung von gekühltem Konvertergas, hier ein ESP-Elektrofilter 9, geleitet. ESP steht für electrostatic precipitator. Von dem ESP-Elektrofilter 9 geht eine Speicherleitung 10 aus, die in eine
- 15 Gasspeichervorrichtung zur Speicherung von gekühltem und entstaubtem Konvertergas, hier einem Gasometer 11, mündet. In Strömungsrichtung des Konvertergases nach dem ESP-Elektrofilter 9 und vor dem Gasometer 11 ist in der Speicherleitung 10 eine Vorrichtung zur Durchführung eines
- 20 Trockenkühlungsverfahrens 12 vorhanden. In der Speicherleitung 10 sitzt eine Umschaltvorrichtung 13, mit der der Gasstrom des Konvertergases zu einem Fackelkamin geführt werden kann statt in die Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens. Während Zeitabschnitten, in denen das
- 25 Konvertergas eine geringere CO-Konzentration, als für eine Speicherung gewünscht ist, aufweist, wird das Konvertergas über einen Fackelkamin 14 geführt und dort abgefackelt. Solche Zeitabschnitte sind beispielsweise
- Blasebeginn oder Blaseende, oder Abstichperioden. Bei Anstieg der CO-Konzentration über einen Schwellenwert, wird das Konvertergas durch Umschaltung der Umschaltvorrichtung wiederum dem Gasometer 11 zugeführt.
- 30 Figur 2 zeigt eine Ausführungsform der Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens. In der gezeigten Ausführungsform findet indirekter Gas-Flüssig-Wärmeaustausch statt. Entstaubtes Konvertergas strömt aus der Speicherleitung 10 in die Vorrichtung zur Durchführung eines
- Trockenkühlungsverfahrens 12 hinein, wird dort gekühlt, strömt nach der Kühlung

wieder hinaus und wird über die Speicherleitung 10 in eine nicht gezeigte Gasspeichervorrichtung zur Speicherung von gekühltem und entstaubtem Konvertergas eingeleitet. Ein Rohrbündel-Wärmetauscher 15 wird von mit strichlierten Pfeilen dargestelltem Kühlwasser durchflossen. Zwischen den
5 einzelnen Rohren – es sind fünf einzelne Rohre dargestellt – des Rohrbündel-Wärmetauschers 15 strömt das entstaubte Konvertergas. Kühlwasser und Konvertergas strömen dabei in entgegengesetzte Richtungen, es handelt sich also um eine Gegenstrom-Kühlung. Grundsätzlich könnte bei einem
10 Trockenkühlungsverfahren mit Gas-Flüssig-Wärmeaustausch auch als Gleichstrom-Kühlung oder als Gegenstrom-Kühlung ausgeführt sein. Das Kühlwasser wird in einem geschlossenen Kreislauf mit Rückkühlung geführt, was jedoch in Figur 2 zur besseren Übersichtlichkeit nicht dargestellt ist. Zugeführt zu den einzelnen Rohren und abgeführt von den einzelnen Rohren des Rohrbündel-Wärmetauschers 15 wird das Kühlwasser über einen Verteiler-Abschnitt 16 und
15 einen Sammler-Abschnitt 17 des Rohrbündel-Wärmetauschers 15. Der Rohrbündel-Wärmetauscher 15 weist auch eine Kühlwasser-Zufuhrleitung 18 und eine Kühlwasser-Abfuhrleitung 19 auf.

Figur 3 zeigt eine weitere schematische Ansicht einer Ausführungsform der
20 erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Rohrbündel-Wärmetauschern 20, in diesem Fall für indirekten Gas-Gas-Wärmetausch, als Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens. Zu sehen sind mehrere Module 21, 22, 23, 24 von Rohrbündel-Wärmetauschern 20. Ein schematischer Rohrbündel-Wärmetauscher 20 ist in Modul 22 strichliert umrandet dargestellt, auf
25 entsprechende Umrandungen in den anderen Modulen 21, 23, 24 wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet. Grundsätzlich besteht die Option, weitere Module anzuschließen, was durch strichlierte Umrissse solcher Module angedeutet ist. Auf die Darstellung einer Speicherleitung 10 wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

30 Das Konvertergas ist durch gerade Pfeile dargestellt. Es ist gezeigt, wie entstaubtes Konvertergas an die Module herangeführt wird, in die Rohre der Rohrbündel-Wärmetauscher eingeleitet, in diesen durch die Module hindurchgeleitet, und aus den Modulen gekühltes und entstaubtes Konvertergas abgeleitet wird. Die Kühlung erfolgt dadurch, dass mittels Gebläsen 25 Kühlluft,

dargestellt durch gepunktete Pfeile, in die Module eingeblasen wird. Die Kühlluft strömt um die das entstaubte Konvertergas führenden Rohre der Rohrbündel-Wärmeaustauscher 20 und kühlt dabei. Dargestellt ist zur besseren Übersichtlichkeit nur für Modul 22, wie entstaubtes Konvertergas durch das

5 strichliert angedeutete Rohr 26 des Rohrbündel-Wärmeaustauschers 20 strömt und dabei durch um das Rohr 26 strömende Kühlluft gekühlt wird. Grundsätzlich kann auch ohne Gebläse gearbeitet werden, so dass das entstaubte Konvertergas in den Rohren durch die Umgebungsluft gekühlt wird. Auf eine Darstellung der Ableitung der Kühlluft aus den Modulen wurde aus Gründen der

10 Übersichtlichkeit verzichtet.

Figur 4 zeigt eine weitere schematische Ansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens mit indirektem Gas-Gas –Wärmeaustausch. Zum

15 indirekten Gas-Gas-Wärmeaustausch dienen plattenförmige Hohlkörper 27. Die plattenförmigen Hohlkörper 17 sind in Figur 5 näher beschrieben. In den Modulen 28,29,30,31 sind jeweils mehrere plattenförmige Hohlkörper 27 vorhanden; dargestellt sind zur besseren Übersichtlichkeit jedoch nur drei plattenförmige Hohlkörper 27 in Modul 29, und ein plattenförmiger Hohlkörper 27 mit strichlierten

20 Umrissen in Modul 28. In Figur 4 wurde dabei aus Gründen der Übersichtlichkeit auf die Darstellung von Details der plattenförmigen Hohlkörper 27, die in Figur 5 näher erläutert sind, verzichtet. Über Gebläse 32a, 32b wird Kühlgas, in diesem Fall Kühlluft, über die plattenförmigen Hohlkörper 27 geblasen. Die Kühlluft ist durch Pfeile mit Kreisen als Schaft dargestellt. Auf eine Darstellung der Ableitung

25 der Kühlluft aus den Modulen wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet. Analog zur Darstellung in Figur 3 ist das Konvertergas in Figur 4 durch gerade Pfeile dargestellt. Es ist gezeigt, wie entstaubtes Konvertergas an die Module herangeführt wird, in die plattenförmigen Hohlkörper 27 eingeleitet, in den plattenförmigen Hohlkörpern 27 durch die Module hindurchgeleitet, und aus

30 den Modulen gekühlt abgeleitet wird. Das entstaubte Konvertergas wird durch den Kontakt von Kühlluft mit den plattenförmigen Hohlkörpern 27 gekühlt. Die Kühlluft strömt über die plattenförmigen Hohlkörper 27 im Kreuzstrom zu dem entstaubten Konvertergas, im dargestellten Beispiel strömt das entstaubte Konvertergas vertikal durch die plattenförmigen Hohlkörper 27, und die Kühlluft

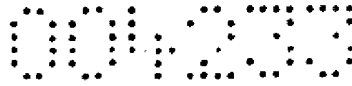
horizontal über die plattenförmigen Hohlkörper 27 hinweg. Die Kühlluft wird über Gebläse 32a, 32b über die plattenförmigen Hohlkörper 27 geblasen.

Grundsätzlich kann auch ohne Gebläse gearbeitet werden, so dass das entstaubte Konvertergas in den plattenförmigen Hohlkörpern 27 durch die
5 Umgebungsluft gekühlt wird.

Figur 5 zeigt schematisch einen plattenförmigen Hohlkörper 27. In den von den Wänden des plattenförmigen Hohlkörpers umschlossenen Hohlraum wird über eine Konvertergaszuleitung 33 Konvertergas, dargestellt durch gewellte Pfeile,
10 eingeleitet und über eine Konvertergasableitung 34 ausgeleitet. Mittels nicht dargestellter Gebläse wird durch Pfeile mit Kreisen als Schaft dargestellte Kühlluft über die plattenförmigen Hohlkörper 27 geblasen. In den Modulen 28, 29, 30, 31 der Figur 4 sind jeweils mehrere plattenförmige Hohlkörper 27
15 vorhanden.

Figur 6 zeigt schematisch eine Ausführungsform, bei der das Trockenkühlungsverfahren ein Verdampfungskühlungsverfahren ist. In einen Gaskühler 35 wird entstaubtes Konvertergas, dargestellt durch gewellte Pfeile, eingeleitet. In Strömungsrichtung des entstaubten Konvertergases wird ein
20 Kühlmedium, in diesem Fall Wasser, mittels Rücklaufdüsen 36 eingedüst. Mit diesen Düsen wird ein feiner Nebel des Kühlwassers mit Tropfendurchmesser $d_{90} < 1000$ Mikrometer hergestellt. Durch Verdunstung des feinen Nebels wird das entstaubte Konvertergas gekühlt und dann aus dem Gaskühler 35 ausgeleitet. Eine vollständige Verdunstung des Kühlwassers wird angestrebt und
25 durch eine Regelung der eingedüsten Wassermenge realisiert. Falls doch eine Teilmenge des eingedüsten Kühlwassers, welches mit dem Konvertergas in Kontakt gekommen ist, nicht verdunstet, sondern sich im unteren Teil des Gaskühlers sammelt, kann dieses Abwasser über die Abwasserleitung 37 entsorgt werden. Das Verfahren wird so betrieben, dass kein Abwasser oder nur
30 wenig Abwasser anfällt. Unter wenig anfallendem Abwasser ist dabei zu verstehen, dass weniger als 20%, bevorzugt weniger als 10%, der eingedüsten Kühlwassermenge als Abwasser anfallen.

Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiele



201108775

14

näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.



Bezugszeichenliste

1	LD-Konverter
2	Stahlschmelze
3	Blaselanze
4	Absaughaube
5	Konvertermund
6	Absaugleitung
7	Verdampfungskühler
8	Enstaubungsleitung
9	ESP-Elektrofilter
10	Speicherleitung
11	Gasometer
12	Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens
13	Umschaltvorrichtung
14	Fackelkamin
15	Rohrbündel-Wärmetauscher
16	Verteiler-Abschnitt
17	Sammler-Abschnitt
18	Kühlwasser-Zufuhrleitung
19	Kühlwasser-Abfuhrleitung
20	Rohrbündel-Wärmetauscher
21	Modul
22	Modul
23	Modul
24	Modul
25	Gebläse
26	Rohr
27	Plattenförmiger Hohlkörper
28	Modul
29	Modul
30	Modul



201108775

31	Modul
32a, 32b	Gebläse
33	Konvertergaszuleitung
34	Konvertergasableitung
35	Gaskühler
36	Rücklaufdüse
37	Abwasserleitung

Ansprüche

1. Verfahren zur Rückgewinnung von Konvertergas, wobei bei der
5 Stahlerzeugung anfallendes Konvertergas nach einer Entstaubung in
Filteranlagen und vor einer auf die Entstaubung folgenden Speicherung in
Speichervorrichtungen gekühlt wird, das dadurch gekennzeichnet ist, dass das
Konvertergas nach der Entstaubung in Filteranlagen und vor der auf die
Entstaubung folgenden Speicherung in Speichervorrichtungen mittels eines
10 Trockenkühlungsverfahrens gekühlt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das
Trockenkühlungsverfahren ein Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch ist.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem
Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch um ein Verfahren zum indirekten
Gas-Gas-Wärmetausch handelt.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem
20 Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch um ein Verfahren zum indirekten
Gas-Flüssig-Wärmetausch mit geschlossenem Kühlkreislauf handelt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das
Trockenkühlungsverfahren eine Kombination aus Trockenkühlungsverfahren und
25 Verdampfungskühlungsverfahren ist.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das
Trockenkühlungsverfahren ein Verdampfungskühlungsverfahren ist.
- 30 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
das Konvertergas durch Vorrichtungen zur Durchführung eines
Trockenkühlungsverfahrens geleitet wird, wobei die Vorrichtungen zur
Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens
sowohl während der Durchleitung von Konvertergas mittels ihres Kühlmediums

gekühlt werden,

als auch in Zeitspannen gekühlt werden, während denen keine Durchleitung von Konvertergas erfolgt und die Temperatur in den Vorrichtungen zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens über einem gewählten Schwellenwert liegt.

5

8. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einer Absaugleitung für Konvertergas, welche in eine Vorrichtung zur Kühlung des Konvertergases mündet,

mit einer Entstaubungsvorrichtung zur Entstaubung von gekühltem Konvertergas,

10 mit einer

die Vorrichtung zur Kühlung des Konvertergases

und

die Entstaubungsvorrichtung zur Entstaubung von gekühltem

Konvertergas

15 verbindenden Entstaubungsleitung,

sowie mit einer Gasspeichervorrichtung zur Speicherung von gekühltem und entstaubtem Konvertergas, in welche eine von der Entstaubungsvorrichtung zur Entstaubung von gekühltem Konvertergas ausgehende Speicherleitung mündet, dadurch gekennzeichnet, dass

20 in Strömungsrichtung des Konvertergases nach der Entstaubungsvorrichtung und vor der Gasspeichervorrichtung in der Speicherleitung eine Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens vorhanden ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das

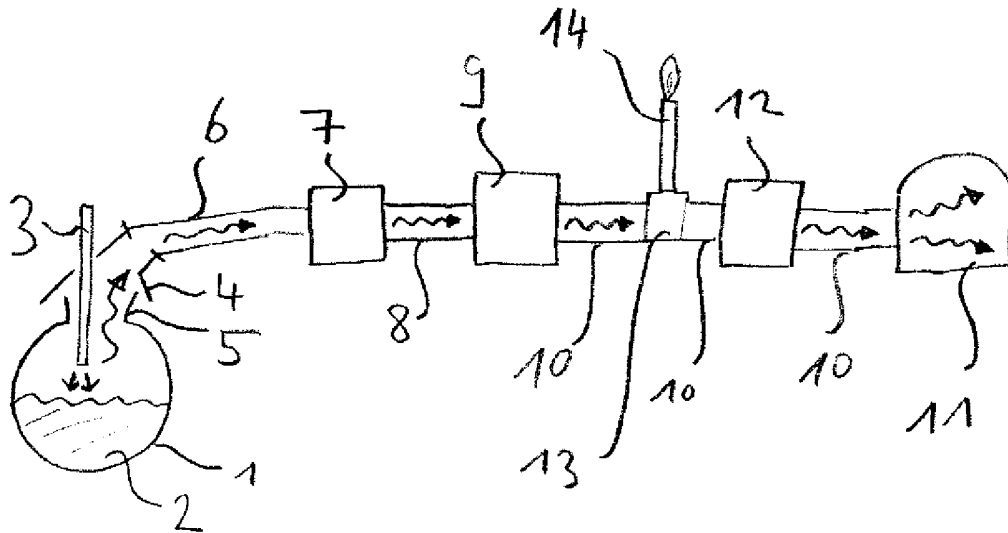
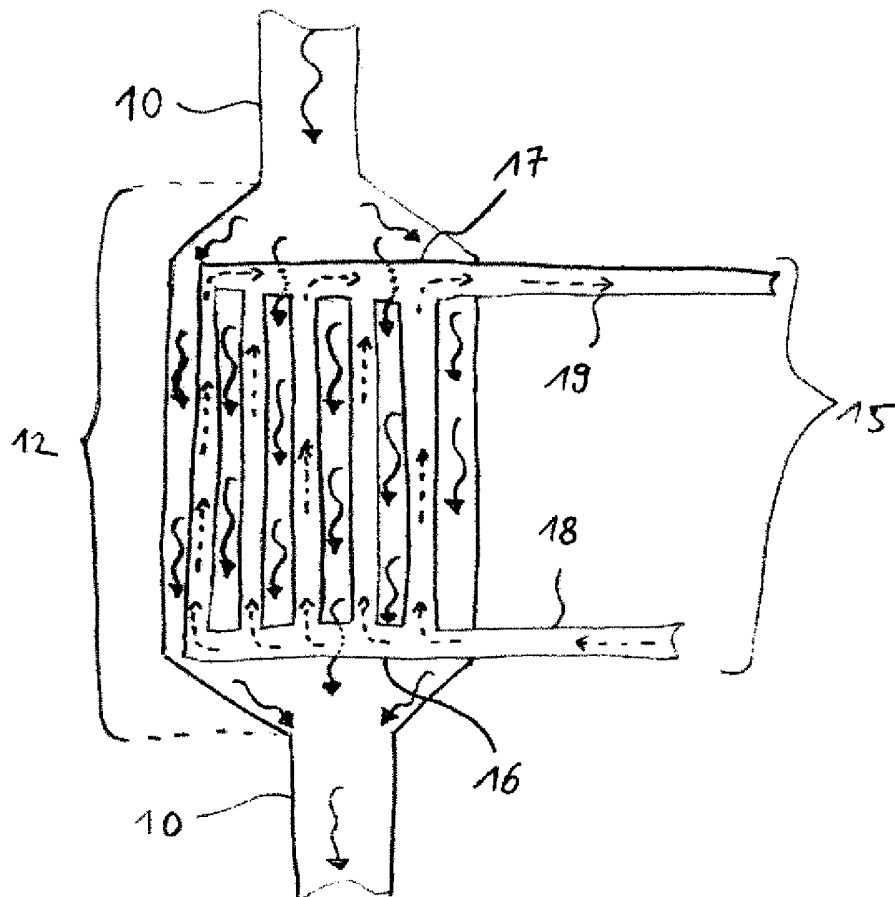
25 Trockenkühlungsverfahren ein Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch ein Verfahren zum indirekten Gas-Gas-Wärmetausch ist.

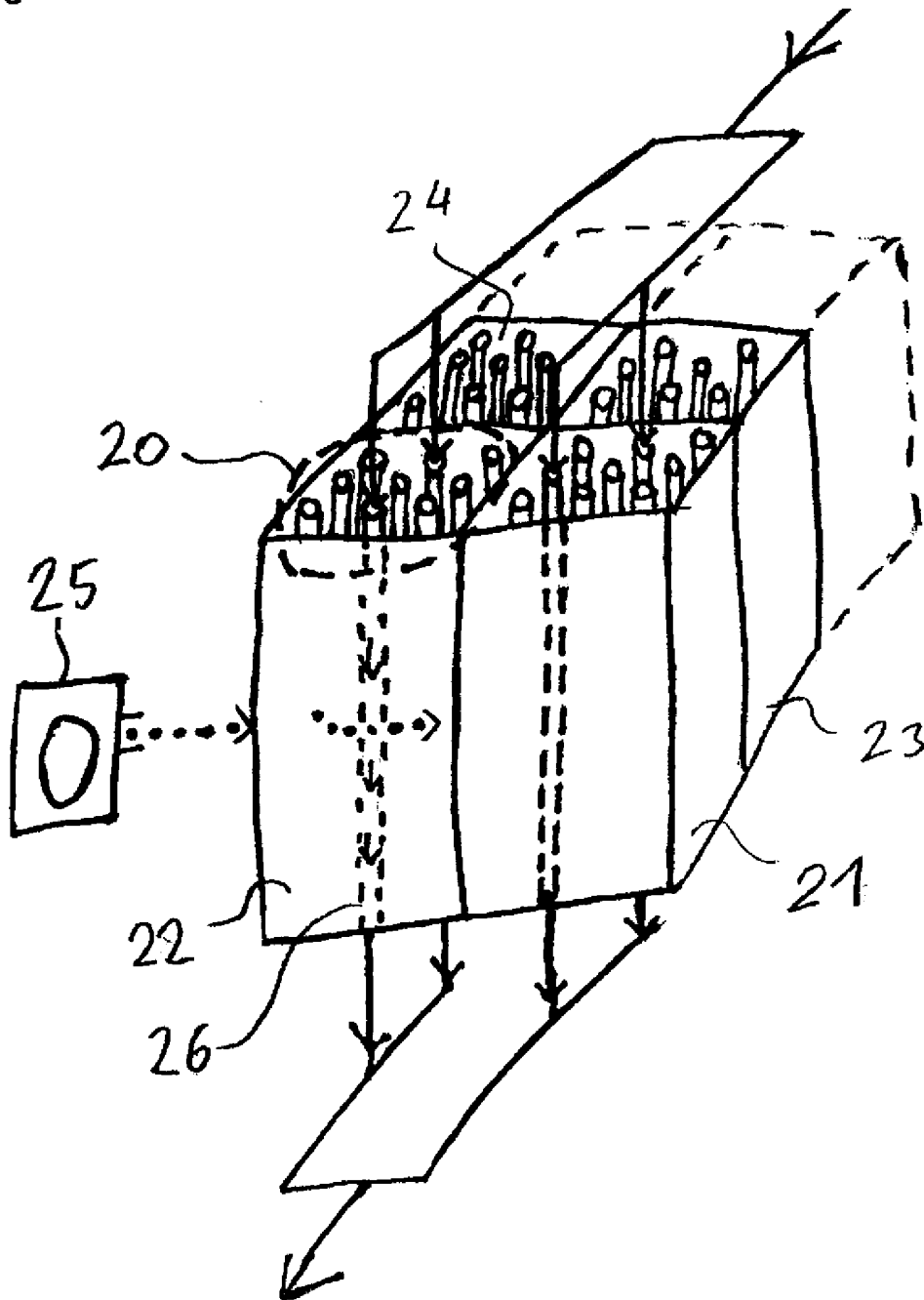
30

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch ein Verfahren zum indirekten Gas-Flüssig-Wärmetausch mit geschlossenem Kühlkreislauf ist.

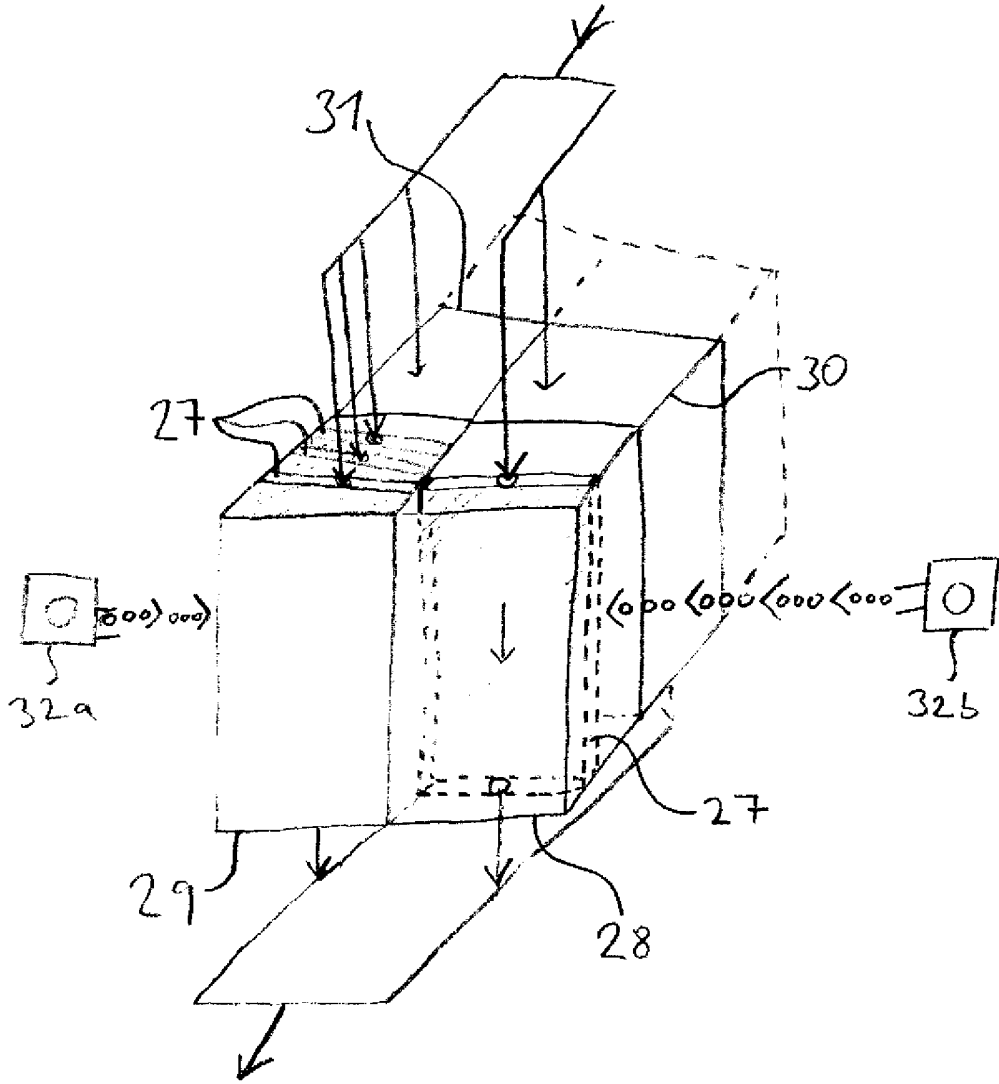
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Trockenkühlungsverfahren eine Kombination aus einem Verfahren zum indirektem Wärmeaustausch und einem Verdampfungskühlungsverfahren ist.
- 5 13. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Trockenkühlungsverfahren ein Verdampfungskühlungsverfahren ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass in der Vorrichtung zur Durchführung eines Verdampfungskühlungsverfahrens Düsen
- 10 zur Eindüsung eines flüssigen Kühlmediums mit Tropfendurchmesser d_{90} des eingedüsten flüssigen Kühlmediums $d_{90} < 1000$ micrometer vorhanden sind.

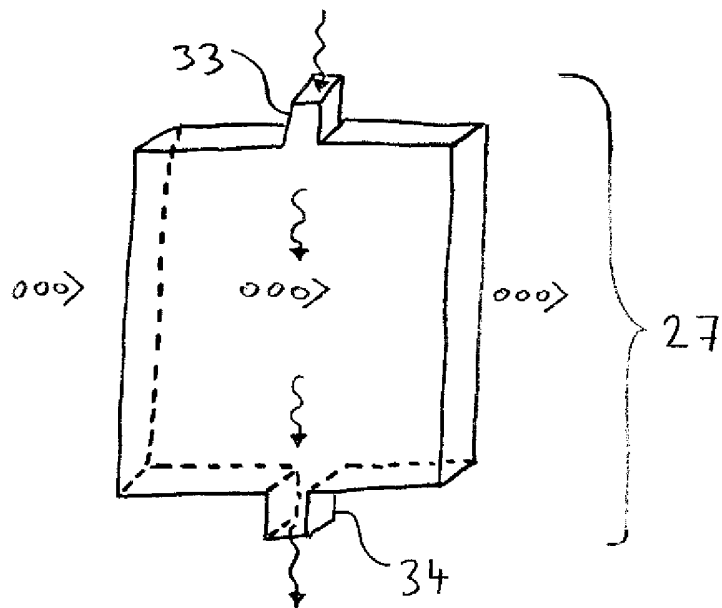
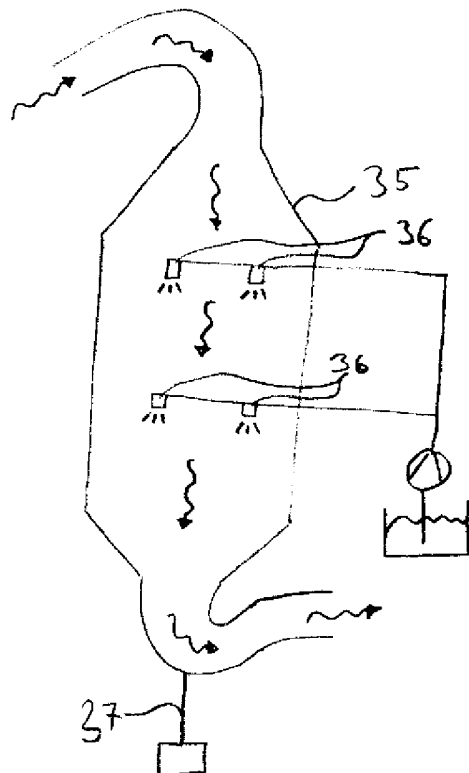
Figur 1**Figur 2**

Figur 3



Figur 4



Figur 5**Figur 6**

Ansprüche

1. Verfahren zur Rückgewinnung von Konvertergas, wobei bei der
- 5 Stahlerzeugung anfallendes Konvertergas nach einer Entstaubung in Filteranlagen und vor einer auf die Entstaubung folgenden Speicherung in Speichervorrichtungen gekühlt wird, das dadurch gekennzeichnet ist, dass das Konvertergas nach der Entstaubung in Filteranlagen und vor der auf die Entstaubung folgenden Speicherung in Speichervorrichtungen mittels eines
- 10 Trockenkühlungsverfahrens gekühlt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Trockenkühlungsverfahren ein Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch ist.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch um ein Verfahren zum indirekten Gas-Gas-Wärmetausch handelt.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem
- 20 Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch um ein Verfahren zum indirekten Gas-Flüssig-Wärmetausch mit geschlossenem Kühlkreislauf handelt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Trockenkühlungsverfahren eine Kombination aus Trockenkühlungsverfahren und
- 25 Verdampfungskühlungsverfahren ist.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Trockenkühlungsverfahren ein Verdampfungskühlungsverfahren ist.
- 30 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Konvertergas durch Vorrichtungen zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens geleitet wird, wobei die Vorrichtungen zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens sowohl während der Durchleitung von Konvertergas mittels ihres Kühlmediums

gekühlt werden,

als auch in Zeitspannen gekühlt werden, während denen keine Durchleitung von Konvertergas erfolgt und die Temperatur in den Vorrichtungen zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens über einem gewählten Schwellenwert liegt.

5

8. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, mit einer Absaugleitung für Konvertergas, welche in eine Vorrichtung zur Kühlung des Konvertergases mündet,

mit einer Entstaubungsvorrichtung zur Entstaubung von gekühltem Konvertergas,

10 mit einer

die Vorrichtung zur Kühlung des Konvertergases

und

die Entstaubungsvorrichtung zur Entstaubung von gekühltem

Konvertergas

15 verbindenden Entstaubungsleitung,

sowie mit einer Gasspeichervorrichtung zur Speicherung von gekühltem und entstaubtem Konvertergas, in welche eine von der Entstaubungsvorrichtung zur Entstaubung von gekühltem Konvertergas ausgehende Speicherleitung mündet, dadurch gekennzeichnet, dass

20 in Strömungsrichtung des Konvertergases nach der Entstaubungsvorrichtung und vor der Gasspeichervorrichtung in der Speicherleitung eine Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens vorhanden ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung

25 zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum indirekten Wärmeaustausch ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum indirekten Wärmeaustausch eine

30 Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum indirekten Gas-Gas-Wärmetausch ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum indirekten Wärmeaustausch eine

Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zum indirekten Gas-Flüssig-Wärmetausch mit geschlossenem Kühlkreislauf ist.

5 12. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens eine Vorrichtung zur Durchführung einer Kombination aus einem Verfahren zum indirektem Wärmeaustausch und einem Verdampfungskühlungsverfahren ist.

10 13. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Durchführung eines Trockenkühlungsverfahrens eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verdampfungskühlungsverfahrens ist.

15 14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass in der Vorrichtung zur Durchführung eines Verdampfungskühlungsverfahrens Düsen zur Eindüsung eines flüssigen Kühlmediums mit Tropfendurchmesser d_{90} des eingedüsten flüssigen Kühlmediums $d_{90} < 1000$ micrometer vorhanden sind.

NACHGEREICHT