



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
06.04.2016 Patentblatt 2016/14

(51) Int Cl.:
C21C 5/35 (2006.01) **C21C 5/46** (2006.01)
F27D 21/00 (2006.01) **F27D 19/00** (2006.01)
C21C 5/38 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14186962.8**

(22) Anmeldetag: **30.09.2014**

(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

- **Hartl, Franz**
4020 Linz (AT)
- **Rohrhofer, Andreas**
4020 Linz (AT)

(71) Anmelder: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

(74) Vertreter: **Metals@Linz**
c/o Siemens AG
Postfach 22 16 34
80560 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Voglmayr, Bernhard**
4020 Linz (AT)

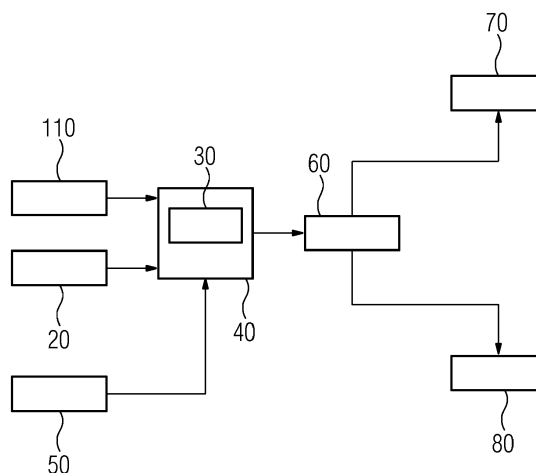
(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen des Zeitpunktes der Zündung bei einem Sauerstoffblasverfahren**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunktes der Zündung bei einem Sauerstoffblasverfahren, insbesondere beim LD-Verfahren, in einem Konverter (1), wobei ein Sauerstoffmengenwert (110) für die Menge des aufgeblasenen Sauerstoffs und ein Abgastemperaturwert (20) für die aktuelle Abgastemperatur in den durch das Sauerstoffblasverfahren entstehenden Abgasen bestimmt wird und jener Zeitpunkt, bei

dem ein vorab festgelegter Sauerstoffgrenzwert für die Menge des Sauerstoffs und gleichzeitig ein vorab festgelegter Abgastemperaturgrenzwert im Abgas erreicht wird, als Zeitpunkt der Zündung festgelegt wird.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung, welche insbesondere dazu geeignet ist, das Verfahren durchzuführen.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunktes der Zündung beim Aufblasverfahren, insbesondere beim LD-Verfahren, in einem Konverter, bei dem der Sauerstoffmengenwert und der Abgastemperaturwert bestimmt werden, sowie eine entsprechende Vorrichtung.

[0002] Ziel der Stahlerzeugung ist es, Stahl, also Eisenlegierungen mit geringem Kohlenstoffgehalt und gewünschten Eigenschaften wie Härte, Rostbeständigkeit oder Verformbarkeit, herzustellen.

[0003] Bei den Blasverfahren wird das Roheisen mit Sauerstoff gefrischt. Der Oxidationsprozess, der den Kohlenstoffanteil senkt (das Frischen), liefert in diesen Verfahren genug Wärme, um den Stahl flüssig zu halten, eine externe Wärmezufuhr ist in den Konvertern deshalb nicht notwendig. Die Blasverfahren kann man zusätzlich in Aufblasverfahren und Bodenblasverfahren unterteilen. Zu den Bodenblasverfahren gehören das Bessemer-Verfahren, das Thomas-Verfahren, die Rennfeuer und frühe Hochöfen. Das bekannteste Aufblasverfahren ist das LD-Verfahren.

[0004] Beim Linz-Donawitz-Verfahren (kurz LD-Verfahren) werden in den LD-Konverter metallischer Schrott und flüssiges Roheisen eingefüllt und Schlackenbildner hinzugegeben. Über eine Lanze wird Sauerstoff auf die Schmelze geblasen. Dabei verbrennen im Stahl unerwünschte Begleitelemente wie Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff usw. und gehen in das Rauchgas oder die Schlacke über. Durch die mit der Verbrennung verbundene enorme Wärmeentwicklung wird der beigegebene Schrott aufgeschmolzen bzw. kann durch Zugabe von Schrott und Erz der Roheiseneinsatz verringert und die Schmelze gekühlt werden. Die Blasdauer beträgt zwischen 10 und 20 Minuten und wird so gewählt, dass die gewünschte Entkohlung und die Verbrennung der unerwünschten Beimengungen sowie die erwünschte Endtemperatur erreicht werden. Der fertige Stahl wird durch Kippen des Konvertergefäßes in Pfannen abgestochen. Erst wird das Stahlbad mit einer Temperatur von mehr als 1.600°C durch das Abstichloch in eine Pfanne abgestochen, danach wird die Schlacke über den Konverterrand abgegossen.

[0005] Der Konverter kann in einer Konvertereinhäusung ("Doghouse") angebracht sein, welche verschiebbare Tore aufweist und die Aufgabe hat, die Umgebung vor Auswürfen aus dem Konverter zu schützen und Gasausschwallungen zwischen Konvertermund und Abgaskühlkamin in den Kühlkamin oder in die Sekundärgasabsaugung zu leiten. Als feuerseitige Auskleidung werden vornehmlich Hämatitplatten eingesetzt; gewisse Zonen erhalten eine feuerfeste Bestampfung oder aber, im Bereich der flexiblen Decke, auch Platten aus hitzebeständigem Stahl.

[0006] Die Verbrennung im Konverter setzt aber nicht sofort mit dem Beginn des Einblasens des Sauerstoffs ein, sondern verzögert sich in der Regel um einige Se-

kunden bis zu 90 Sekunden, um dann spontan zu einem nicht vorbestimmbaren Zeitpunkt einzusetzen. Die Kenntnis des genauen Zeitpunkts der Zündung ist sehr wichtig, weil nur ab diesem Zeitpunkt der Sauerstoff in Reaktion mit der Schmelze tritt und die tatsächliche Dauer dieser Reaktion für die Prozessführung und die Stahlqualität, insbesondere dessen Kohlenstoffgehalt, ausschlaggebend ist. Zusammen mit anderen Parametern ermöglicht der Zeitpunkt der Zündung die Steuerung des Blasvorgangs vom Anfang bis zum Ende. Durch eine genaue Kenntnis des Zeitpunkts der Zündung kann die Qualität des Stahls verbessert werden, und ein erneutes Einblasen von Sauerstoff (Nachblasen) oder ein erneutes Aufkohlen (verbunden mit neuerlichem Schwefeinsatz) fällt weg. Die Wiederholbarkeit des Blasvorgangs wird verbessert, was sich auch positiv auf die weiteren Schritte der Prozesskette, etwa die Sekundärmetallurgie, auswirkt. Aktuell eingesetzte Verfahren beruhen auf manuellen Eingaben oder nicht absolut verlässlichen automatisierten Systemen. Bisher wurde der Zeitpunkt der Zündung durch den Operator mittels Beobachtung des Konverters bestimmt und somit der Zeitpunkt der Zündung manuell in die Prozesssteuerung eingegeben. Starke Rauch- und Staubeentwicklung beeinträchtigen die eindeutige Zünderkennung durch den Operator jedoch, ebenso wie Unerfahrenheit oder eventuelle Unaufmerksamkeit des Operators. Diese Methode ist aber mit einer Zeitverzögerung zwischen dem tatsächlichen Zeitpunkt der Zündung und der Erfassung des Zeitpunkts der Zündung von mehreren Sekunden, oft bis zu 30 Sekunden, verbunden. Eine derart zeitverzögerte Bestimmung des Zeitpunkts der Zündung ist jedoch für die Prozessführung nachteilig. Zudem kann der Zeitpunkt der Zündung im Nachhinein nicht exakt, sondern nur annähernd bestimmt werden.

[0007] Auch die Wärmedehnung im Kopf der Lanze kann zur Bestimmung des Zeitpunkts der Zündung herangezogen werden (mittels Dehnmessstreifen). Dies bedingt jedoch einen hohen technischen Aufwand und ermöglicht nur eine verzögerte Bestimmung des Zeitpunkts der Zündung.

[0008] Bei einem geöffneten Doghouse beispielsweise kann das Bedienpersonal direkt die Reaktion einsehen und den Zündzeitpunkt erkennen. Ein geöffnetes Doghouse birgt aber immer ein immenses Sicherheitsrisiko. So kann der Zündzeitpunkt manuell durch Drücken eines Knopfs gesetzt werden. Auch kann durch eine installierte Kamera das Bedienpersonal die Reaktion auf einem Monitor verfolgen.

[0009] Ein automatisches optisches Verfahren ist die Verbindung der Kamera-Aufnahme mit einem Auswertesystem, welches das Bildmaterial analysiert und so den Zündzeitpunkt automatisch an das Prozessmodell weitergibt. Die Lösungen mit Videokamera haben jedoch einen hohen Installationsaufwand zur Folge, da die Kamera entsprechend gekühlt und eine nicht verschmutzbare Öffnung also freie Sicht auf den Konvertermund garantiert werden muss.

[0010] Aus der Patentschrift AT 299 283 B ist bekannt, zur genauen Feststellung des Zündungszeitpunktes die Flammenhelligkeit durch eine Fotozelle, also einer Elektronenröhre im weiteren Sinn, zu messen. Die Fotozelle wird gemäß AT 299 283 B mit ihrer optischen Achse horizontal etwa 10 cm über der Oberkante der Konvertermündung angeordnet, sodass sie bei offener Kaminhaube jene Strahlung detektiert, die zwischen Oberkante der Konvertermündung (Konvertermund) und Unterkante der Kaminhaube (Abzugshaube) austritt. Die Fotozelle wird nun so eingestellt, dass ihr Steuerstrom bei einer Temperatur der anvisierten Reaktionsgase von über etwa 1100°C, vorzugsweise etwa 1200°C, auftritt und damit den Zeitpunkt der Zündung darstellt. Der Steuerstrom der Fotozelle löst die Messung für die vorausbestimmte "metallurgische" Sauerstoffmenge aus.

[0011] Nachteilig am Verfahren der AT 299 283 B ist, dass diese nur einen einzigen Datenwert liefert, der für die sichere Zünderkennung des Aufblasverfahrens oft nicht ausreichend ist. Die Fotozelle könnte auch durch eine einmalige Störung, etwa einem einzigen Funken nahe an der Fotozelle, ausgelöst werden, obwohl die eigentliche Zündung des Sauerstoffs noch nicht stattgefunden hat.

[0012] In der AT 509 866 A4 werden frühestens beginnend mit dem Sauerstoffblasen bzw. Erreichen eines gewissen O₂-Durchflusses mehrere zeitlich aufeinander folgende Bilder des Bereichs zwischen Konvertermund und Abzugshaube mittels eines CCD-Bildsensors aufgenommen und aufgrund der von den Sensor gemessenen Strahlungsintensität ein Verlauf der Strahlungsintensität über die Zeit bestimmt und jener Zeitpunkt, bei dem eine vorbestimmte Strahlungsintensität oder ein vorbestimmter Anstieg der Strahlungsintensität erreicht wird, als Zeitpunkt der Zündung festlegt.

[0013] Es ist daher eine erste Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren anzugeben, das eine verlässliche und redundante Bestimmung des Zeitpunkts der Zündung erlaubt. Eine zweite Aufgabe liegt in der Angabe einer Vorrichtung, welche sich insbesondere zum Durchführen des Verfahrens eignet.

[0014] Die auf das Verfahren bezogene Aufgabe wird gelöst durch die Angabe eines Verfahrens zum Bestimmen des Zeitpunktes der Zündung bei einem Sauerstoffblasverfahren, insbesondere beim LD-Verfahren, in einem Konverter, wobei ein Sauerstoffmengenwert für die Menge des aufgeblasenen Sauerstoffs und ein Abgastemperaturwert für die aktuelle Abgastemperatur in dem durch das Sauerstoffblasverfahren entstehenden Abgasen bestimmt wird und jener Zeitpunkt, bei dem ein vorab festgelegter Sauerstoffgrenzwert für die Menge des Sauerstoffs und gleichzeitig ein vorab festgelegter Abgastemperaturgrenzwert im Abgas erreicht wird, als Zeitpunkt der Zündung festgelegt wird.

[0015] Die auf die Vorrichtung bezogene Aufgabe wird gelöst durch die Angabe einer Vorrichtung zum Bestimmen des Zeitpunktes der Zündung bei einem Sauerstoffblasverfahren, insbesondere beim LD-Verfahren, umfas-

send einen Konverter, welcher zum Einblasen von Sauerstoff vorgesehen ist, wobei eine Ermittlung eines Sauerstoffmengenwerts für die Menge des aufgeblasenen Sauerstoffs vorgesehen ist und eine Ermittlung eines Abgastemperaturwerts für die aktuelle Abgastemperatur in dem durch das Sauerstoffblasverfahren entstehenden Abgasen vorgesehen ist und jener Zeitpunkt, bei dem ein Erreichen eines vorab festgelegten Sauerstoffgrenzwertes für die Menge des Sauerstoffs und gleichzeitig ein vorab festgelegter Abgastemperaturgrenzwert im Abgas bewirkt ist, als Zeitpunkt der Zündung festlegbar ist.

[0016] Beim Blasprozess wird Sauerstoff auf die Flüssigmetallschmelze aufgeblasen. Diese kumulierte, geblasene O₂-Menge wird über z.B. über einen Volumenstrommesssensor gemessen und gemeinsam mit dem aktuell gemessenen Abgastemperaturwert z.B. an ein Computersystem übermittelt. Es wurde erkannt, dass sobald die Zündung erfolgt ist, ein Anstieg des Abgastemperaturwertes festzustellen ist. Überschreitet dieser Wert einen voreingestellten Grenzwert bei gleichzeitigem Vorhandensein einer gewissen aufgeblasenen O₂-Menge kann auf eine erfolgte Zündung geschlossen werden. D.h. durch eine UND-Verknüpfung der O₂- und Temperatur-Bedingung, z.B. in der Form O₂-Menge > 270 Nm³ und Temperatur > 500 °C, ergibt sich eine sehr robuste und reproduzierbare Zündbedingung, die die relativ unzuverlässige Zünderkennung durch den Operator obsolet macht.

[0017] Durch die Erfindung ist eine zuverlässige automatische Zünderkennung möglich. Durch die Erfindung ist zudem ein exakteres Erreichen der Zielwerte des Prozessmodells möglich. Auch kann eine Reduktion von Nachblasroutinen erfolgen und O₂, welches beim Blasverfahren benötigt wird, eingespart werden. Erfindungsgemäß ist nun eine Erzeugung von reproduzierbaren Stahlqualitäten möglich. Zudem ist eine kostengünstige Umsetzung möglich, wenn eine O₂-Volumenstrommessung schon vorhanden ist. Die Installation solch einer Messung ist weiter kostengünstig nachzurüsten, falls diese nicht vorhanden ist. Durch die Erfindung ist eine maximale Nutzung von Tiegelgas erreichbar, da dies zuverlässig über die Primärentstaubung in den Gasometer geführt werden kann. Auch ist eine Minderung des Explosionsrisikos durch zu spät erkannte Zündungen des O₂-Blasverfahrens bei der Sekundärentstaubung erlangbar. Durch die Erfindung sind vorteilhafterweise besser eingestellte Prozessmodelle und dadurch bessere Stahlqualitäten erzeugbar. Auch ist eine einfache Umsetzung vorteilhaft.

[0018] In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen aufgelistet, die beliebig miteinander kombiniert werden können, um weitere Vorteile zu erzielen.

[0019] In vorteilhafter Ausgestaltung wird der Abgastemperaturwert an einem Abgaskamin erfasst, hier insbesondere am vertikalen Abschnitt des Abgaskamins oder an dem Abschnitt, welcher fluidtechnisch vor dem Verdampfungskühlereintritt angeordnet ist. Auch kann der Abgastemperaturwert an einem Verdampfungsküh-

lereintritt eines Verdampfungskühlers erfasst werden. Dort ist die Messung der Temperatur besonders einfach bzw. ist die Anbringung einer Messvorrichtung besonders einfach.

[0020] Bevorzugt werden der Sauerstoffmengenwert und der Abgastemperaturwert kontinuierlich bestimmt. Auch können der Sauerstoffmengenwert und der Abgastemperaturwert kontinuierlich nach dem Beginn des Aufblasens des Sauerstoffs und/oder während des Aufblasens bzw. während des Aufblasprozesses bestimmt werden. Dadurch kann eine Vereinfachung im Verfahren durch weniger Messwerte herbeigeführt werden. Auch andere Positionen sind jedoch denkbar.

[0021] In bevorzugter Ausgestaltung wird der Sauerstoffmengenwert mittels eines Volumenstrommessensors ermittelt. Der Sauerstoff wird mittels einer Lanze in den Konverter eingeblasen, wobei die Lanze mit einem Sauerstoffvorrat mit Ventil verbunden ist. Bevorzugt wird nun die Ermittlung des Sauerstoffmengenwerts durch einen im Bereich des Ventils, insbesondere am Ventil, angebrachten Volumenstrommessensors vorgenommen. Dort ist eine besonders einfache Bestimmung des Sauerstoffmengenwerts möglich.

[0022] Bevorzugt werden der Sauerstoffgrenzwertenwert und/oder der Abgasgrenztemperaturwert empirisch ermittelt. D.h. dass die Grenzwerte zur Signalisierung einer Zündung z.B. auf Basis einer Messreihe empirisch ermittelt werden. Diese können beispielsweise je nach Konverter und Konverterinhalt variieren. Die Grenzwerte können in einer Datenbank hinterlegt werden. Auch können diese in gewissen Abständen aktualisiert werden.

[0023] Bevorzugt wird der aktuell gemessene Abgastemperaturwert und der Sauerstoffmengenwert an eine Recheneinheit übermittelt. In bevorzugter Ausgestaltung umfasst die Recheneinheit einen Auswertalgorithmus, welcher zumindest den aktuell gemessenen Abgastemperaturwert und den Sauerstoffmengenwert mit dem Abgasgrenztemperaturwert und Sauerstoffgrenzmengenwert vergleicht.

[0024] Bevorzugt wird der Auswertalgorithmus in der Recheneinheit erst mit Beginn des Sauerstoffblasens aktiviert. Jedoch kann der Auswertalgorithmus in der Recheneinheit nur während des Sauerstoffblasens aktiviert werden. Beim Blasprozess wird Sauerstoff auf die Flüssigmetallschmelze aufgeblasen. Diese kumulierte, geblasene O₂-Menge wird über z.B. über einen Volumenstrommessensor gemessen und gemeinsam mit dem aktuell gemessenen Abgastemperaturwert an ein Computersystem übermittelt. Auf dem Computersystem läuft der Auswertalgorithmus. Der Auswertalgorithmus basiert nun auf folgenden Zusammenhängen. Ist die Zündung erfolgt, so ist ein Anstieg der Abgastemperaturwert festzustellen. Überschreitet dieser Wert einen voreingestellten Grenzwert bei gleichzeitigem Vorhandensein einer gewissen aufgeblasenen O₂-Menge, kann auf eine erfolgte Zündung geschlossen werden. Durch eine Rückmeldung von der aktuell aktiven Prozessphase kann die

Auswertung abhängig davon aktiv geschaltet werden. So kann der Auswertalgorithmus beim Chargieren, Nachblasen, Abstechen, usw. inaktiv, zu Beginn des Blaszykluses hingegen aktiv sein.

[0025] Zudem kann eine Überwachung des Zusammenhangs zwischen einem Temperaturanstieg und dem Sauerstoffmengenwert in der Recheneinheit vorgesehen sein. Bei Nichteintritt dieses Zusammenhangs, insbesondere bei Nichteintritt eines Temperaturanstiegs, ist bevorzugt ein Alarm ausgebbar. Auch kann ein Alarmsystem und/oder eine Benutzerschnittstelle (HMI = Human-Machine-Interface System) und/oder ein Multimedialgerät, an das der Alarm weitergegeben wird, vorgesehen sein.

[0026] Auch kann das Alarmsystem den Alarm anschließend erst an eine Benutzerschnittstelle (HMI = Human-Machine-Interface System) und/oder ein Multimedialgerät, weitergeben. Da der Zusammenhang zwischen Temperatur-Anstieg und O₂-Konzentration charakteristisch für den Blasprozess ist, kann dieser durch ein Rechensystem, insbesondere ein Computersystem ebenfalls überwacht werden. Tritt dieser Zusammenhang nach genügend langer Zeit nicht ein, so kann von einem Problem im Blasprozess ausgegangen werden. Dieser Alarm kann einem Alarmsystem zugeführt, oder mithilfe einer Benutzerschnittstelle (HMI) oder einem anderen mobilen Visualisierungsgerät dem Bedienpersonal angezeigt werden.

[0027] Auch kann eine Kamera mit einem Sensor vorgesehen sein, der mehrere Fotodioden enthält, vorzugsweise mit einem CCD-Bildsensor, wobei die Kamera mit ihrer optischen Achse auf einem Spalt zwischen einem Konvertermund und einer Abzugshaube ausgerichtet ist, sowie ein Rechner zur Auswertung der Bilder der Kamera, wobei der Rechner so programmiert ist, dass er aufgrund der von den Sensoren aufgenommenen Strahlungsintensität einen Verlauf der Strahlungsintensität über die Zeit bestimmt. Frühestens (weil sonst gegebenenfalls andere, nicht von der Zündung stammende Flammen noch hell lodern) beginnend mit dem Sauerstoffblasen (etwa beim Erreichen eines gewissen Sauerstoff-Durchflusses) werden mehrere zeitlich aufeinander folgende Bilder desselben Bereichs zwischen Konvertermund und Abzugshaube mittels eines Sensors, der mehrere, jeweils einem Bildpunkt entsprechende Fotodioden enthält, vorzugsweise mittels eines CCD-Bildsensors, aufgenommen werden, aufgrund der von den Fotodioden gemessenen Strahlungsintensität ein Verlauf der Strahlungsintensität über die Zeit bestimmt wird und jener Zeitpunkt, bei dem eine vorbestimmte Strahlungsintensität oder ein vorbestimmter Anstieg der Strahlungsintensität erreicht wird, als Zeitpunkt der Zündung festgelegt wird. Beide Vorrichtungen/Verfahren können zum Bestimmen des Zündungszeitpunkts auch miteinander verknüpft werden. Die Verbindung der beiden Verfahren liefert ein noch weiter verbessertes Ergebnis für den Zündzeitpunkt.

[0028] Durch das erfindungsgemäße Verfahren und

die erfindungsgemäße Vorrichtung ist eine zuverlässige automatische Zünderkennung möglich. Auch wird die Genauigkeit des Auslösezeitpunkts weiter erhöht werden. Auch ist ein exakteres Erreichen der Zielwerte des zugrunde liegenden Prozessmodells sowie eine Reduktion von Nachblasroutinen erreichbar. Vorteilhafterweise wird zudem O_2 , welches beim Blasverfahren benötigt wird, eingespart. Durch die zuverlässige automatische Zünderkennung wird die Erzeugung von reproduzierbaren Stahlqualitäten gewährleistet. D.h. dass durch besser eingestellte Prozessmodelle eine Erzeugung von besseren Stahlqualitäten ermöglicht wird.

[0029] Besonders vorteilhaft ist die Minderung des Explosionsrisikos bei der Sekundärentstaubung durch zu spät erkannte Zündungen des O_2 -Blasverfahrens. Auch ist eine kostengünstige Umsetzung des Verfahrens bzw. der Vorrichtung möglich, da die O_2 Volumenstrommessung leicht anzubringen ist. Auch eine maximale Nutzung von Tiegelgas ist möglich, da dieses zuverlässig über eine Primärentstaubung in einen Gasometer geführt werden kann. Die Erfindung kann zudem kostengünstig in ein bestehendes Condition Monitoring System eingebunden werden.

[0030] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren. Darin zeigen schematisch:

Fig. 1: eine seitliche Schnittansicht eines Konverters mit erfindungsgemäßigem Sensor,

Fig. 2: schematisch das Verfahren.

[0031] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt. Variationen hiervon können vom Fachmann abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung, wie er durch die nachfolgenden Patentansprüche definiert wird, zu verlassen.

[0032] In Fig. 1 ist der Konverter 1 dargestellt, in welchem sich der zu frischende Einsatz befindet, nämlich Schrott und stückiges Roheisen 2 sowie flüssiges Roheisen 3. Über dem Konvertermund, zu dem sich der Konverter 1 nach oben hin verjüngt, ist der Abgaskamin 4 angeordnet. Diese ist in verschiedene Abschnitte unterteilbar und mit einem Verdampferkühler 16 fluidtechnisch verbunden. Eine Abzugshaube 5, welche entlang des Doppelpfeils 6 abgesenkt bzw. angehoben werden kann, umgibt den Abgaskamin 4. Sie dient zum Abdichten des Konvertermunds und zum Auffangen der Frischgase während des Frischens. Die heb- und senkbare Lanze 7 wird durch die Öffnung 8 des Abgaskamins 4 in den Konverter 1 eingeführt.

[0033] Die Lanze 7 senkt sich von der Position H_2 , in welcher die Lanze 7 mit durchgehenden Strichen gezeichnet ist und wo die Sauerstoffzufuhr noch nicht geöffnet ist, bis zur Betriebsposition H_1 ab. Bereits kurz vor

Erreichen der Betriebsposition H_1 wird die Sauerstoffzufuhr geöffnet und der zum Blasen benötigte Sauerstoff 9 tritt aus. Die Lanze 7 wird weiter abgesenkt, während Sauerstoff 9 aus der Mündung austritt, bis sie die Betriebsposition H_1 erreicht, welche strichpunktiert dargestellt ist. Bei Erreichen der Betriebsposition H_1 sollte die Zündung erfolgen, wenn keine Zündverzögerung auftritt. Wenn jedoch die Zündung durch überstehenden Schrott oder dergleichen verzögert wird, so strömt eine Menge Sauerstoff aus, die an der Frischreaktion nicht teilnimmt, und sehr wohl berücksichtigt werden muss.

[0034] Erfolgt die Zündung, so steigen die Reaktionsgase 10 aus dem Konverter 1 auf, die vorwiegend aus Kohlenmonoxid (CO) bestehen. Die Abzugshaube 5 ist dann, wie in Fig. 1 dargestellt, offen, sodass sogenannte Falschluf 11 durch den Spalt zwischen Abzugshaube 5 und Konverter 1 bzw. dessen Konvertermund einströmt. Das Kohlenmonoxid der Reaktionsgase 10 verbrennt mit Luft. Die mit der Zündung beginnende Verbrennung des Blasesauerstoffs mit dem Kohlenstoff aus dem Roheisen erzeugt weiß leuchtende Flammen bzw. Gase.

[0035] Bei dem Sauerstoffblasverfahren wird mit hohem Druck (bis 12bar) Sauerstoff auf das Metallbad aufgeblasen. In einer heftigen Reaktion oxidiert der Sauerstoff das Eisen zu Eisenoxid und der Kohlenstoff zu Kohlenmonoxid (CO), wobei das Eisenoxid den Sauerstoff sofort an die Eisenbegleiter weiter gibt. Im Reaktionszentrum, dem Brennfleck, entstehen Temperaturen von 2500 bis 3000°C und eine lebhafte umlaufende Badbewegung, die auch noch während des Prozesses noch nicht gefrischte Teile des Bades an den Brennfleck heranzführt.

[0036] Zur exakten Prozessführung durch die Prozessmodelle ist eine exakte Erkennung des Zündzeitpunkts von immenser Wichtigkeit. Ab diesem Zeitpunkt beginnt der von der Blaslanze aufgeblasene O_2 mit der Flüssigmetallschmelze zu reagieren. Wird dieser Zeitpunkt nicht richtig erkannt, kann es zu Folgen wie beispielsweise einem nicht exakten Erreichen der Zielwerte des Prozessmodells kommen. Auch können Nachblasroutinen benötigt werden.

[0037] Auch kann ein erhöhter O_2 -Verbrauch durch "Nachblasen" vorkommen. Als weitere Folge eines nicht richtig erkannten Zeitpunkts können auch Stahlqualitäten nicht reproduzierbar erzeugt werden. Auch kann vom Prozess erzeugtes CO-Gas nicht verwertet werden - es kommt zur Vollverbrennung.

[0038] Auch kann es zu einem erhöhten Explosionsrisiko bei der Sekundärentstaubung kommen, da durch die Schlauchfilteranlagen zündbares Gas geführt wird. Zudem beruhen die aktuell eingesetzten Verfahren auf manuellen Eingaben oder nicht absolut verlässlichen automatisierten Systemen.

[0039] Die Schwierigkeiten im Zusammenhang mit einer visuellen Zünderkennung durch den Operator beim LD-Prozess sind daher hinlänglich bekannt: keine oder schlechte Reproduzierbarkeit, erfahrene Tiegelfahrer sind notwendig, es ist ein offenes Doghouse zu Beginn

der Blasphase notwendig, was ein potentielles Sicherheitsrisiko darstellt etc.. Falls kein Zündsignal seitens Operators kommt, kann dies zu einer erhöhten Belastung des Abgaskamins 4 führen. Bei manchen Anlagen wird dann das Zündsignal nach einer hinreichend langen Zeit automatisch generiert, wobei es sich hierbei um ein stark verzögertes Signal im Vergleich zum tatsächlichen Zündzeitpunkt handelt.

[0040] Diese Probleme werden mithilfe der Erfindung nun vermieden.

[0041] Das vorgeschlagene Verfahren bzw. Vorrichtung beruht auf der Analyse des Sauerstoffmengenwerts, d.h. der kumulierten, geblasenen O₂-Menge, in Verbindung mit dem sich im Abgas befindlichen Abgastemperaturwerts. Diese beiden Parameter haben einen eindeutigen Zusammenhang, wodurch eine Zünderkennung realisiert wird.

[0042] In FIG 2 wird das Verfahren schematisch aufgezeigt.

[0043] Erfindungsgemäß wird ein Sauerstoffmengenwert 110 für die Menge des aufgeblasenen Sauerstoffs und ein Abgastemperaturwert 20 für die aktuellen Abgastemperatur in den durch das Sauerstoffblasverfahren entstehenden Abgasen bestimmt und jener Zeitpunkt, bei dem ein vorab festgelegter Sauerstoffgrenzwert für die Menge des Sauerstoffs und gleichzeitig ein vorab festgelegter Abgastemperaturgrenzwert im Abgas erreicht wird, als Zeitpunkt der Zündung festlegt.

[0044] Beim Blasprozess wird Sauerstoff auf die Flüssigmetallschmelze aufgeblasen. Der Sauerstoffmengenwert 110, welche auch nachfolgend als geblasene O₂-Menge 110 bezeichnet wird, wird z.B. über einen Volumenstrommesssensor gemessen und gemeinsam mit dem aktuell gemessenen Abgastemperaturwert 20 an ein Computersystem 40 übermittelt. Auf dem Computersystem 40 läuft der Auswertealgorithmus 30. Der Abgastemperaturwert 20 kann z.B. am Verdampfungskühlereintritt 15 (FIG 1) erfasst werden. Auch kann der Abgastemperaturwert 20 an dem Abgaskamin 4 (FIG 1), insbesondere dem fluidtechnisch direkt vor dem Verdampfungskühlereintritt 15 (FIG 1) geschalteten Abschnitt 14 des Abgaskamins 4 (FIG 1), erfasst werden. Auch kann sie am vertikalen Abschnitt 17 (FIG 1) des Abgaskamins 4 (FIG 1) erfasst werden. An diesen Stellen ist die Anbringung eines Temperatursensors 18 (FIG 1) besonders einfach.

[0045] Der Sauerstoffmengenwert 110 und der Abgastemperaturwert 20 können kontinuierlich bestimmt werden oder aber auch kontinuierlich nach dem Beginn des Aufblasens des Sauerstoffs und/oder während des Aufblasens bestimmt werden. Auch andere Konstellationen sind vorstellbar, solange sie den Zweck erfüllen.

[0046] Der Auswertealgorithmus 30 basiert nun auf folgenden Zusammenhängen: Ist die Zündung erfolgt, so ist ein Anstieg des Abgastemperaturwertes 20 festzustellen. Überschreitet dieser Abgastemperaturwert 20 einen voreingestellten Grenzwert bei gleichzeitigem Vorhandensein einer gewissen aufgeblasenen O₂-Menge

110, kann auf eine erfolgte Zündung geschlossen werden.

[0047] Erfindungsgemäß ergibt sich durch eine UND-Verknüpfung der O₂- und Temperatur-Bedingung z.B. in der Form Sauerstoffmengenwert > 270 Nm³ UND Abgastemperaturwert > 500°C eine sehr robuste und reproduzierbare Zündbedingung, die die relativ unzuverlässige Zünderkennung durch den Operator obsolet macht. Der vorab festzulegende Sauerstoffgrenzwert für die Menge des Sauerstoffs und der vorab festzulegende Abgastemperaturgrenzwert zur Signalisierung einer Zündung können auf Basis einer Messreihe empirisch ermittelt werden. Diese können beispielsweise je nach Konverter variieren. Es können aber auch andere mathematische Methoden zum Festlegen der Grenzwerte verwendet werden.

[0048] Durch eine Rückmeldung von der aktuell aktiven Prozessphase 50 kann die Auswertung abhängig davon aktiv geschaltet werden. So kann der Auswertealgorithmus 30 beim Chargieren, Nachblasen, Abstecken, usw. inaktiv, zu Beginn des Blaszykluses hingegen aktiv sein.

[0049] Da der Zusammenhang zwischen Temperaturanstieg und Saustoffmengenwert charakteristisch für den Blasprozess ist, kann dieser durch das Computersystem 40 ebenfalls überwacht werden. Tritt dieser Zusammenhang nach genügend langer Zeit nicht ein, so kann von einem Problem im Blasprozess ausgegangen werden. Dieser Alarm kann einem Alarmsystem 60 zugeführt, oder mithilfe einer Benutzerschnittstelle (Human-Machine-Interface) 70 oder einem anderen mobilen Visualisierungsgerät 80 dem Bedienpersonal angezeigt werden.

[0050] Die erfindungsgemäße Vorrichtung eignet sich insbesondere dazu das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen.

[0051] Durch die Erfindung kann der "Unsicherheitsfaktor Mensch" im Zusammenhang mit der Zünderkennung eliminiert werden, wodurch eine höhere bzw. reproduzierbarere Produktqualität entsteht. Der "Tiegelfahrer" braucht sich nicht mehr um die Zünderkennung zu kümmern bzw. die Prozessführung wird vereinfacht (Einsparung eines Bedienelements). Außerdem kann die Sicherheit erhöht werden, da das Doghouse zu Beginn der Blasphase nicht mehr offen stehen muss.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunktes der Zündung bei einem Sauerstoffblasverfahren, insbesondere beim LD-Verfahren, in einem Konverter (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sauerstoffmengenwert (110) für die Menge des aufgeblasenen Sauerstoffs und ein Abgastemperaturwert (20) für die aktuelle Abgastemperatur in den durch das Sauerstoffblasverfahren entstehenden Abgasen bestimmt wird und jener Zeitpunkt, bei dem ein vorab

festgelegter Sauerstoffgrenzwert für die Menge des Sauerstoffs und gleichzeitig ein vorab festgelegter Abgastemperaturgrenzwert im Abgas erreicht wird, als Zeitpunkt der Zündung festgelegt wird.

2. Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Abgastemperaturwert (20) an einem Verdampfungskühlereintritt eines Verdampfungskühlers und/oder der Abgastemperaturwert (20) an einem Abgaskamin (4), insbesondere dem fluidtechnisch direkt vor dem Verdampfungskühlereintritt geschalteten Abschnitt des Abgaskamins, erfasst wird.
3. Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoffmengenwert (110) und der Abgastemperaturwert (20) kontinuierlich bestimmt werden.
4. Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1-2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoffmengenwert (110) und der Abgastemperaturwert (20) kontinuierlich nach dem Beginn des Aufblasens des Sauerstoffs und/oder während des Aufblasens bestimmt werden.
5. Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoffmengenwert (110) mittels eines Volumenstrommessensors ermittelt wird.
6. Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoff mittels einer Lanze (7) in den Konverter (1) eingeblasen wird, wobei die Lanze (7) mit einem Sauerstoffvorrat mit Ventil verbunden ist, und wobei die Ermittlung des Sauerstoffmengenwertes (110) durch einen im Bereich des Ventils, insbesondere am Ventil, angebrachten Volumenstrommessensor, vorgenommen wird.
7. Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoffgrenzmengenwert und/oder der Abgasgrenztemperaturwert empirisch ermittelt werden.
8. Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der aktuell gemessene Abgastemperaturwert (20) und der Sauerstoffmengenwert (110) an eine Recheneinheit (40) über-

mittelt wird und die Recheneinheit (40) einen Auswertalgorithmus (30) umfasst, welcher zumindest den aktuell gemessenen Abgastemperaturwert (20) und den Sauerstoffmengenwert (110) mit dem Abgasgrenztemperaturwert und Sauerstoffgrenzmengenwert vergleicht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

9. Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass der Auswertalgorithmus (30) in der Recheneinheit (40) erst mit Beginn des Sauerstoffblasens aktiviert wird.
10. Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass der Auswertalgorithmus (30) in der Recheneinheit (40) nur während des Sauerstoffblasens aktiviert wird.
11. Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8-10,
dadurch gekennzeichnet, dass in der Recheneinheit (40) zudem der Zusammenhang zwischen dem Temperaturanstieg und dem Sauerstoffmengenwert (110) überwacht wird und bei Nichteintritt des Zusammenhangs, insbesondere bei Nichteintritt eines Temperaturanstiegs, ein Alarm ausgegeben wird.
12. Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass der Alarm an ein Alarmsystem (60) und/oder an eine Benutzerschnittstelle (HMI = Human-Machine-Interface System)(70) und/oder ein Multimediagerät (80) weitergegeben wird.
13. Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass das Alarmsystem den Alarm zudem an eine Benutzerschnittstelle (HMI = Human-Machine-Interface System) und/oder ein Multimediagerät (80) weitergibt.
14. Vorrichtung zum Bestimmen des Zeitpunktes der Zündung bei einem Sauerstoffblasverfahren, insbesondere beim LD-Verfahren, umfassend einen Konverter (1),
dadurch gekennzeichnet, dass eine Ermittlung eines Sauerstoffmengenwertes (110) für die Menge des aufgeblasenen Sauerstoffs vorgesehen ist und eine Ermittlung eines Abgastemperaturwertes (20) für die aktuelle Abgastemperatur in den durch das Sauerstoffblasverfahren entstehenden Abgasen vorgesehen ist und jener Zeitpunkt, bei dem ein Erreichen eines vorab festgelegten Sauerstoffgrenzwerts für die Menge des Sauerstoffs und gleichzeitig ein vorab festgelegter Abgastemperaturgrenzwert im Abgas

bewirkt ist, als Zeitpunkt der Zündung festlegbar ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Verdampfungskühler (16) mit einem Verdampfungskühlereintritt (15) und ein Abgaskamin (4) vorgesehen ist und der Abgastemperaturwert (20) an dem Verdampfungskühlereintritt (15) und/oder an dem Abgaskamin (4), insbesondere dem fluidtechnisch direkt vor dem Verdampfungskühlereintritt (15) geschalteten Abschnitt des Abgaskamins (4), erfassbar ist. 5
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14-15,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Volumenstrommesssensor zur Ermittlung des Sauerstoffmengenwerts (110) vorgesehen ist. 10
17. Vorrichtung nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoff mittels einer Lanze (7) in den Konverter (1) einblasbar ist, wobei die Lanze (7) mit einem Sauerstoffvorrat mit Ventil verbunden ist, und wobei der Volumenstrommesssensor im Bereich des Ventils, insbesondere am Ventil, angebracht ist. 20
18. Vorrichtung zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 15-17,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Recheneinheit vorgesehen ist und der aktuell gemessene Abgastemperaturwert (20) und der Sauerstoffmengenwert (110) an diese Recheneinheit übermittelbar ist und die Recheneinheit einen Auswertalgorithmus (30) umfasst, welche zumindest den aktuell gemessenen Abgastemperaturwert (20) und den Sauerstoffmengenwert (110) mit dem Abgasgrenztemperaturwert und Sauerstoffgrenzmengenwert vergleicht. 25
19. Vorrichtung zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Aktivierung des Auswertalgorithmus (30) in der Recheneinheit erst mit Beginn des Sauerstoffblasens vorgesehen ist. 30
20. Vorrichtung zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Aktivierung des Auswertalgorithmus (30) in der Recheneinheit nur während des Sauerstoffblasens vorgesehen ist. 35
21. Vorrichtung zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach Anspruch 18-20,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Überwachung des Zusammenhangs zwischen einem Temperaturanstieg und dem Sauerstoffmengenwert (110) in der Recheneinheit vorgesehen ist und bei 40

Nichteintritt des Zusammenhangs, insbesondere bei Nichteintritt eines Temperaturanstiegs, ein Alarm ausgebbar ist.

22. Vorrichtung zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach Anspruch 14-21,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Alarmsystem (60) und/oder eine Benutzerschnittstelle (HMI = Human-Machine-Interface System)(70) und/oder ein Multimediagerät (80), an das der Alarm weitergegeben wird, vorgesehen ist. 45
23. Vorrichtung zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach Anspruch 22,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Benutzerschnittstelle (HMI = Human-Machine-Interface System) (70) und/oder ein Multimediagerät (80), an das das Alarmsystem (60) den Alarm weitergibt, vorgesehen ist. 50
24. Vorrichtung zum Bestimmen des Zeitpunkts der Zündung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 14-23 zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-13. 55

FIG 1

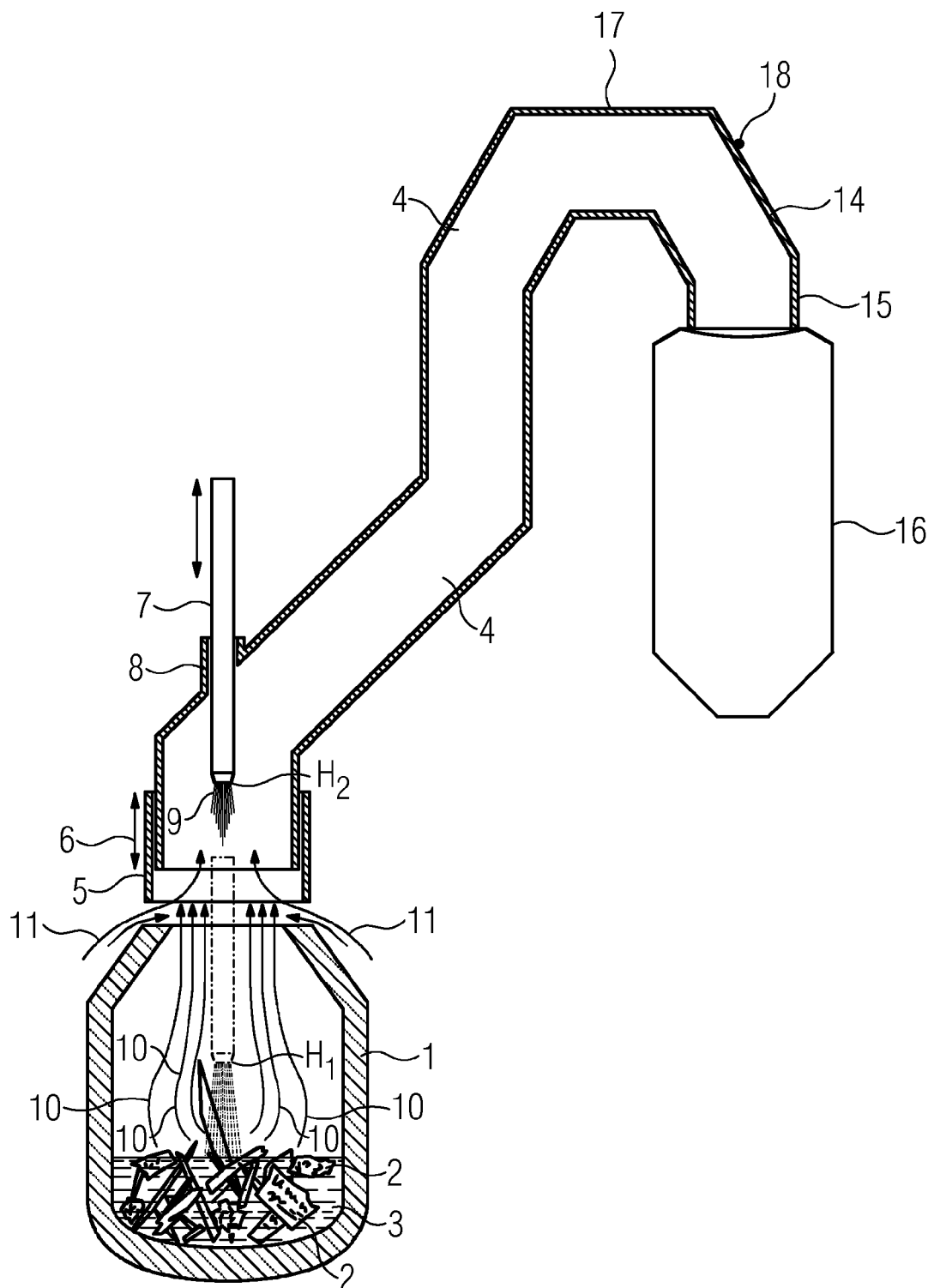
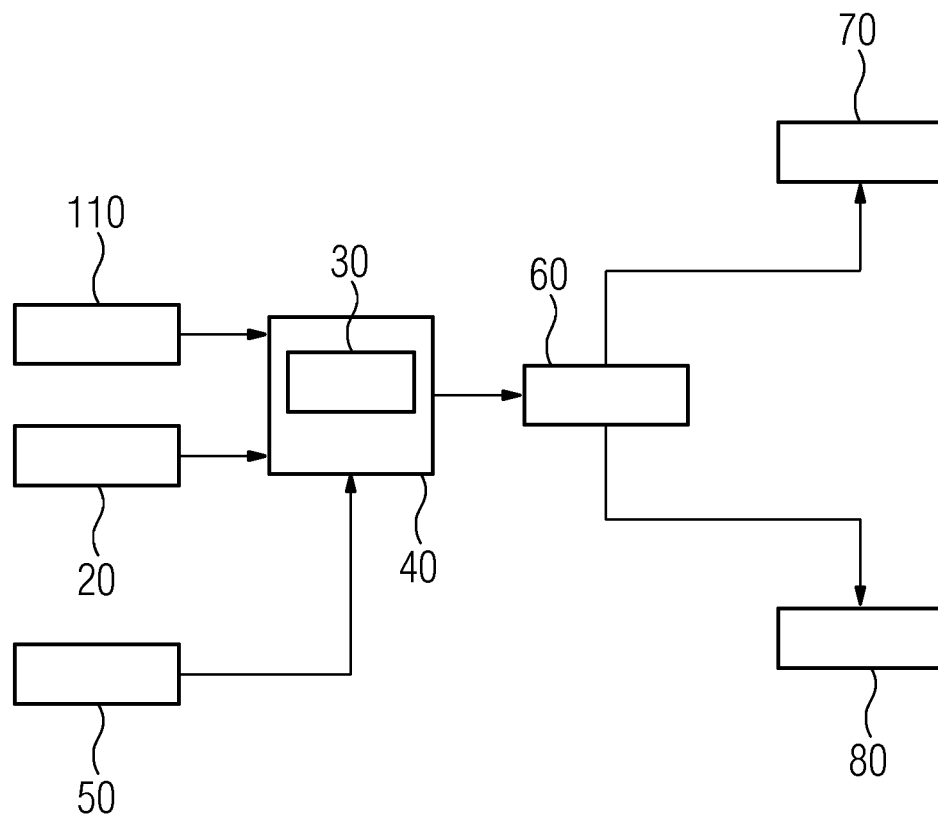


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 18 6962

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2012 224184 A1 (SMS SIEMAG AG [DE]) 26. Juni 2014 (2014-06-26) * Abbildung 1 * * Absatz [0001] * * Absatz [0017] *	1-24	INV. C21C5/35 C21C5/46 F27D21/00 F27D19/00 C21C5/38
X	WO 2007/109875 A1 (TENOVA GOODFELLOW INC [CA]; THOMSON MURRAY [CA]; REGO-BARCENA SALVATOR) 4. Oktober 2007 (2007-10-04) * Abbildung 2 * * Zusammenfassung *	1,14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C21C F27D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25. März 2015	Prüfer Gimeno-Fabra, Lluís
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	

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

EP 14 18 6962

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.

25-03-2015

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102012224184 A1	26-06-2014	DE 102012224184 A1	26-06-2014
			WO 2014095447 A1	26-06-2014
15	WO 2007109875 A1	04-10-2007	CA 2541092 A1	28-09-2007
			CA 2644472 A1	04-10-2007
			US 2009102103 A1	23-04-2009
			WO 2007109875 A1	04-10-2007
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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

- AT 299283 B [0010] [0011]
- AT 509866 A4 [0012]