

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Februar 2012 (16.02.2012)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/019951 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F27B 9/20 (2006.01) G01K 1/02 (2006.01)
F27B 9/40 (2006.01) G01K 1/14 (2006.01)
F27D 19/00 (2006.01) G01K 3/14 (2006.01)
F27D 21/00 (2006.01) G01K 11/32 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/063376

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. August 2011 (03.08.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 034 211.4
12. August 2010 (12.08.2010) DE
10 2010 061 834.9
24. November 2010 (24.11.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): SMS SIEMAG AG [DE/DE]; Eduard-Schloe-
mann-Straße 4, 40237 Düsseldorf (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LIEFTUCHT, Dirk
[DE/DE]; Margaretendamm 9, 48739 Legden (DE).
REIFFERSCHIED, Markus [DE/DE]; Wasserweg 54,

41352 Korschenbroich (DE). SOMMERS, Ulrich
[DE/DE]; Kleiner Torfbruch 9, 40627 Düsseldorf (DE).
PIEPER, Markus [DE/DE]; Am Gengelsträßchen 21,
40468 Düsseldorf (DE).

(74) Anwalt: KLÜPPEL, Walter; Hammerstr.2, 57072 Sie-
gen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: KILN, IN PARTICULAR A TUNNEL KILN, OF A METALLURGICAL PLANT AND METHOD FOR MEASU-
RING TEMPERATURES AND SUBSTANCE CONCENTRATIONS IN THE KILN AIR IN THE KILN

(54) Bezeichnung : OFEN, INSBESONDERE TUNNELOFEN, EINER METALLURGISCHEN ANLAGE UND VERFAHREN
ZUR MESSUNG VON TEMPERATUREN UND STOFFKONZENTRATIONEN IN DER OFENLUFT IN DEM OFEN

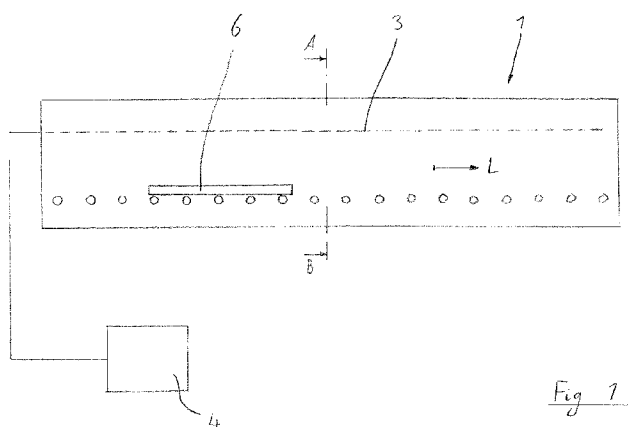


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a kiln (1), in particular a tunnel kiln, of a metallurgical plant, wherein the kiln (1) has a wall (2) extending in the longitudinal direction (L) and at least one flue gas extractor. In order to be able to monitor the state of the kiln in an improved manner, according to the invention at least one optical waveguide (3) is laid in the region of the wall (2) and/or in the region of the at least one flue gas extractor, wherein the optical waveguide (3) is connected to an evaluation unit (4) for detecting the temperature and/or for detecting the substance concentration in the kiln air. The invention further relates to a method for measuring temperatures and substance concentrations in the kiln air in the kiln (1).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/019951 A1



IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, **Veröffentlicht:**

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Die Erfindung betrifft einen Ofen (1), insbesondere einen Tunnelofen, einer metallurgischen Anlage, wobei der Ofen (1) eine sich in Längsrichtung (L) erstreckende Wandung (2) sowie mindestens einen Abgasabzug aufweist. Um in verbesserter Weise den Zustand des Ofens überwachen zu können, sieht die Erfindung vor, dass im Bereich der Wandung (2) und/oder im Bereich des mindestens einen Abgasabzugs mindestens ein Lichtwellenleiter (3) verlegt ist, wobei der Lichtwellenleiter (3) mit einer Auswerteeinrichtung (4) zur Erfassung der Temperatur und/oder zur Erfassung der Stoffkonzentration in der Ofenluft in Verbindung steht. Des weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Messung von Temperaturen und von Stoffkonzentrationen in der Ofenluft in dem Ofen (1).

5

Ofen, insbesondere Tunnelofen, einer metallurgischen Anlage und Verfahren zur Messung von Temperaturen und Stoffkonzentrationen in der Ofenluft in dem Ofen

10

Die Erfindung betrifft einen Ofen, insbesondere einen Tunnelofen, einer metallurgischen Anlage, wobei der Ofen eine sich in Längsrichtung erstreckende Wandung sowie mindestens einen Abgasabzug aufweist. Des weiteren betrifft

15 die Erfindung ein Verfahren zur Messung von Temperaturen und von Stoffkonzentrationen in der Ofenluft in dem Ofen.

20

Öfen, insbesondere Tunnelöfen, werden insbesondere bei der Herstellung eines metallischen Guts benötigt, um das Gut, beispielsweise eine Bramme, auf eine definierte Temperatur aufzuheizen. Derartige Öfen sind im Stand der Technik hinlänglich bekannt. Um die Herstellung des metallischen Guts in optimaler Weise vorzunehmen, muss der Ofen über seine Erstreckung eine definierte Temperaturverteilung haben, die nicht zwingend auf eine homogene, konstante Temperatur abstellen muss. Bekannt ist es, die Temperaturen an

25 verschiedenen Punkten des Ofens zu messen und zu überwachen. Ferner muss der Ofen auch von der Befeuerung her in einem optimalen Bereich betrieben werden. Demgemäß kommt der Überwachung der Stoffkonzentrationen in der Ofenluft eine entsprechende Bedeutung zu. Auch diesbezüglich ist es bekannt, die Stoffkonzentrationen mit geeigneten Sensoren im Ofen punktuell

30 zu überwachen.

Für die Temperaturermittlung sind im Stand der Technik verschiedene Möglichkeiten und Messelemente vorbeschrieben.

35

Die DE 22 61 197 A1 offenbart einen Ofen zum Wiedererwärmen von metallischen Werkstücken, wofür in dem Ofen eine Temperaturmesseinrichtung ange-

- 5 ordnet ist. Die Temperaturmesseinrichtung weist dabei eine aufwärts gerichtete Strahlung empfangende Oberfläche auf.

Die Verteilung der Temperatur in einem Ofen wird in der US 4 004 138 ermittelt, wofür klassische Temperaturdetektoren eingesetzt werden. Ein Temperatur-

10 messfühler zur Messung der Temperatur von metallischen Werkstücken in Wärmeöfen wird auch in der DE 24 56 748 A1 beschrieben. Hierbei kommt ein Thermoelement zum Einsatz, um die Temperatur zu ermitteln. Auch in der US 4 606 529 werden Temperatursensoren eingesetzt, um in einem Wärmeofen die Temperatur zu erfassen.

15 Ähnliche Lösungen offenbaren die JP 51119605 A, die JP 62089817 A und die JP 5142170 A.

In der DE 693 21 160 T2 wird ein Gerät zur Anzeige der Temperatur in einem

20 Hochofen beschrieben.

Nachteilig ist es dabei, dass es relativ aufwändig ist, insbesondere in einem sich über eine relativ große Längserstreckung ausdehnenden Tunnelofen die Temperaturen und Stoffkonzentrationen hinreichend genau zu ermitteln, da der

25 hierfür zu treibende apparative Aufwand sehr schnell sehr groß wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Ofen der eingangs genannten Art sowie ein Verfahren für die Messung von Temperaturen und Stoffkonzentrationen in einem solchen Ofen zu schaffen, mit dem es

30 möglich ist, eine genaue Messung über die Ofenerstreckung zu ermöglichen, wobei diese in apparativ einfacher Weise ausgestaltet werden soll. Damit soll es möglich werden, in verbesserter und einfacher Weise den Zustand des Ofens zu überwachen. Mit einer solchen Messung der Temperaturen soll auch auf die thermischen Belastungen der Ofenbauteile geschlossen werden können.

35

5 Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Wandung und/oder im Bereich des mindestens einen Abgasabzugs des Ofens mindestens ein Lichtwellenleiter verlegt ist, wobei der Lichtwellenleiter mit einer Auswerteeinrichtung zur Erfassung der Temperatur und/oder zur Erfassung der Stoffkonzentration in der Ofenluft in Verbindung
10 steht.

Die Auswerteeinrichtung ist dabei gemäß einer bevorzugten Lösung zur Temperaturermittlung mittels aus dem Lichtwellenleiter austretendem, reflektiertem Licht geeignet, das an Faser-Bragg-Gittern reflektiert wird, die in den Lichtwellenleiter eingebracht sind.
15

Eine alternative Ausgestaltung sieht vor, dass die Auswerteeinrichtung zur Erfassung der Stoffkonzentration mittels Nahinfrarot-spektroskopischer Signale geeignet ist, die über den Lichtwellenleiter übertragen werden.
20

In der Wandung des Ofens können gemäß einer Fortbildung mindestens zwei parallel zueinander in einem vorgegebenen Abstand verlaufende Lichtwellenleiter verlegt sein, wobei die mindestens zwei Lichtwellenleiter vorzugsweise in einer Ebene senkrecht auf die Innenseite der Wandung liegen. Hiermit wird es
25 möglich, wie es später noch zu sehen sein wird, den Wärmestrom durch die Wandung des Ofens zu bestimmen.

Ferner können in einem oberen Bereich des Ofens und in einem unteren Bereich des Ofens jeweils mindestens ein Lichtwellenleiter verlegt sein. Dies ermöglicht eine verbesserte Überwachung des Ofens und der in ihm vorliegenden Temperaturverteilung, so dass regelungstechnisch Einfluss genommen werden kann, um im Ofen ein gewünschtes Temperaturprofil einhalten zu können.
30

Der mindestens eine Lichtwellenleiter kann in Bohrungen der Wandung des Ofens angeordnet sein. Er kann auch in einem ihn umgebenden Rohr angeordnet sein.
35

5

Das vorgeschlagene Verfahren zur Messung von Temperaturen in einem Ofen, insbesondere in einem Tunnelofen, einer metallurgischen Anlage, zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass im Bereich der Wandung mindestens ein Lichtwellenleiter verlegt ist, wobei die Erfassung der Temperatur der Wandung
10 des Ofens durch aus dem Lichtwellenleiter austretendes reflektiertes Licht erfolgt, das an Faser-Bragg-Gittern reflektiert wird, die in den Lichtwellenleiter eingebracht sind.

Dabei kann insbesondere vorgesehen werden, dass in der Wandung mindestens zwei parallel zueinander in einem vorgegebenen Abstand verlaufende
15 Lichtwellenleiter verlegt sind, wobei die mindestens zwei Lichtwellenleiter vorzugsweise in einer Ebene senkrecht auf die Innenseite der Wandung liegen, wobei aus der Differenz der ermittelten Temperaturen an der Stelle der beiden Lichtwellenleiter der durch die Wandung gehende Wärmestrom ermittelt wird.

20

Eine alternative verfahrensgemäße Lösung stellt darauf ab, dass zur Messung von Stoffkonzentrationen in der Ofenluft vorgesehen wird, dass im Bereich der Wandung und/oder im Bereich des Abgasabzugs mindestens ein Lichtwellenleiter verlegt ist, wobei die Erfassung der Stoffkonzentration der Ofenluft
25 durch Auswertung Nahinfrarot-spektroskopischer Signale erfolgt, die über den Lichtwellenleiter übertragen werden.

Die Lichtwellenleiter bestehen aus einer Grundfaser, die mit oder ohne Hüllrohr in vorher erstellten Bohrungen und Kanälen in der Ofenwandung verlegt werden.
30 Die Messfaser des Lichtwellenleiters kann Temperaturen bis zu 600 °C im Dauerbetrieb widerstehen. Dabei sind Spitzenlasten bis zu 900 °C möglich, die die Messfaser aushalten kann.

Durch die Einbringung von Lichtwellenleitern in die Wandungen bzw. in das
35 Feuerfestmaterial und den Abgasabzug eines Tunnelofens können also Tempe-

- 5 raturen und Stoffkonzentrationen mittels Faser-Bragg-Gittern oder der Raman-Spektroskopie ermittelt werden.

Die Temperaturmessung erfolgt mit Interrogatoren zur Temperaturmessung beim Faser-Bragg-Verfahren.

10

Die Stoffkonzentrationsmessung erfolgt mittels der Nahinfrarot-Spektroskopie (NIR-Spektroskopie). Für die NIR-Spektroskopie sind Messgeräte bekannt, die handelsüblich sind, beispielsweise das System „SpectroBAY“ der Firma Bayer Technology Services. Mit derartigen Geräten kann der Anteil an O-H- und C-H-
15 Bindungen in der Ofenluft in einfacher Weise ermittelt werden. Beispielsweise lässt sich in einfacher Weise hiermit der CO-Gehalt anhand des zweiten Overtons bei einer Wellenlänge von 1.500 bis 1.650 nm nachweisen.

20

Innerhalb der Schichten des Feuerfestmaterials des Tunnelofens können eine oder mehrere Lagen von Lichtwellenleitern eingebettet werden. Hiermit können Temperaturen und – daraus abgeleitet – Temperaturdifferenzen bzw. Wärmeströme und Wärmestromdichten berechnet und zur Regelung des Ofens genutzt werden. Hierbei wird ein Temperaturprofil bzw. ein Profil von Wärmestromdichten über die Tunneloberfläche erstellt. Ebenfalls können dynamische
25 Änderungen bedingt durch den Einfluss von heißen Brammen im Ofen erfasst werden, insbesondere auf ihrem Weg durch den Ofen.

30

Des weiteren kann eine Beurteilung des Verschleißzustandes des Feuerfestmaterials des Ofens erfolgen. Das Konzept ermöglicht eine Darstellung der thermischen Belastung der Bauteile über ihre Oberfläche und die Verteilung von Energieverlusten im jeweiligen Betriebszustand.

35

In vorteilhafter Weise können Temperaturspitzen im Ofen durch die Erfassung der Temperatur über die Länge des Ofens und eine hierauf aufbauende Regelung vermieden werden.

- 5 Hierdurch wird die Temperaturhomogenität des metallischen Guts, insbesondere der Bramme, erhöht und die Zunderbildung vermindert.

Dieser vorteilhafte Effekt kann weiter gesteigert werden, indem eine Zonenaufteilung für die Brennerregelung verfeinert wird, wobei es sogar möglich ist, eine

- 10 Einzelbrenner-Regelung über die Länge des Ofens zu implementieren.

Zusätzlich kann durch das Verlegen der Lichtwellenfasern an unterschiedlichen Stellen des Ofens eine redundante Datenerfassung erfolgen, um auf diese Weise Messfehler zu erkennen.

15

Weiterhin können Temperatur-Unterschiede zwischen dem oberen und unteren Teil des Ofens erfasst werden. Diese Information kann dazu genutzt werden, um die Temperaturberechnung eines Prozessmodells anzupassen oder – falls Brenner im unteren Teil des Ofens vorhanden sind – die Unterschiede in der

20 Temperaturverteilung durch eine entsprechende Regelung der Brenner auszugleichen.

Durch das Einbringen zweier Lichtwellenleiter (Faserleitungen) in Wärmeflussrichtung parallel zueinander und in verschiedenen Abständen zur Innenseite der Ofenwandung ist es möglich, Temperaturdifferenzen in einer Richtung senkrecht auf die Ofeninnenwand zu ermitteln und damit die Wärmestromdichte der Wände des Ofens zu bestimmen. Der so bestimmbare Temperaturgradient gibt also die lokale Wärmestromdichte an. Dies kann zu Diagnosezwecken genutzt werden, d. h. bei zu hoher ermittelter Wärmestromdichte kann gezielt das

25 Isoliermaterial in dem betreffenden Bereich erneuert werden.

30

Ferner ermöglicht die Kenntnis der Wandwärmestromdichte eine Beschreibung der Wandwärmeverluste. Da alle anderen Energieverluste des Ofens (Abgasverluste, Rollenverluste etc.) per Messung bestimmt werden können, ermöglicht somit die Kenntnis der Wandwärmeverluste die vollständige messtechnische Beschreibung der Verluste.

35

5

Auch dies kann zu Diagnosezwecken genutzt werden. Falls die messtechnische Energiebilanz nicht aufgeht, kann man so auf zusätzliche Verluste schließen. Hiermit kann das Ziel erreicht werden, frühzeitig den Verschleiß des Isoliermaterials zu erkennen. Vorhandene Schäden und das Erreichen der Endlebens-

10 dauer des Isoliermaterials kann so für die Zukunft abgeschätzt werden und ein rechtzeitiger Austausch, d. h. knapp vor Erreichen der Endlebensdauer geplant bzw. vorgenommen werden.

15

Zur Überwachung der umweltrelevanten Gase des Ofens kann die vorgeschlagene Messung der Stoffkonzentrationen in der Ofenluft, d. h. der Gaszusammensetzung mittels der Lichtwellenleiter, genutzt werden. Bei zu hohen Werten der relevanten Stoffkonzentrationen können die Ofenparameter entsprechend angepasst werden.

20

Der Lichtwellenleiter kann jedenfalls abschnittsweise auch mäanderförmig in der Ofenwandung verlegt sein. Hierdurch kann die Oberfläche der Wandung flächig hinsichtlich der Temperaturverteilung überwacht werden. Demgemäß wird damit die Bestimmung von Temperaturprofilen über die Oberfläche der Ofenwandung möglich.

25

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

30

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Seitenansicht eines Tunnelofens,

Fig. 2 den Schnitt A-B gemäß Fig. 1 durch den Tunnelofen,

Fig. 3 einen Ausschnitt der Wandung des Tunnelofens, gesehen in Längsrichtung des Ofens, und

35

- 5 Fig. 4 einen anderen Ausschnitt der Wandung des Tunnelofens, gesehen in Längsrichtung des Ofens.

In den Figuren 1 und 2 ist ein Tunnelofen 1 zu sehen, in dem in an sich bekannter Weise metallisches Gut gefördert wird, um dieses auf eine gewünschte Temperatur zu erhitzen. In Fig. 1 ist eine Bramme 6 angedeutet. Der Ofen 1 erstreckt sich in eine Längsrichtung L. Der Ofen 1 weist eine Wandung 2 auf, die mit einer entsprechenden Isolierwirkung ausgestattet ist, um die Hitze im Ofen 1 zu halten.

15 Zur Erfassung von Temperaturen und von Stoffkonzentrationen im Ofengas sind in der Wandung bzw. an die Wandung angrenzend Lichtwellenleiter 3 verlegt, die schematisch in den Figuren 1 und 2 dargestellt sind. Der skizzierte Lichtwellenleiter 3 verläuft im Beispielsfall der Figuren 1 und 2 in Längsrichtung L in der Ofenwandung 2. Nicht dargestellt ist, dass auch im Bereich eines (nicht dargestellten) Abgasabzugs Lichtwellenleiter 3 angeordnet sind.

Der Lichtwellenleiter 3 ist mit einer Auswerteeinrichtung 4 verbunden, in der vom Lichtwellenleiter 3 rückgesendetes Licht ausgewertet werden kann. Hiermit
25 ist es möglich, die Temperatur und die Stoffkonzentration in der Ofenluft zu erfassen.

Im Falle der Temperaturmessung erfasst die Auswerteeinrichtung 4 aus dem Lichtwellenleiter 3 austretendes reflektiertes Licht, das an sog. Faser-Bragg-Gittern reflektiert wird, die in den Lichtwellenleiter 3 eingebracht sind.

30 Zur Erfassung der Stoffkonzentration werden Nahinfrarot-spektroskopischer Signale in der Auswerteeinrichtung 4 ausgewertet, die über den Lichtwellenleiter 3 übertragen werden.

35 Hierzu sei auf folgende an sich bekannte Technologie hingewiesen:

5

Faser-Bragg-Gitter sind in den Lichtwellenleiter 3 eingeschriebene optische Interferenzfilter. Wellenlängen, die innerhalb der Filterbandbreite liegen, werden reflektiert. Ein Interferenzfilter ist ein optischer Filter aus dünnen Schichten auf einem Träger, im vorliegenden Falle der Lichtleitfaser (Lichtwellenleiter). Dieser

10 Filter lässt optische, elektromagnetische Wellen bestimmter Wellenlängen durch, aber reflektiert dicht benachbarte Wellenlängen. Diese Selektivität beruht auf Interferenzen zwischen dem direkten und dem mehrfach reflektierten Licht.

15

Die einzelnen Schichten werden mittels UV-Licht (z. B. eines Excimerlasers mit $\lambda = 248 \text{ nm}$) in die Glasfaser eingeschrieben. In dem Faserkern entsteht eine periodische Modulation der Brechzahl, mit hohen und niedrigen Brechzahlbereichen, die das Licht einer bestimmten Wellenlänge zurück reflektiert (Bandsperrung). Die Mittenwellenlänge der Filterbandbreite in Monomodefasern ergibt sich durch die sog. Bragg-Bedingung.

20

Der Kern der Lichtleitfaser ist aus aufeinanderfolgenden Abschnitten der Länge $\lambda/4$ zusammengesetzt, die sich im Brechungsindex unterscheiden. An jeder Grenzfläche wird ein Teil der eingespeisten Amplitude reflektiert.

25

Auf diese Weise sind mittels der Lichtwellenleiter-Technologie Sensoren für Temperatur und Dehnung anhand der sich ändernden reflektierten Wellenlänge realisierbar, wie sie vorliegend genutzt werden.

30

Bei der Raman-Spektroskopie wird die zu untersuchende Materie mit monochromatischem Licht, üblicherweise aus einem Laser, bestrahlt. Im Spektrum des an der Probe gestreuten Lichts werden neben der eingestrahlten Frequenz (Rayleigh-Streuung) noch weitere Frequenzen beobachtet. Die Frequenzunterschiede zum eingestrahlten Licht entsprechen den für das Material charakteristischen Energien von Rotations-, Schwingungs-, Phonon- oder Spin-Flip-

35 Prozessen. Aus dem erhaltenen Spektrum lassen sich, ähnlich dem Spektrum der Infrarotspektroskopie, Rückschlüsse auf die untersuchte Substanz ziehen.

- 5 Dieser Effekt wird vorliegend genutzt, um die Stoffkonzentrationen im Ofengas zu ermitteln.

Der Grund für den beschriebenen Effekt liegt in einer Wechselwirkung des Lichtes mit der Materie, dem sogenannten Raman-Effekt, bei dem Energie vom
10 Licht auf die Materie übertragen wird bzw. Energie von der Materie auf das Licht. Da die Wellenlänge des Lichts, d. h. seine Farbe, von der Energie des Lichtes abhängt, bewirkt dieser Energieübertrag eine Verschiebung der Wellenlänge des gestreuten Lichtes gegenüber dem eingestrahltten Licht, die sogenannte Raman-Verschiebung.

15 Bei der bei der vorliegenden Erfindung bevorzugt eingesetzten Nahinfrarot-Spektroskopie (abgekürzt „NIRS“ oder „NIR“) handelt es sich um eine chemische Analysentechnik auf Basis der Spektroskopie im Bereich des kurzwelligen Infrarotlichts. Sie ist mit der IR-Spektroskopie verwandt.

20 Mit Hilfe von Infrarotstrahlung werden kovalente Molekülbindungen in organischen Verbindungen angeregt, was vorliegend genutzt wird. Die Detektion findet im nahen Infrarot (760 bis 2500 nm) statt. Dort kommt es zu Oberton- bzw. Kombinationsschwingungen der Grundschiwingung im mittleren Infrarot. Es gilt
25 das sog. Lambert-Beersche Gesetz.

Die Oberton- und Kombinationsbanden werden bei der Analyse von Proben nicht direkt interpretiert, sondern mit Hilfe von statistischen Verfahren ausgewertet. Für quantitative Bestimmungen werden vorher Datensätze mit bekanntem
30 Gehalt des interessierenden Stoffes erstellt.

Auf Grund der höheren Energie des nahinfraroten Lichts im Vergleich zum mittleren Infrarot und der geringeren Absorptionskoeffizienten gibt es eine größere Eindringtiefe und damit eine einfachere Handhabung (größere Schichtdicken:
35 Millimeter statt Mikrometer).

5 In Fig. 3 ist zu sehen, dass in der Wandung 2 des Ofens 1 zwei Lichtwellenleiter 3' und 3'' parallel zueinander verlegt sind, die sich in Längsrichtung L des Ofens erstreckt. Dabei sind die beiden Lichtwellenleiter 3', 3'' in einem Abstand a zueinander angeordnet. Errichtet man das Lot auf der Innenseite 5 der Ofenwandung 2, liegen die beiden Lichtwellenleiter 3', 3'' – wie in Fig. 3 zu sehen – in
10 einer Ebene. Durch Messung der Temperaturen in den beiden Lichtwellenleitern 3', 3'' kann somit ein Temperaturgradient ermittelt werden, über den auf den Zustand der Isolation der Ofenwandung und insbesondere auf den Zustand der Feuerfestschicht im Ofen geschlossen werden kann.

15 Eine andere Anordnung der Lichtwellenleiter 3 ist in Fig. 4 zu sehen, wo ein anderer Teil der Wandung 2 des Ofens 1 skizziert ist. Die Wandung 2 besteht aus einer innliegenden Schicht aus Feuerfestmaterial 7, die auf einer Ausmauerung 8 aufgebracht ist. Von außen ist die Wandung 2 in einem Metallgehäuse 9 angeordnet. Die Lichtwellenleiter 4 befinden sich in Bohrungen in der Ausmauerung
20 8.

Die Lichtwellenleiter 3 bestehen hier wie auch in den anderen Ausführungsbeispielen aus einer Grundfaser, die eine Dicke im Bereich zwischen ca. 100 bis 150 μm aufweist. Sofern der Lichtwellenleiter in einem Hüllrohr angeordnet ist,
25 weist dieses zumeist einen Durchmesser von ca. 800 bis 2.000 μm auf.

Nicht näher dargestellt ist eine weitere Möglichkeit, nach der der Lichtwellenleiter 3 in eine Nut in der Wandung 2 eingelegt wird, die dann wieder verschlossen wird.

30

Der Lichtwellenleiter 3 kann gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung auch mäanderförmig in der Wandung 2 verlegt werden, so dass die Fläche bezüglich der Temperaturentwicklung gut überwacht werden kann.

- 5 Die als Bestandteil des Temperatursensors bzw. Sensors für die Stoffzusammensetzung der Ofenluft fungierende Glasfaser ist also mit der Auswerteeinheit 4 verbunden. Mittels der Auswerteeinheit 4 wird zunächst Laserlicht erzeugt, das in den Lichtwellenleiter 3 eingespeist wird.
- 10 Die von der Lichtwellenleitfaser 3 gesammelten Daten werden mittels des Erfassungssystems in Temperaturen umgerechnet und den verschiedenen Messorten zugeordnet. Die Auswertung erfolgt bevorzugt nach dem bereits genannten Faser-Bragg-Gitter-Verfahren (oder auch Faser-Bragg-Grating-Verfahren – FBG-Verfahren). Hierbei werden – wie oben bereits generell erläutert – geeignete Lichtwellenleiter verwendet, die Messstellen mit einer periodischen Variation des Brechungsindex bzw. Gitters mit solchen Variationen eingeprägt bekommen. Diese periodische Variation des Brechungsindex führt dazu, dass der Lichtwellenleiter in Abhängigkeit der Periodizität für bestimmte Wellenlängen an den Messstellen einen dielektrischen Spiegel darstellt. Durch eine Temperaturänderung an einem Punkt wird die Bragg-Wellenlänge verändert, wobei genau diese reflektiert wird. Licht, das die Bragg-Bedingung nicht erfüllt, wird durch das Bragg-Gitter nicht wesentlich beeinflusst.

Die verschiedenen Signale der unterschiedlichen Messstellen können dann aufgrund von Laufzeitunterschieden voneinander unterschieden werden. Der detaillierte Aufbau solcher Faser-Bragg-Gitter sowie die entsprechenden Auswerteeinheiten sind allgemein bekannt. Die Genauigkeit der Ortsauflösung ist durch die Anzahl der eingepprägten Messstellen gegeben. Die Größe einer Messstelle kann beispielsweise im Bereich von 1 mm bis 5 mm liegen.

30 Die FBG-Sensoren besitzen also eine permanente Modulation der Brechzahl. Die Längenabmessungen des Gitters betragen wenige Millimeter. Tritt das Laserlicht auf das Gitter, erfolgt eine Reflexion, die maximal wird, wenn der Gitterabstand mit der Laserwellenlänge übereinstimmt. Äußere Einflüsse auf das Fasergitter, wie Temperatur oder Dehnung, verändern die Gitterkonstante, so dass sich die Bragg-Wellenlänge des reflektierten Lichts verschiebt.

5

Alternativ kann zur Messung der Temperatur auch das „Optical-Frequency-Domain-Reflectometry“-Verfahren (OFDR-Verfahren) oder das „Optical-Time-Domain-Reflectometry“-Verfahren (OTDR-Verfahren) eingesetzt werden. Diese Verfahren basieren auf dem Prinzip der faseroptischen Ramanrückstreuung, wobei ausgenutzt wird, dass eine Temperaturveränderung am Punkt eines Lichtleiters eine Veränderung der Ramanrückstreuung des Lichtwellenleitermaterials verursacht.

Mittels der Auswerteeinheit (z. B. einem Raman-Reflektometer) können dann die Temperaturwerte entlang einer Faser orts aufgelöst bestimmt werden, wobei bei diesem Verfahren über eine bestimmte Länge des Leiters gemittelt wird. Diese Länge beträgt ca. einige Zentimeter. Die verschiedenen Messstellen werden wiederum durch Laufzeitunterschiede voneinander getrennt. Der Aufbau solcher Systeme zur Auswertung nach den genannten Verfahren ist allgemein bekannt, ebenso wie die nötigen Laser, die das Laserlicht innerhalb des Lichtwellenleiters 3 erzeugen.

25

5

Bezugszeichenliste:

	1	Ofen
10	2	Wandung
	3	Lichtwellenleiter
	3'	Lichtwellenleiter
	3''	Lichtwellenleiter
	4	Auswerteeinrichtung
15	5	Innenseite
	6	Bramme
	7	Feuerfestmaterial
	8	Ausmauerung
	9	Metallgehäuse
20		
	L	Längsrichtung
	a	Abstand

25

5

Patentansprüche:

- 10 1. Ofen (1), insbesondere Tunnelofen, einer metallurgischen Anlage, wobei der Ofen (1) eine sich in Längsrichtung (L) erstreckende Wandung (2) sowie mindestens einen Abgasabzug aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- 15 im Bereich der Wandung (2) und/oder im Bereich des mindestens einen Abgasabzugs mindestens ein Lichtwellenleiter (3) verlegt ist, wobei der Lichtwellenleiter (3) mit einer Auswerteeinrichtung (4) zur Erfassung der Temperatur und/oder zur Erfassung der Stoffkonzentration in der Ofenluft in Verbindung steht.

20

2. Ofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (4) zur Temperaturermittlung mittels aus dem Lichtwellenleiter (3) austretendem reflektiertem Licht geeignet ist, das an Faser-Bragg-Gittern reflektiert wird, die in den Lichtwellenleiter (3) eingebracht sind auszuwerten.

25

3. Ofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (4) zur Erfassung der Stoffkonzentration mittels Nahinfrarotspektroskopischer Signale geeignet ist, die über den Lichtwellenleiter (3) übertragen werden.

30

- 35 4. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in der Wandung (2) mindestens zwei parallel zueinander in einem vorgege-

- 5 benen Abstand (a) verlaufende Lichtwellenleiter (3', 3'') verlegt sind, wobei die mindestens zwei Lichtwellenleiter (3', 3'') vorzugsweise in einer Ebene senkrecht auf die Innenseite (5) der Wandung (2) liegen.
- 10 5. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in einem oberen Bereich des Ofens (1) und in einem unteren Bereich des Ofens (1) jeweils mindestens ein Lichtwellenleiter (3) verlegt ist.
- 15 6. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Lichtwellenleiter (3) in Bohrungen der Wandung (2) des Ofens (1) angeordnet ist.
- 20 7. Ofen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtwellenleiter (3) in einem diesen umgebenden Rohr angeordnet ist.
- 25 8. Verfahren zur Messung von Temperaturen in einem Ofen (1), insbesondere in einem Tunnelofen, einer metallurgischen Anlage, wobei der Ofen (1) eine sich in Längsrichtung (L) erstreckende Wandung (2) aufweist,
- 30 dadurch gekennzeichnet, dass
- 35 im Bereich der Wandung (2) mindestens ein Lichtwellenleiter (3) verlegt ist, wobei die Erfassung der Temperatur der Wandung (2) des Ofens (1) durch aus dem Lichtwellenleiter (3) austretendes reflektiertes Licht erfolgt, das an Faser-Bragg-Gittern reflektiert wird, die in den Lichtwellenleiter (3) eingebracht sind.

5

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass in der Wandung (2) mindestens zwei parallel zueinander in einem vorgegebenen Abstand (a) verlaufende Lichtwellenleiter (3', 3'') verlegt sind, wobei die mindestens zwei Lichtwellenleiter (3', 3'') vorzugsweise in einer Ebene senkrecht auf die Innenseite (5) der Wandung (2) liegen, wobei aus der Differenz der ermittelten Temperaturen an der Stelle der beiden Lichtwellenleiter (3', 3'') der durch die Wandung (2) gehende Wärmestrom ermittelt wird.

10

15 10. Verfahren zur Messung von Stoffkonzentrationen in der Ofenluft in einem Ofen (1), insbesondere in einem Tunnelofen, einer metallurgischen Anlage, wobei der Ofen (1) eine sich in Längsrichtung (L) erstreckende Wandung (2) und mindestens einen Abgasabzug aufweist,

20

dadurch gekennzeichnet, dass

im Bereich der Wandung (2) und/oder im Bereich des Abgasabzugs mindestens ein Lichtwellenleiter (3) verlegt ist, wobei die Erfassung der Stoffkonzentration der Ofenluft durch Auswertung Nahinfrarotspektroskopischer Signale erfolgt, die über den Lichtwellenleiter (3) übertragen werden.

25

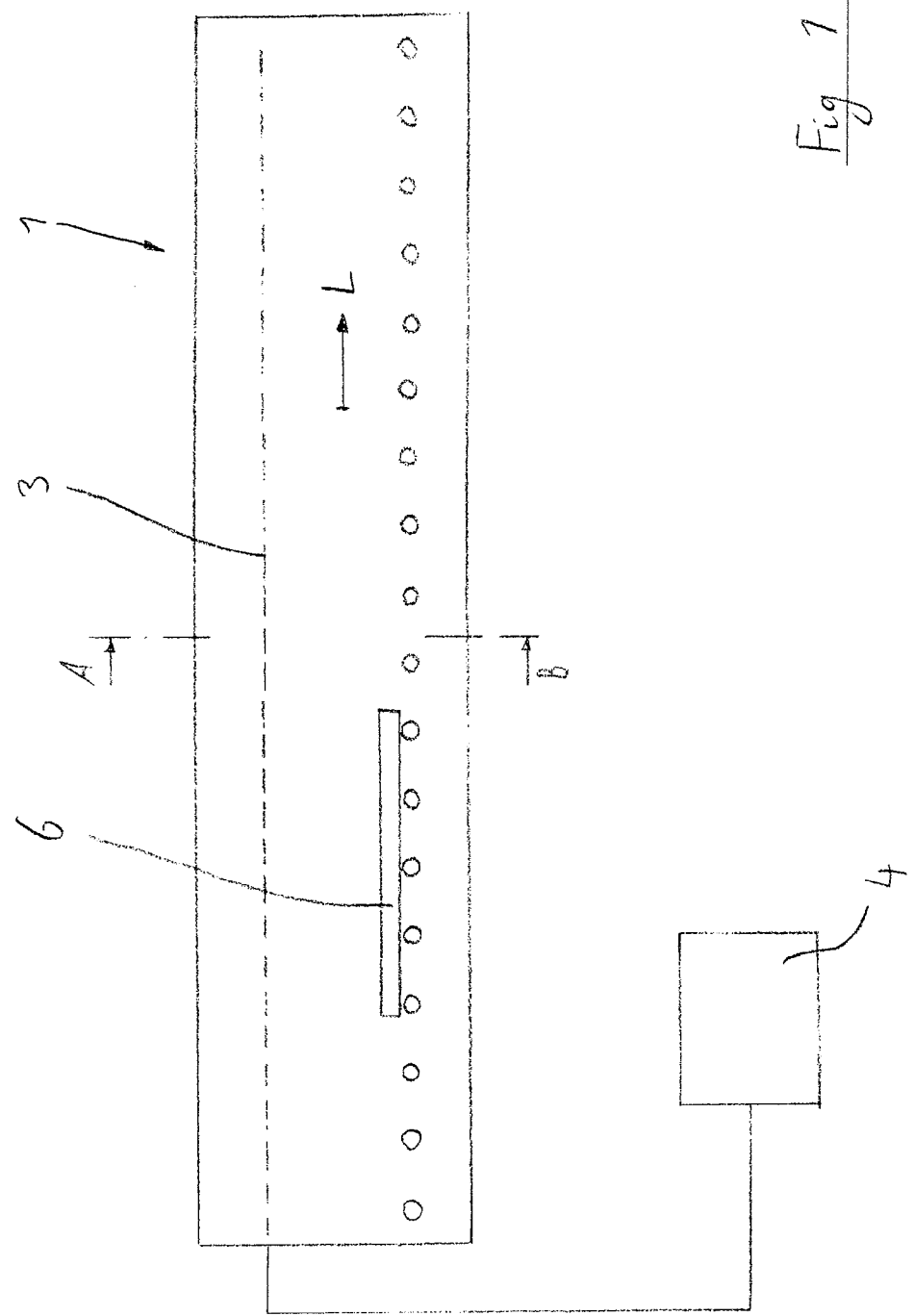


Fig 1

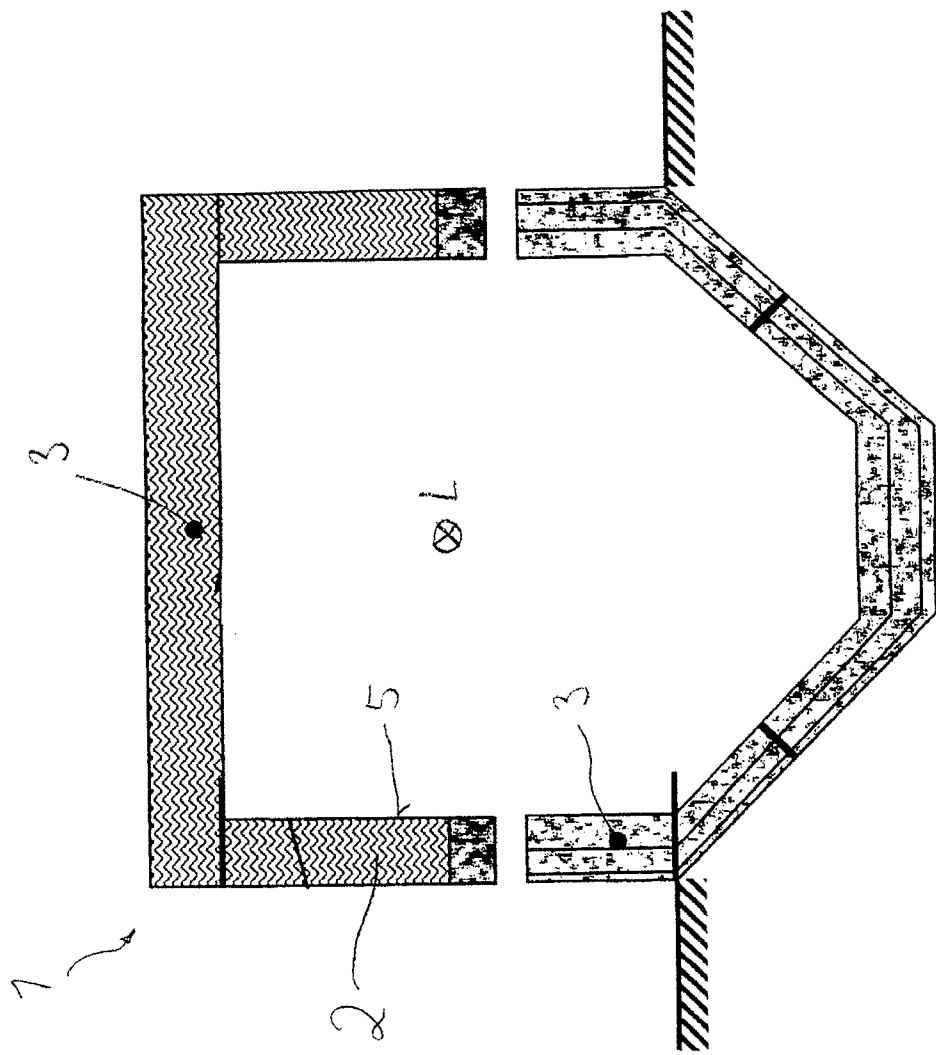


Fig. 2

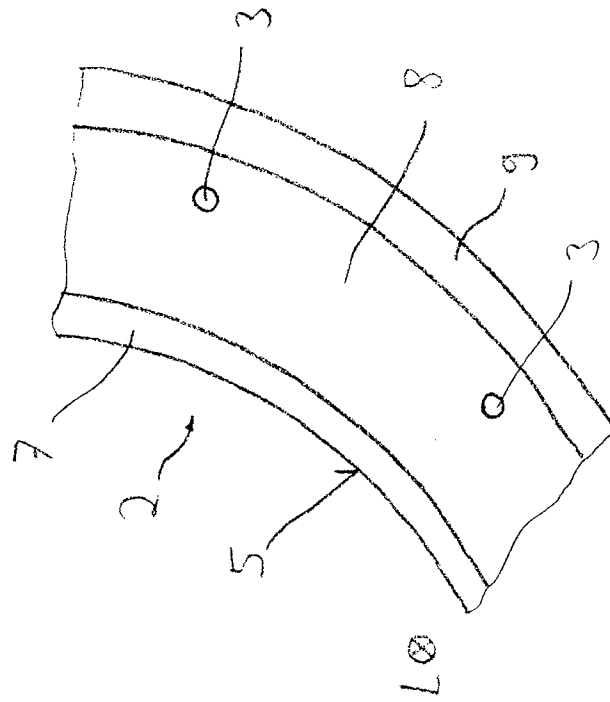


Fig. 3

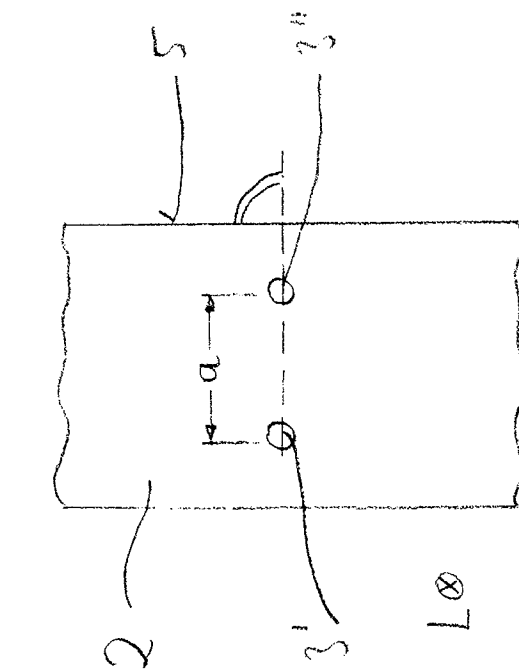


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/063376

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F27B9/20 F27B9/40 F27D19/00 F27D21/00 G01K1/02 G01K1/14 G01K3/14 G01K11/32 ADD. According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																																			
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F27B F27D G01K C21D G01N Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data																																			
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category*</th> <th style="width: 70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width: 20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>JP 60 129524 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 10 July 1985 (1985-07-10)</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Y</td> <td>abstract; figure 1</td> <td style="text-align: center;">8,10</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">-----</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>DD 240 947 A1 (INDUCAL VEB [DD]) 19 November 1986 (1986-11-19)</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Y</td> <td>page 1, last paragraph; figures 1,2 page 2, last paragraph</td> <td style="text-align: center;">8,10</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">-----</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td>US 7 462 218 B2 (L'AIR LIQUIDE) 9 December 2008 (2008-12-09)</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Y</td> <td>sentence 20, paragraph 5 - sentence 35; claims 1-17; figures 1,4,5</td> <td style="text-align: center;">8,10</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">-----</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">-/-</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	JP 60 129524 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 10 July 1985 (1985-07-10)	1	Y	abstract; figure 1	8,10	-----			X	DD 240 947 A1 (INDUCAL VEB [DD]) 19 November 1986 (1986-11-19)	1	Y	page 1, last paragraph; figures 1,2 page 2, last paragraph	8,10	-----			X	US 7 462 218 B2 (L'AIR LIQUIDE) 9 December 2008 (2008-12-09)	1	Y	sentence 20, paragraph 5 - sentence 35; claims 1-17; figures 1,4,5	8,10	-----			-/-		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																																	
X	JP 60 129524 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 10 July 1985 (1985-07-10)	1																																	
Y	abstract; figure 1	8,10																																	

X	DD 240 947 A1 (INDUCAL VEB [DD]) 19 November 1986 (1986-11-19)	1																																	
Y	page 1, last paragraph; figures 1,2 page 2, last paragraph	8,10																																	

X	US 7 462 218 B2 (L'AIR LIQUIDE) 9 December 2008 (2008-12-09)	1																																	
Y	sentence 20, paragraph 5 - sentence 35; claims 1-17; figures 1,4,5	8,10																																	

-/-																																			
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.																																			
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family																																			
Date of the actual completion of the international search 18 October 2011	Date of mailing of the international search report 27/10/2011																																		
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Gavriliu, Alexandru																																		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/063376

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02/088680 A1 (AIR LIQUIDE [FR]; CHAMPINOT CHRISTEL [FR]; BOCKEL-MACAL SAVINE [FR]; V) 7 November 2002 (2002-11-07)	1
Y	page 8, line 15 - page 10, line 18; claims 1-8; figures 1-3 -----	8,10
Y	US 6 813 013 B2 (FERNALD MARK R [US] ET AL) 2 November 2004 (2004-11-02) column 1, line 41 - column 10, line 35; claims 1,27-32; figures 1-2 -----	8,10
Y	EP 1 655 570 A1 (FRANKE MATTHIAS [DE]) 10 May 2006 (2006-05-10) paragraphs [0011] - [0018], [0030] - [0032], [0042] - [0044]; claims 1,11,14, 16-17; figures 1-10 -----	8,10
A	US 2002/051579 A1 (DUGUE JACQUES [FR] ET AL) 2 May 2002 (2002-05-02) the whole document -----	1-10
A,P	WO 2011/072371 A1 (HATCH LTD [CA]; GERRITSEN TERRY [CA]; SHADLYN PHILIP [CA]; MACROSTY RI) 23 June 2011 (2011-06-23) the whole document -----	1-10
A	JP 2006 257458 A (JFE STEEL KK) 28 September 2006 (2006-09-28) abstract; figure 1 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/063376

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 60129524	A	10-07-1985	NONE
DD 240947	A1	19-11-1986	NONE
US 7462218	B2	09-12-2008	AT 371752 T 15-09-2007 CA 2466324 A1 10-07-2003 DE 60222173 T2 12-06-2008 EP 1456425 A1 15-09-2004 ES 2291519 T3 01-03-2008 FR 2832732 A1 30-05-2003 WO 03056044 A1 10-07-2003 JP 4571407 B2 27-10-2010 JP 2005513272 A 12-05-2005 PT 1456425 E 07-11-2007 US 2005103159 A1 19-05-2005
WO 02088680	A1	07-11-2002	FR 2824130 A1 31-10-2002
US 6813013	B2	02-11-2004	AU 3111900 A 19-06-2000 WO 0033034 A1 08-06-2000 US 2002172446 A1 21-11-2002
EP 1655570	A1	10-05-2006	AT 510182 T 15-06-2011
US 2002051579	A1	02-05-2002	AU 9195801 A 02-04-2002 EP 1323133 A1 02-07-2003 FR 2814265 A1 22-03-2002 WO 0225590 A1 28-03-2002 JP 2004510236 A 02-04-2004 TW I231352 B 21-04-2005
WO 2011072371	A1	23-06-2011	US 2011144790 A1 16-06-2011
JP 2006257458	A	28-09-2006	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F27B9/20 G01K1/14	F27B9/40 G01K3/14
	F27D19/00 G01K11/32	F27D21/00 G01K1/02
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F27B F27D G01K C21D G01N		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 60 129524 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 10. Juli 1985 (1985-07-10)	1
Y	Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	8,10
X	DD 240 947 A1 (INDUCAL VEB [DD]) 19. November 1986 (1986-11-19)	1
Y	Seite 1, letzter Absatz; Abbildungen 1,2 Seite 2, letzter Absatz -----	8,10
X	US 7 462 218 B2 (L'AIR LIQUIDE) 9. Dezember 2008 (2008-12-09)	1
Y	Satz 20, Absatz 5 - Satz 35; Ansprüche 1-17; Abbildungen 1,4,5 -----	8,10
	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 18. Oktober 2011		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 27/10/2011
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Gavriliu, Alexandru

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 02/088680 A1 (AIR LIQUIDE [FR]; CHAMPINOT CHRISTEL [FR]; BOCKEL-MACAL SAVINE [FR]; V) 7. November 2002 (2002-11-07)	1
Y	Seite 8, Zeile 15 - Seite 10, Zeile 18; Ansprüche 1-8; Abbildungen 1-3 -----	8,10
Y	US 6 813 013 B2 (FERNALD MARK R [US] ET AL) 2. November 2004 (2004-11-02) Spalte 1, Zeile 41 - Spalte 10, Zeile 35; Ansprüche 1,27-32; Abbildungen 1-2 -----	8,10
Y	EP 1 655 570 A1 (FRANKE MATTHIAS [DE]) 10. Mai 2006 (2006-05-10) Absätze [0011] - [0018], [0030] - [0032], [0042] - [0044]; Ansprüche 1,11,14, 16-17; Abbildungen 1-10 -----	8,10
A	US 2002/051579 A1 (DUGUE JACQUES [FR] ET AL) 2. Mai 2002 (2002-05-02) das ganze Dokument -----	1-10
A,P	WO 2011/072371 A1 (HATCH LTD [CA]; GERRITSEN TERRY [CA]; SHADLYN PHILIP [CA]; MACROSTY RI) 23. Juni 2011 (2011-06-23) das ganze Dokument -----	1-10
A	JP 2006 257458 A (JFE STEEL KK) 28. September 2006 (2006-09-28) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/063376

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 60129524	A	10-07-1985	KEINE
DD 240947	A1	19-11-1986	KEINE
US 7462218	B2	09-12-2008	AT 371752 T 15-09-2007
		CA 2466324 A1	10-07-2003
		DE 60222173 T2	12-06-2008
		EP 1456425 A1	15-09-2004
		ES 2291519 T3	01-03-2008
		FR 2832732 A1	30-05-2003
		WO 03056044 A1	10-07-2003
		JP 4571407 B2	27-10-2010
		JP 2005513272 A	12-05-2005
		PT 1456425 E	07-11-2007
		US 2005103159 A1	19-05-2005
WO 02088680	A1	07-11-2002	FR 2824130 A1 31-10-2002
US 6813013	B2	02-11-2004	AU 3111900 A 19-06-2000
		WO 0033034 A1	08-06-2000
		US 2002172446 A1	21-11-2002
EP 1655570	A1	10-05-2006	AT 510182 T 15-06-2011
US 2002051579	A1	02-05-2002	AU 9195801 A 02-04-2002
		EP 1323133 A1	02-07-2003
		FR 2814265 A1	22-03-2002
		WO 0225590 A1	28-03-2002
		JP 2004510236 A	02-04-2004
		TW I231352 B	21-04-2005
WO 2011072371	A1	23-06-2011	US 2011144790 A1 16-06-2011
JP 2006257458	A	28-09-2006	KEINE