

(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
5. Oktober 2017 (05.10.2017)



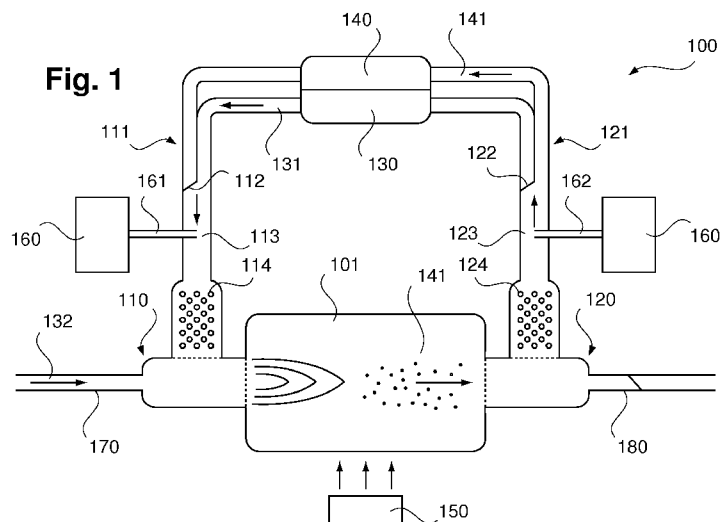
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/167454 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
F23L 7/00 (2006.01) F23D 14/32 (2006.01)
F23L 15/02 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2017/025047
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
13. März 2017 (13.03.2017)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2016 003 930.2 31. März 2016 (31.03.2016) DE
16001483.3 5. Juli 2016 (05.07.2016) EP
- (71) **Anmelder:** LINDE AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Klosterhofstr. 1, 80331 München (DE).
- (72) **Erfinder:** SCHEMBERG, Siegfried; Trattangerring 17,
85256 Vierkirchen (DE).
- (74) **Anwalt:** GELLNER, Bernd; Linde AG Technology &
Innovation Corporate Intellectual Property, Dr.-Carl-von-
Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR OPERATING A REGENERATIVE BURNER SYSTEM, AND REGENERATIVE BURNER SYSTEM

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES REGENERATIVBRENNERSYSTEMS UND REGENERATIVBRENNERSYSTEM



(57) **Abstract:** The present invention relates to a method for operating a regenerative burner system (100) having at least one burner (120) which comprises a regenerator having a heat storage body (114), wherein the regenerator is alternately operated in a first and a second operating mode, wherein in the first operating mode a fuel is combusted in a combustion chamber (101) with a combustion support gas which comprises combustion air and which is at least partly supplied via the regenerator to obtain a combustion offgas (141) and in the second operating mode the combustion offgas is discharged from the combustion chamber via the regenerator. According to the invention the combustion support gas used in the first operating mode is oxygen-enriched combustion air.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/167454 A1



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Regenerativbrennersystems (100) mit mindestens einem Brenner (120), der einen Regenerator mit einem Wärmespeicherkörper (114) umfasst, wobei der Regenerator abwechselnd in einem ersten und einem zweiten Betriebsmodus betrieben wird, wobei in dem ersten Betriebsmodus ein Brennstoff mit einem Verbrennungsunterstützungsgas, welches Verbrennungsluft umfasst und welches zumindest teilweise über den Regenerator zugeführt wird, unter Erhalt eines Verbrennungsabgases (141) in einer Brennkammer (101) verbrannt wird, und in dem zweiten Betriebsmodus das Verbrennungsabgas über den Regenerator aus der Brennkammer ausgeleitet wird. Erfindungsgemäß wird im ersten Betriebsmodus als Verbrennungsunterstützungsgas mit Sauerstoff angereicherte Verbrennungsluft verwendet.

Beschreibung

Verfahren zum Betreiben eines Regenerativbrennersystems und Regenerativbrennersystem

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Regenerativbrennersystems
5 mit mindestens einem Brenner, der einen Regenerator mit einem
Wärmespeicherkörper umfasst, wobei der Regenerator abwechselnd in einem ersten
und einem zweiten Betriebsmodus betrieben wird, wobei in dem ersten Betriebsmodus
ein Brennstoff mit einem Verbrennungsunterstützungsgas, welches Verbrennungsluft
10 umfasst und welches zumindest teilweise über den Regenerator zugeführt wird, unter
Erhalt eines Verbrennungsabgases in einer Brennkammer verbrannt wird, und in dem
zweiten Betriebsmodus das Verbrennungsabgas über den Regenerator aus der
Brennkammer ausgeleitet wird. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein
Regenerativbrennersystem zur Beheizung einer Brennkammer mit mindestens zwei
15 Brennern, die jeweils eine Brennstoffzuführung, eine Zuführung für ein
Verbrennungsunterstützungsgas sowie einen Regenerator aufweisen, wobei der
Regenerator einen Einlass und einen Auslass aufweist und die Zuführung für das
Verbrennungsunterstützungsgas in den Regenerator mündet und wobei eine
Strömungsverbindung zwischen dem Auslass des Regenerators und der Brennkammer
20 vorgesehen ist, und wobei in dem Regenerator ein Wärmespeicherkörper vorgesehen
ist.

Stand der Technik

In Regenerativbrennersystemen kann eine Verbrennung mit einer
25 Energierückgewinnung durchgeführt werden. Feststehende
Regenerativbrennersysteme können eine Anzahl von Regenerativbrennern aufweisen,
die abwechselnd in einem ersten und einem zweiten Betriebsmodus betrieben werden.
In einer ersten Anzahl von Regenerativbrennern, die in dem ersten Betriebsmodus
betrieben wird, kann eine Verbrennung in einer Brennkammer durchgeführt werden.
30 Dabei kann Brennstoff unter Zufuhr eines Verbrennungsunterstützungsgases in der
Brennkammer verbrannt werden. Gleichzeitig kann in einer zweiten Anzahl von
Regenerativbrennern, die in dem zweiten Betriebsmodus betrieben wird, ein
Verbrennungsabgas dieser Verbrennung aus der Brennkammer ausgeleitet werden.

Jeder der Regenerativbrenner weist einen Regenerator mit einem Wärmespeicherkörper auf. Je nach Betriebsmodus kann dem Regenerator des jeweiligen Regenerativbrenners entweder das Verbrennungsunterstützungsgas für die
5 Verbrennung zugeführt oder das Verbrennungsabgas ausgeleitet werden. Beim Ausleiten der Verbrennungsabgase über den Wärmespeicherkörper des Regenerators, das heißt im zweiten Betriebsmodus, wird der Wärmespeicherkörper durch die heißen Verbrennungsabgase erwärmt. Wird anschließend das
10 Verbrennungsunterstützungsgas über den Wärmespeicherkörper geleitet, so gibt der Wärmespeicherkörper die gespeicherte Wärme an das Verbrennungsunterstützungsgas ab und wärmt dieses vor (erster Betriebsmodus).

Der Brennstoff wird in der Regel über eine oder mehrere separate Leitungen dem Brenner zugeführt.

15 Nach einem Wechsel von dem zweiten in den ersten Betriebsmodus wird zu Beginn des ersten Betriebsmodus zumeist eine sogenannte Spülphase durchgeführt. Im Zuge dieser Spülphase wird eine Restmenge des Verbrennungsabgases, welche sich nach dem zweiten Betriebsmodus noch in dem Regenerator befindet, zunächst aus diesem
20 entfernt. Dabei kann der entsprechende Regenerator beispielsweise mit Luft durchgespült werden.

Während dieser Spülphase kann der entsprechende Regenerativbrenner zumeist nicht für die Verbrennung genutzt werden. Erst wenn die Restmenge des
25 Verbrennungsabgases vollständig aus dem Regenerator entfernt wurde, wird wieder Verbrennungsunterstützungsgas über den Regenerator zugeführt und der entsprechende Brenner wird befeuert.

Jeder Umschaltvorgang zwischen den Betriebsmodi erfordert damit Zeit für die
30 Stellungsänderung der Ventile und das Spülen des Regenerators und der Abgasleitung. Dies kann je nach Brennertyp, Brennergröße und Länge der zu spülenden Leitungen zwischen 5 s und 20 s dauern. Während des Umschaltvorgangs ist der Brenner außer Betrieb. Es wird keine Brennstoffenergie in die Brennkammer eingebracht und es können Inhomogenitäten in der Wärmeleistung eines
35 entsprechenden Regenerativbrennersystems auftreten.

Alternativ zu den feststehenden Regenerativbrennersystemen kann das Verbrennungsunterstützungsgas auch kontinuierlich in bewegten Regenerator-Systemen, den sogenannten Drehbettregeneratoren vorgewärmt werden. Bei bewegten Regenerator-Systemen wird kontinuierlich zwischen Wärmen und Kühlen gewechselt. Es existiert nur eine Speichermasse, die bewegt (rotiert) wird und die Gasströme des Verbrennungsunterstützungsgases bzw. Verbrennungsabgases werden über eine umlaufende und gegeneinander abgedichtete Flügelhaube der Speichermasse zugeführt, so dass ein Speichermassenbereich alternierend vom heißen und kalten Gas durchströmt wird.

Als weitere Alternative kann das Verbrennungsunterstützungsgas ebenfalls auch kontinuierlich durch direkt im Brenner eingebaute Wärmeaustauschflächen oder extern vom Brenner angebrachte Wärmetauscher rekuperativ vorgewärmt werden.

Es ist daher wünschenswert, eine verbesserte Möglichkeit zum Betreiben eines feststehenden oder bewegten Regenerativbrennersystems bereitzustellen. Insbesondere sollen die Zeitverluste beim Umschalten zwischen den Betriebsmodi der Brenner reduziert werden und somit unter Nutzung der zusätzlich eingebrachten Brennstoffenergie die Leistung des Ofens erhöht werden.

Offenbarung der Erfindung

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zum Betreiben eines feststehenden oder beweglichen Regenerativbrennersystems vorgeschlagen, wobei das feststehende System mindestens zwei Brenner aufweist, und wobei die Brenner jeweils einen Regenerator mit einem Wärmespeicherkörper umfassen und abwechselnd in einem ersten und einem zweiten Betriebsmodus betrieben werden, wobei in dem ersten Betriebsmodus ein Brennstoff mit einem Verbrennungsunterstützungsgas, welches Verbrennungsluft oder mit Sauerstoff angereicherte Verbrennungsluft umfasst und welches zumindest teilweise über den Regenerator zugeführt wird, unter Erhalt eines Verbrennungsabgases in einer Brennkammer verbrannt wird, und in dem zweiten Betriebsmodus das Verbrennungsabgas über den Regenerator aus der Brennkammer ausgeleitet wird. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass im ersten

Betriebsmodus als Verbrennungsunterstützungsgas mit Sauerstoff angereicherte Verbrennungsluft verwendet wird.

Ein erfindungsgemäßes feststehendes Regenerativbrennersystem zur Beheizung einer Brennkammer umfasst mindestens zwei Brenner, die jeweils eine Brennstoffzuführung, eine Zuführung für ein Verbrennungsunterstützungsgas sowie einen Regenerator aufweisen, wobei der Regenerator einen Einlass und einen Auslass aufweist und die Zuführung für das Verbrennungsunterstützungsgas in den Regenerator mündet und wobei eine Strömungsverbindung zwischen dem Auslass des Regenerators und der Brennkammer vorgesehen ist, und wobei im Regenerator ein Wärmespeicherkörper vorgesehen ist. Das erfindungsgemäße Regenerativbrennersystem ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Sauerstoffzuführung zum Zuspiesen von Sauerstoff in die Zuführung für das Verbrennungsunterstützungsgas, in die Strömungsverbindung zwischen dem Auslass des Regenerators und der Brennkammer und/oder in die Brennkammer vorgesehen ist.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben eines beweglichen Regenerativbrennersystems weist mindestens einen Brenner auf, wobei der Brenner einen Regenerator mit einem Wärmespeicherkörper umfasst und abwechselnd in einem ersten und einem zweiten Betriebsmodus betrieben wird, wobei in dem ersten Betriebsmodus ein Brennstoff mit einem Verbrennungsunterstützungsgas, welches Verbrennungsluft oder mit Sauerstoff angereicherte Verbrennungsluft umfasst und welches zumindest teilweise über den Regenerator zugeführt wird, unter Erhalt eines Verbrennungsabgases in einer Brennkammer verbrannt wird, und in dem zweiten Betriebsmodus das Verbrennungsabgas über den Regenerator aus der Brennkammer ausgeleitet wird. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Betriebsmodus als Verbrennungsunterstützungsgas mit Sauerstoff angereicherte Verbrennungsluft verwendet wird.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines feststehenden oder beweglichen Regenerativbrennersystems, wobei der oder die Regeneratoren jeweils abwechselnd in einem ersten und einem zweiten Betriebsmodus betrieben werden. Bevorzugter Anwendungsbereich der Erfindung sind feststehende Regeneratorsysteme.

Im ersten Betriebsmodus wird ein Verbrennungsunterstützungsgas, welches Verbrennungsluft oder mit Sauerstoff angereicherte Verbrennungsluft umfasst, durch den Regenerator geführt und mit dem Wärmespeicherkörper in direkten Wärmeaustauschkontakt gebracht. Der Wärmespeicherkörper wurde zuvor (siehe
5 unten zweiter Betriebsmodus) erwärmt. Beim Kontakt von Verbrennungsunterstützungsgas, welches beispielsweise mit Umgebungstemperatur von z.B. 20°C in den Regenerator eintritt, wird das Verbrennungsunterstützungsgas vorgewärmt und im Gegenzug wird der Wärmespeicherkörper abgekühlt. Das vorgewärmte Verbrennungsunterstützungsgas wird dann mit dem Brennstoff zur
10 Reaktion gebracht, um die Brennerkammer zu beheizen. Als Brennstoff kann beispielsweise Erdgas verwendet werden.

Die bei der Verbrennung des Brennstoffs mit dem Verbrennungsunterstützungsgas entstehenden Verbrennungsabgase werden über den Regenerator des zweiten
15 Brenners abgeführt und erwärmen dabei den Wärmespeicherkörper (zweiter Betriebsmodus).

Eine erste Anzahl dieser Regenerativbrenner wird in dem ersten Betriebsmodus betrieben, während gleichzeitig eine zweite Anzahl dieser Regenerativbrenner in dem
20 zweiten Betriebsmodus betrieben wird. Nach vorgegebenen Zeitintervallen wird jeweils ein Wechsel der Betriebsmodi durchgeführt. Nach diesem Wechsel wird die erste Anzahl der Regenerativbrenner demgemäß in dem zweiten Betriebsmodus betrieben, die zweite Anzahl in dem ersten Betriebsmodus. Ein derartiger Wechsel der Betriebsmodi wird insbesondere jeweils nach konstanten Zeitintervallen durchgeführt.

25 Die Zykluszeit dieser Betriebsmodi ist häufig kurz, da aufgrund der Abmessungen die Kapazität der Regeneratoren begrenzt ist und nur eine bestimmte Wärmemenge in dem Wärmespeicherkörper gespeichert werden kann. Die Brenner müssen daher in einem Zeitabstand von etwa 30 Sekunden bis 180 Sekunden vom ersten in den
30 zweiten Betriebsmodus (beziehungsweise umgekehrt) umgeschaltet werden.

Erfindungsgemäß wird als Verbrennungsunterstützungsgas anstelle von Luft mit Sauerstoff angereicherte Luft verwendet. Durch den höheren Sauerstoffanteil in dem Verbrennungsunterstützungsgas wird eine geringere Gesamtmenge an
35 Verbrennungsunterstützungsgas benötigt, um dem Brenner dieselbe Sauerstoffmenge

zur Verfügung zu stellen. Dies bedeutet, dass die im Regenerator gespeicherte Wärme über einen längeren Zeitraum abgegeben werden kann und sich die Zeit bis zum nächsten Umschaltvorgang zwischen den beiden Betriebsmodi verlängert.

- 5 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird einem Verbrennungsluftstrom stromaufwärts vor Eintritt in den Regenerator Sauerstoff zugespeist und die Verbrennungsluft so mit Sauerstoff angereichert. Der mit Sauerstoff angereicherte Verbrennungsluftstrom wird dann durch den Regenerator geleitet und mit dem heißen Wärmespeicherkörper in Kontakt gebracht, wobei der mit Sauerstoff
- 10 angereicherte Verbrennungsluftstrom vorgewärmt wird und im Gegenzug sich der Wärmespeicherkörper abkühlt. Auf diese Weise erhält man ein mit Sauerstoff angereichertes und vorgewärmtes Verbrennungsunterstützungsgas. Die zugegebene Sauerstoffmenge wird miterwärmt, was sich energetisch positiv auswirkt.
- 15 In einer anderen Ausführungsform der Erfindung wird der Sauerstoff stromabwärts des Regenerators der Verbrennungsluft zugegeben. Der Sauerstoff kann entweder im Brenner in den Verbrennungsluftstrom eingespeist werden oder direkt in die Brennkammer eingedüst werden. Die Einspeisung oder Eindüsung des Sauerstoffs in die Brennkammer erfolgt vorzugsweise mittels einer Sauerstofflanze, wobei der
- 20 Sauerstoff bevorzugt mit einer Geschwindigkeit von mindestens 300 m/s über die Sauerstofflanze zugeführt wird.

- In einer dritten Ausführungsform wird der Sauerstoff teilweise stromabwärts vor Eintritt in den Regenerator und teilweise stromaufwärts im Brenner in den
- 25 Verbrennungsluftstrom eingespeist oder in die Brennkammer eingedüst.

- Der Verbrennungsluftstrom wird vorzugsweise soweit mit Sauerstoff angereichert, dass der Sauerstoffanteil in dem erhaltenen Verbrennungsunterstützungsgas zwischen 22 Vol-% und 35 Vol-%, vorzugsweise zwischen 25 Vol-% und 30 Vol-%, beträgt. Die
- 30 Vorteile der Erfindung zeigen sich bereits bei geringen Sauerstoffzugaben. Die Verbrennungsluft besteht zu etwa 79 Vol-% aus Stickstoff und etwa 21 Vol-% aus Sauerstoff. Das heißt, bei einer Zugabe von 5 Vol-% Sauerstoff kann die Verbrennungsluftmenge um 25 Vol-% reduziert werden, ohne dass sich die absolute Sauerstoffmenge im Verbrennungsunterstützungsgas ändert. Durch den höheren
- 35 relativen Sauerstoffgehalt wird aber der Durchsatz an Verbrennungsluft oder

Verbrennungsunterstützungsgas durch den Regenerator reduziert, so dass die Zeit zwischen zwei Umschaltvorgängen erhöht werden kann. Die Brennerbetriebszeit wird dadurch erhöht und die Anzahl der Spülvorgänge reduziert.

- 5 Alternativ zu einer Reduzierung kann die mit Sauerstoff angereicherte Verbrennungsluftmenge insgesamt auch erhöht werden und damit bei gesteigerter Brennstoffzufuhr die Brennerleistung gesteigert werden.

10 Andererseits wird die Sauerstoffanreicherung bevorzugt auf maximal 35 Vol-%, besonders bevorzugt auf maximal 30 Vol-%, begrenzt. Mit steigendem Anreicherungsgrad verringert sich nämlich die Strömungsgeschwindigkeit in den Brennern, woraus Probleme bei der Flammenbildung und dem Betrieb der Brenner herrühren können. Außerdem ist zu beachten, dass durch die geringer werdende Abgasmenge auch die Regeneratoren weniger Energie aufnehmen können.

15 Die Erfindung dient primär zur Verlängerung der Taktzeiten und Leistungssteigerung bei feststehenden Regenerativbrennersystemen, die häufig umgeschaltet werden müssen, insbesondere bei Regenerativbrennersystemen, bei denen die Brenner in einem Zeitabstand von 30 s bis 300 s, vorzugsweise 30 s bis 180 s, zwischen dem
20 ersten Betriebsmodus und dem zweiten Betriebsmodus umgeschaltet werden. Jeder Umschaltvorgang dauert je nach System 5 - 10 Sekunden oder auch länger und bedeutet einen entsprechend langen Ausfall des Brenners. Bei kurzen Taktzeiten wirkt sich die Erfindung daher besonders vorteilhaft aus. Die Anzahl der Umschaltvorgänge wird reduziert und damit die Ofenleistung erhöht. Außerdem werden auch die
25 Schaltventile weniger beansprucht und geschont.

Bevorzugtes Einsatzgebiet der Erfindung sind Regenerativbrennersysteme zur Beheizung eines Industrieofens zum Einschmelzen oder Erwärmen von Metall, insbesondere Aluminium.

30 Die Erfindung ist grundsätzlich für alle regenerativ beheizten Öfen von Vorteil, bei denen kurze Zeitintervalle von weniger als 5 Minuten pro Betriebsmodus, weniger als 3 Minuten pro Betriebsmodus oder weniger als 2 Minuten pro Betriebsmodus vorliegen.

Erfindungsgemäß kann die Schmelzleistung beispielsweise eines Aluminiumschmelzofens deutlich gesteigert werden. Die Brennerbetriebszeiten werden verlängert und die Umschaltfrequenz zwischen den beiden Betriebsmodi wird reduziert. Da weniger Verbrennungsluft über die Regeneratoren geführt wird, erhöht sich
5 außerdem die Effizienz der Luftvorwärmung. Insgesamt kann so eine höhere Produktivität beim Einschmelzen oder Erwärmen von Metall erreicht werden.

Weitere Vorteile der Erfindung sind:

- Bessere Auslastung von regenerativ beheizten gasbefeuerten Schmelzöfen
- 10 • Steigerung der Produktivität
- Erhöhung der Brennerleistung oder höhere Luftvorwärmtemperatur
- Verringerung des spezifischen Energieverbrauches, weniger CO₂ Emissionen
- Durch Verlängerung der Taktzeiten weniger Schaltzyklen, d.h. Reduzierung des Ventilverschleißes bzw. weniger Kosten für Wartung durch
15 Standzeitverlängerung
- Reduzierung der Gebläseluft, d.h. weniger Ventilatorleistung
- Reduzierung der Abgasgeschwindigkeiten im Ofenraum und damit weniger Krätzebildung und erhöhte Metallausbeute
- Reduzierung des Abgasvolumens; Entlastung des Gesamtabgassystems und
20 der Filteranlage
- Durch Sauerstoffanreicherung der Verbrennungsluft können kohlenstoffhaltige Ablagerungen in den Wabenzellen der Regeneratoren beseitigt werden.
- Beim Schmelzen von organisch verunreinigten Schrotten kann in Kombination mit z.B. einer Lambdasondenregelung durch Erhöhung der Sauerstoffzugabe
25 eine Nachverbrennung der Schwelgase im Ofen erreicht werden.
- Bei Sauerstoffzugabe über eine separate Sauerstofflanze tritt der Effekt der gestuften Verbrennung ein, d.h. NO_x-Emissionen können gemindert werden.
- Ist keine Leistungssteigerung gewünscht, kann durch die Verringerung des Verbrennungsunterstützungsgases bei Anreicherung der Verbrennungsluft mit
30 Sauerstoff auch Brennstoffenergie eingespart werden.

Figurenbeschreibung

Die Erfindung und ihre Vorteile werden nun anhand der beigefügten Zeichnung weiter erläutert. In dieser zeigt

5 Figur 1 schematisch eine bevorzugte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen feststehenden Regenerativbrennersystems.

In Figur 1 ist eine bevorzugte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen feststehenden Regenerativbrennersystems schematisch dargestellt und mit 100 bezeichnet.

10 Das Regenerativbrennersystem weist zwei Regenerativbrenner 110 und 120 auf, die an einer Brennkammer 101 angeordnet sind. Die Regenerativbrenner 110 und 120 sind jeweils mit einer Gasleitung für Verbrennungsunterstützungsgas bzw. Verbrennungsabgas 111 bzw. 121 verbunden.

15 Vor den Regenerativbrennern 110 und 120 sind in der jeweiligen Gasleitung 111 bzw. 121 jeweils Wärmespeicherkörper 114 bzw. 124 angeordnet, beispielsweise keramischen Kugeln oder Wabenkörper.

20 In den Gasleitungen 111 und 121 ist jeweils ein hier als eine Klappe ausgebildetes Schaltelement 112 bzw. 122 angeordnet.

Die Gasleitungen 111 und 121 sind jeweils an eine Gaszufuhr 130 und eine Gasabfuhr 140 angeschlossen. Wenn die jeweilige Klappe 112 bzw. 122 in eine erste Stellung geschaltet wird, wird dem jeweiligen Regenerativbrenner 110 bzw. 120 durch die
25 Gaszufuhr 130 im Zuge eines ersten Betriebsmodus beispielsweise Luft als Verbrennungsunterstützungsgas 131 über die jeweilige Gasleitung 111 bzw. 121 zugeführt. Zudem wird dem jeweiligen Regenerativbrenner 110 bzw. 120 über eine separate Brennstoffleitung oder eine separate Brennstofflanze 170 bzw. 180 in dem ersten Betriebsmodus Erdgas als Brennstoff 132 zugeführt.

30 In dem ersten Betriebsmodus wird von dem jeweiligen Regenerativbrenner 110 bzw. 120 eine Verbrennung des Gemischs aus Erdgas 132 und beispielsweise Luft 131 in der Brennkammer 101 durchgeführt. In der Brennkammer 101 entsteht dabei ein Verbrennungsabgas 141.

35

Dieses Verbrennungsabgas 141 wird im Zuge eines zweiten Betriebsmodus durch die Gasabfuhr 140 über die jeweilige Gasleitung 111 bzw. 121 und damit auch über die Regeneratoren mit den Wärmespeicherkörpern 114 bzw. 124 aus der Brennkammer 101 ausgeleitet, wenn die Klappe 112 bzw. 122 in eine zweite Stellung geschaltet wird.

5

In Figur 1 ist der Regenerativbrenner 110 in dem ersten Betriebsmodus dargestellt und der Regenerativbrenner 120 in dem zweiten Betriebsmodus.

Das Regenerativbrennersystem 100 weist weiterhin eine Sauerstoffzuführung 160 auf.

10

Diese Sauerstoffzuführung 160 umfasst zwei Sauerstoffanlagen 161 bzw. 162, die stromaufwärts der Regeneratoren 114 bzw. 124 angeordnet sind. Über diese Sauerstoffanlagen 161 bzw. 162 kann jeweils ein sauerstoffreiches Zusatzgas eingespeist werden. Insbesondere wird dabei reiner Sauerstoff mit einer Reinheit von mindestens 99,5% als derartiges sauerstoffreiches Zusatzgas zugespeist.

15

Wie erwähnt, können entsprechende Sauerstoffanlagen auch direkt in die Brennkammer 101, jedoch in unmittelbarer Nähe der Regenerativbrenner 110 bzw. 120, münden oder der Sauerstoff wird parallel zur Brennstoffzufuhr 132 über den Brenner 110 bzw. 120 in die Brennkammer eingedüst oder es findet eine Kombination der genannten drei

20

Eindüsungsvarianten Anwendung

Das Regenerativbrennersystem 100 weist weiterhin eine Steuereinheit 150 auf, die dazu eingerichtet ist, eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen.

25

Zunächst wird der Regenerativbrenner 110 in dem ersten Betriebsmodus betrieben und der Regenerativbrenner 120 in dem zweiten Betriebsmodus, wie es in Figur 1 dargestellt ist.

30

Über die Sauerstoffzuführung 160 und die Sauerstoffanlage 161 wird technisch reiner Sauerstoff mit einer Reinheit von mehr als 99 Vol-% der Verbrennungsluft 131 zugemischt. Der resultierende Gasgemischstrom hat einen Sauerstoffanteil von 25 Vol-% bis 30 Vol-% und wird über den Regenerator und den Wärmespeicherkörper 114 als Verbrennungsunterstützungsgas dem Brenner 110 zugeführt. Im Regenerator wird der

35

Gasgemischstrom auf eine Temperatur von beispielsweise 800 bis 900 °C erwärmt.

Das Verbrennungsunterstützungsgas und das dem Brenner 110 als Brennstoff zugeführte Erdgas 132 werden in der Brennkammer 101 verbrannt und das entstehende Abgas 141 wird über den Wärmespeicherkörper 124 des dem zweiten
5 Brenner 120 zugeordneten Regenerators geführt. Hierbei wird der Wärmespeicherkörper 124 erwärmt.

Nach beispielsweise 120 Sekunden ist die Speicherkapazität des Wärmespeicherkörpers 114 soweit erschöpft, dass das
10 Verbrennungsunterstützungsgas nicht mehr ausreichend vorgewärmt werden kann.

Die Schaltelemente oder Klappen 112, 122 werden umgeschaltet, so dass die Verbrennungsluft nunmehr dem Brenner 120 zugeführt und dabei der Brenner 120 und die zugeordneten Leitungen gespült werden, das heißt das Verbrennungsabgas aus
15 diesen Leitungen verdrängt wird. Während der Umschalt- und Spülphase, die beispielsweise zwischen 5 und 10 Sekunden dauert, sind beide Brenner 110, 120 nicht in Betrieb.

Nach dem Spülen wird der dem Brenner 120 zugeführten Verbrennungsluft über die
20 Lanze 162 Sauerstoff zugemischt, das Gemisch, wie oben im Zusammenhang mit dem Brenner 110 beschrieben, im Regenerator 124 erwärmt und der Brenner 120 wird gezündet. Der Brenner 120 wird nunmehr im ersten Betriebsmodus betrieben, während der Brenner 110 im zweiten Betriebsmodus betrieben wird.

25 Es ist auch denkbar, dass durch die Eindüsung von Sauerstoff die Spülzeit verringert und der Brenner schneller wieder gestartet werden kann.

Nach einem vorgegebenen Zeitintervall von beispielsweise 120 s nach dem oben beschriebenen Wechsel der Betriebsmodi wird erneut ein Wechsel der Betriebsmodi
30 durchgeführt.

Beispiel 1 (Vergleichsbeispiel):

Der Brenner 110 mit einer Leistung von 1 MW wird mit Erdgas und Verbrennungsluft
35 betrieben. Die Verbrennungsluftmenge beträgt ca. 1000 NM³/h und die

Verbrennungsluft wird im Regenerator 114 auf etwa 950 °C vorgewärmt. Während der Luftvorwärmung sinkt die Temperatur der vorgewärmten Verbrennungsluft auf etwa 800 °C ab. Dann wird der Brenner 110 von dem ersten Betriebsmodus in den zweiten Betriebsmodus umgeschaltet. Umgekehrt wird der Brenner 120 von dem zweiten Betriebsmodus in den ersten Betriebsmodus umgeschaltet. Die Betriebszeit des Brenners 110 im ersten Betriebsmodus soll 40 Sekunden betragen. Nach dem Umschalten muss der Brenner 120 für 10 Sekunden gespült werden, bevor er in Betrieb gehen kann.

10 Die Brenner 110, 120 werden zum Schmelzen von reinem Aluminium eingesetzt. Die Schmelzleistung der Brenner 110, 120 beträgt ca. 1,9 t/h.

Beispiel 2 (Erfindung):

Demselben Brenner 110 wird anstelle von Verbrennungsluft mit Sauerstoff angereicherte Verbrennungsluft zugeführt. Die zugeführte Sauerstoffmenge beträgt 50 Nm³/h. Die Verbrennungsluftmenge wird entsprechend auf 750 Nm³/h reduziert. Den Brennern 110, 120 wird also weiterhin absolut dieselbe Sauerstoffmenge von etwa 200 Nm³/h zugeführt, die Stickstoffmenge verringert sich aber aufgrund der Sauerstoffanreicherung. Die sauerstoffangereicherte Verbrennungsluft wird wiederum im Regenerator 114 auf etwa 950 °C vorgewärmt. Während der Luftvorwärmung sinkt die Temperatur der vorgewärmten Verbrennungsluft auf etwa 825 °C ab, bevor auf den anderen Betriebsmodus umgeschaltet wird. Die Betriebszeit des Brenners 110 verlängert sich bei der erfindungsgemäßen Fahrweise auf 50 Sekunden. Die Schmelzleistung der beiden Brenner 110, 120 erhöht sich auf 2,1 t/h Aluminium.

25 Das Beispiel zeigt, dass mit einer Zugabe von 5% Sauerstoff (50 Nm³/h zusätzlicher Sauerstoff bezogen auf die ursprüngliche Luftmenge von 1000 Nm³/h) die Schmelzleistung um ca. 10% gesteigert werden kann. Dies liegt an der längeren Brennerbetriebszeit, der effizienteren Vorwärmung der Verbrennungsluft bzw. der mit Sauerstoff angereicherten Verbrennungsluft und den geringeren Abgasverlusten.

Die Erfindung und deren Vorteile wurden anhand eines feststehenden Regeneratorbrennersystems näher erläutert, da die Erfindung hier besonders vorteilhaft ist. Dem Fachmann ist aber klar, dass das Verfahren ebenso bei

kontinuierlich betriebenen oder beweglichen Regeneratoren, beispielsweise Drehbettregeneratoren, eingesetzt werden kann. Der wesentliche Unterschied zwischen feststehenden und beweglichen Regeneratoren liegt darin, dass bei beweglichen Regeneratoren keine Umschaltung erfolgt. Die Vorteile der Erfindung
5 werden dadurch etwas geringer. Eine Leistungssteigerung ist aber ebenfalls möglich.

Bezugszeichenliste

- 100 Regenerativbrennersystem
- 101 Brennkammer
- 5 110 Regenerativbrenner
- 111 Gasleitung
- 112 Klappe, Schaltelement
- 114 Wärmespeicherkörper
- 120 Regenerativbrenner
- 10 121 Gasleitung
- 122 Klappe, Schaltelement
- 124 Wärmespeicherkörper
- 130 Gaszufuhr
- 131 Luft, Verbrennungsunterstützungsgas
- 15 132 Erdgas, Brennstoff
- 140 Gasabfuhr
- 141 Verbrennungsabgas
- 150 Recheneinheit
- 160 Zusatzgaszufuhr
- 20 161 Sauerstofflanze
- 162 Sauerstofflanze
- 170 Brennstoffleitung, Brennstofflanze
- 180 Brennstoffleitung, Brennstofflanze

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Regenerativbrennersystems mit mindestens einem Brenner, der einen Regenerator mit einem Wärmespeicherkörper umfasst, wobei der Regenerator abwechselnd in einem ersten und einem zweiten Betriebsmodus betrieben wird, wobei in dem ersten Betriebsmodus ein Brennstoff mit einem
5 Verbrennungsunterstützungsgas, welches Verbrennungsluft umfasst und welches zumindest teilweise über den Regenerator zugeführt wird, unter Erhalt eines Verbrennungsabgases in einer Brennkammer verbrannt wird, und in dem zweiten Betriebsmodus das Verbrennungsabgas über den Regenerator aus der
10 Brennkammer ausgeleitet wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
im ersten Betriebsmodus als Verbrennungsunterstützungsgas mit Sauerstoff angereicherte Verbrennungsluft verwendet wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Regenerativbrennersystem ein feststehendes Regenerativbrennersystem mit mindestens zwei Brennern ist, die jeweils einen Regenerator mit einem Wärmespeicherkörper umfassen.
- 20 3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Betriebsmodus der Sauerstoff stromaufwärts des Regenerators der Verbrennungsluft zugespeist wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
25 dass im ersten Betriebsmodus der Sauerstoff stromabwärts des Regenerators der Verbrennungsluft zugespeist wird.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
30 dass der Sauerstoff in die Brennkammer eingedüst wird.
6. Verfahren nach Anspruch einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoff stromaufwärts und/oder stromabwärts des Regenerators und/oder in die Brennkammer eingedüst wird.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbrennungsunterstützungsgas einen Sauerstoffanteil zwischen 22 Vol-% und 35 Vol-%, vorzugsweise zwischen 25 Vol-% und 30 Vol-%, aufweist. .
- 5 8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Brenner in einem Zeitabstand von 30 s bis 300 s, vorzugsweise 30 s bis 180 s, zwischen dem ersten Betriebsmodus und dem zweiten Betriebsmodus umgeschaltet werden.
- 10 9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Regenerativbrennersystem zur Beheizung eines Industrieofens zum Einschmelzen oder Erwärmen von Metall, insbesondere Aluminium, eingesetzt wird.
- 15 10. Regenerativbrennersystem zur Beheizung einer Brennkammer mit mindestens einem Brenner, der eine Brennstoffzuführung, eine Zuführung für ein Verbrennungsunterstützungsgas sowie einen Regenerator aufweist, wobei der Regenerator einen Einlass und einen Auslass aufweist und die Zuführung für das Verbrennungsunterstützungsgas in den Regenerator mündet und wobei eine
- 20 Strömungsverbindung zwischen dem Auslass des Regenerators und der Brennkammer vorgesehen ist, und wobei in dem Regenerator ein Wärmespeicherkörper vorgesehen ist.,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Sauerstoffzuführung zum Zuspeisen von Sauerstoff in die Zuführung für das
- 25 Verbrennungsunterstützungsgas, in den Einlass des Regenerators, in die Strömungsverbindung zwischen dem Auslass des Regenerators und der Brennkammer und/oder in die Brennkammer vorgesehen ist.
- 30 11. Regenerativbrenner nach Anspruch 10, wobei die Sauerstoffzuführung wenigstens eine Sauerstofflanze umfasst.

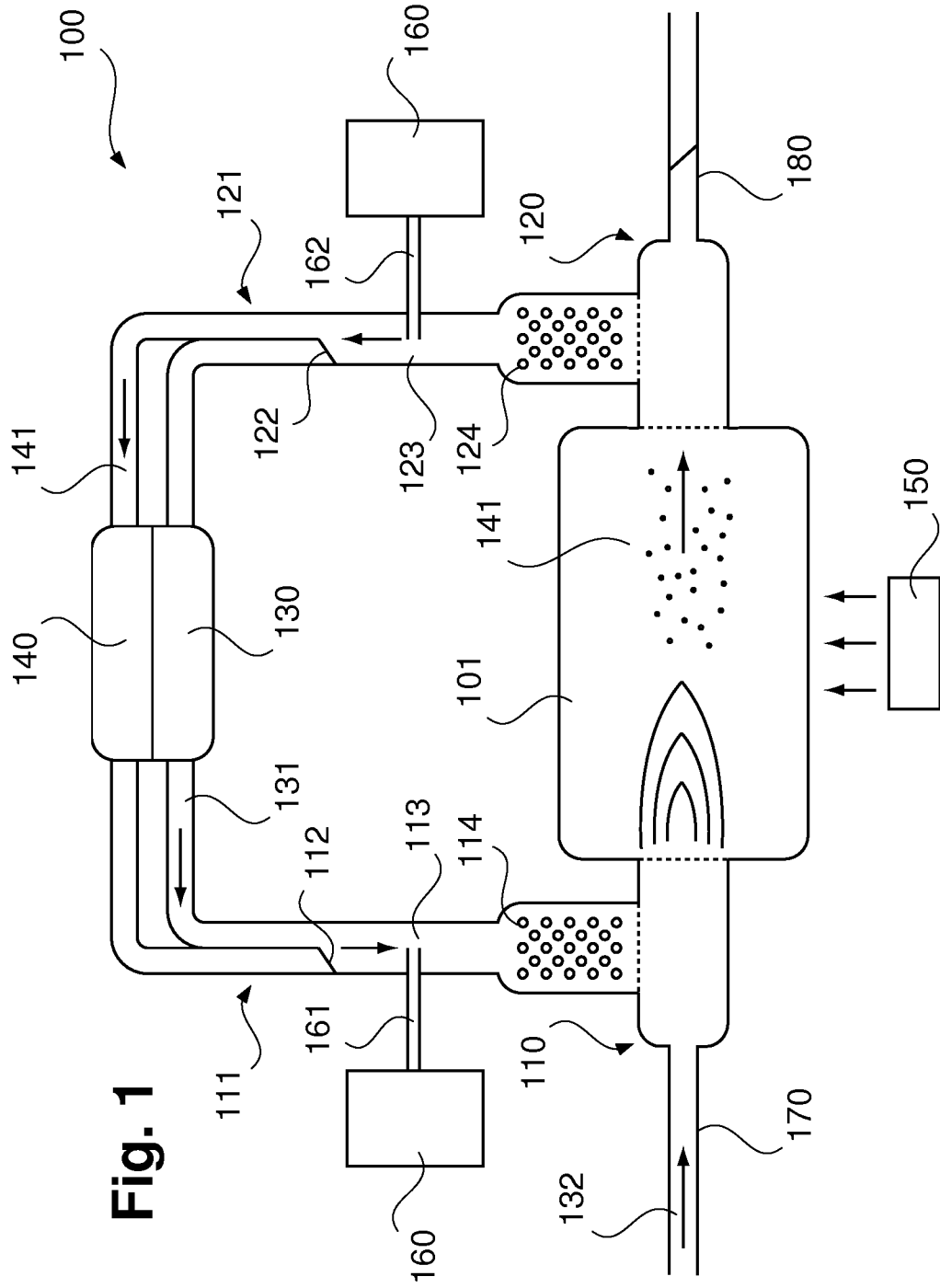


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2017/025047

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F23L7/00 F23L15/02 F23D14/32 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) F23L F23D				
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 practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X	EP 2 071 236 A2 (AGA AB [SE]) 17 June 2009 (2009-06-17) paragraphs [0001] - [0003]; figure 1 paragraphs [0013] - [0022], [0024] -----	1-4,6-11		
X	JP H11 264667 A (TOHO GAS KK; TOKYO GAS CO LTD; MIE PREFECTURE) 28 September 1999 (1999-09-28) paragraph [0005] - paragraph [0010]; figures 1,2 paragraph [0019] - paragraph [0022] paragraphs [0024], [0025] paragraph [0030] ----- -/--	1-6,9,11		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents : <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent 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 </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "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 </td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent 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	Date of mailing of the international search report			
9 May 2017	22/05/2017			
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 Hauck, Gunther			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/025047

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 058 056 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 6 December 2000 (2000-12-06) paragraphs [0001] - [0004]; figures 1,2 paragraphs [0009], [0011], [0015] paragraph [0017] - paragraph [0019] paragraph [0022] -----	1-7, 10, 11
X	US 6 047 565 A (MOREAU RAYMOND [FR]) 11 April 2000 (2000-04-11) column 1, line 6 - line 10; figures 1,2 column 3, line 22 - line 41 column 4, line 60 - column 5, line 48 -----	1,2,10, 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/025047

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 2071236	A2	17-06-2009	BR PI0805691 A2	25-08-2009
			CN 101457930 A	17-06-2009
			EP 2071236 A2	17-06-2009
			JP 2009139086 A	25-06-2009
			KR 20090060941 A	15-06-2009
			RU 2008148668 A	20-06-2010
			US 2009148799 A1	11-06-2009
			US 2014193758 A1	10-07-2014

JP H11264667	A	28-09-1999	NONE	

EP 1058056	A1	06-12-2000	CA 2310390 A1	01-12-2000
			EP 1058056 A1	06-12-2000
			JP 2001004128 A	12-01-2001
			US 6113389 A	05-09-2000
			US 6264466 B1	24-07-2001
			US 6276928 B1	21-08-2001

US 6047565	A	11-04-2000	BR 9702344 A	20-07-1999
			DE 69721466 D1	05-06-2003
			DE 69721466 T2	26-02-2004
			EP 0850200 A1	01-07-1998
			ES 2198581 T3	01-02-2004
			FR 2750977 A1	16-01-1998
			JP 4308910 B2	05-08-2009
			JP H11513012 A	09-11-1999
			JP 2008290941 A	04-12-2008
			PT 850200 E	30-09-2003
			US 6047565 A	11-04-2000
			WO 9802386 A1	22-01-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/025047

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F23L7/00 F23L15/02 F23D14/32
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F23L F23D

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten 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	EP 2 071 236 A2 (AGA AB [SE]) 17. Juni 2009 (2009-06-17) Absätze [0001] - [0003]; Abbildung 1 Absätze [0013] - [0022], [0024] -----	1-4,6-11
X	JP H11 264667 A (TOHO GAS KK; TOKYO GAS CO LTD; MIE PREFECTURE) 28. September 1999 (1999-09-28) Absatz [0005] - Absatz [0010]; Abbildungen 1,2 Absatz [0019] - Absatz [0022] Absätze [0024], [0025] Absatz [0030] ----- -/--	1-6,9,11



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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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 9. Mai 2017	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 22/05/2017
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 Hauck, Gunther

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 058 056 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 6. Dezember 2000 (2000-12-06) Absätze [0001] - [0004]; Abbildungen 1,2 Absätze [0009], [0011], [0015] Absatz [0017] - Absatz [0019] Absatz [0022]	1-7,10, 11
X	----- US 6 047 565 A (MOREAU RAYMOND [FR]) 11. April 2000 (2000-04-11) Spalte 1, Zeile 6 - Zeile 10; Abbildungen 1,2 Spalte 3, Zeile 22 - Zeile 41 Spalte 4, Zeile 60 - Spalte 5, Zeile 48 -----	1,2,10, 11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/025047

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2071236	A2	17-06-2009	BR PI0805691 A2 25-08-2009 CN 101457930 A 17-06-2009 EP 2071236 A2 17-06-2009 JP 2009139086 A 25-06-2009 KR 20090060941 A 15-06-2009 RU 2008148668 A 20-06-2010 US 2009148799 A1 11-06-2009 US 2014193758 A1 10-07-2014
JP H11264667	A	28-09-1999	KEINE
EP 1058056	A1	06-12-2000	CA 2310390 A1 01-12-2000 EP 1058056 A1 06-12-2000 JP 2001004128 A 12-01-2001 US 6113389 A 05-09-2000 US 6264466 B1 24-07-2001 US 6276928 B1 21-08-2001
US 6047565	A	11-04-2000	BR 9702344 A 20-07-1999 DE 69721466 D1 05-06-2003 DE 69721466 T2 26-02-2004 EP 0850200 A1 01-07-1998 ES 2198581 T3 01-02-2004 FR 2750977 A1 16-01-1998 JP 4308910 B2 05-08-2009 JP H11513012 A 09-11-1999 JP 2008290941 A 04-12-2008 PT 850200 E 30-09-2003 US 6047565 A 11-04-2000 WO 9802386 A1 22-01-1998