

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 063 470 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
06.12.2006 Patentblatt 2006/49

(51) Int Cl.:
F23G 7/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **00112856.0**

(22) Anmeldetag: **17.06.2000**

(54) Verfahren und Vorrichtung zur thermischen Reinigung eines Rohgases

Process and apparatus for the thermal purification of an exhaust gas

Procédé et dispositif pour la purification thermique d'un gaz d'échappement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES GB IT

(30) Priorität: **19.06.1999 DE 19928214**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.12.2000 Patentblatt 2000/52

(73) Patentinhaber: **LTG Mailänder GmbH**
70435 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Hänel, Matthias**
74354 Besigheim (DE)

• **Speck, Ulrich**
71642 Ludwigsburg (DE)
• **Simon, Rainer**
71711 Steinheim (DE)

(74) Vertreter: **Grosse, Rainer et al**
Gleiss Grosse Schrell & Partner
Patentanwälte Rechtsanwälte
Leitzstrasse 45
70469 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 587 064 EP-A- 0 702 195
DE-A- 19 617 790 US-A- 5 839 894

EP 1 063 470 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Reinigung eines mittels einer Rohgaszufuhr gelieferten Rohgases in einem regenerativen Prozeß.

[0002] Ein derartiges Verfahren ist bekannt. Ein Rohgas, beispielsweise ein mit Lösungsmitteln belasteter Abluftstrom einer Trocknungs- oder Lackieranlage, wird einem Regenerativreaktor zugeführt, um das Rohgas in Reingas zu überführen, so daß letzteres unter Einhaltung von Umweltauflagen bedenkenlos an die Außenatmosphäre abgegeben werden kann. Hierzu ist beispielsweise vorgesehen, daß das belastete Rohgas einen ersten Wärmespeicher passiert, so daß es aufgeheizt wird. Es gelangt dann in eine Verbrennungskammer. Dort werden gegebenenfalls unter Zufuhr von Hilfsbrennstoff- die Lösungsmittelreste verbrannt, so daß durch Oxidation aus dem Rohgas Reingas entsteht. Dieses durch die Verbrennung stark erhitze Reingas wird anschließend durch eine zweite Wärmespeicherkammer geleitet und dann einem Abluftschornstein zugeführt. Vorzugsweise sind drei Wärmespeicherkammern vorgesehen, die abwechselnd durch Reingas aufgeheizt werden und im aufgeheizten Zustand wechselweise von Rohgas zu dessen Erhitzung durchströmt werden. Im Betrieb bilden sich im Anströmbereich in der wärmeaufnehmenden beziehungsweise wärmeabgebenden Masse jeder Wärmespeicherkammer Kondensate, die von Zeit zu Zeit durch "Ausbrennen" (Burn-out-/bake-out) beseitigt werden müssen. Dieses "Ausbrennen" erfolgt durch Erhitzung der Masse auf eine Temperatur, der sogenannten "Über-temperatur/Verdampfungstemperatur", die oberhalb der normalen Betriebstemperatur liegt, so daß im sogenannten "Burn-out-Prozeß" die Kondensate verbrennen oder durch Crack-Prozesse zerlegt und insofern aus der Masse ausgetrieben werden. Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, für diesen Burnout-Prozeß Zusatzbrenner einzusetzen, die beispielsweise die als Schüttung ausgebildete Masse von unten her beaufschlagen, so daß sich das erhöhte Temperaturniveau im Massenbett einstellt. Während der Zeit des Burn-out-Prozesses kann der normale Betriebszustand nicht aufrechterhalten werden, das heißt, die bekannte Anlage ist abzustellen oder nur mit schlechteren Reingaskwerten weiterzubetreiben. Die Wärmespeicherkammern werden nacheinander ausgebrannt.

[0003] US-A-5.839.894 beschreibt ein Verfahren zur thermischen Reinigung eines Rohgases in einem regenerativen Prozess. Das Rohgas wird durch eine mit Reingas aufgeheizte erste Wärmespeicherkammer in eine Verbrennungskammer geleitet und das gebildete Reingas wird durch eine aufzuheizende zweite Wärmespeicherkammer weitergeleitet. Die Gasströmung wird nach bestimmten Schaltperioden umgeschaltet. Das Burn-out-Verfahren wird ohne Stopp oder eine Reduzierung der Rohgasabnahme durchgeführt. Dazu wird Gas aus der Verbrennungskammer in eine dritte Wärmespeicherkammer eingespeist und anschließend in die Rohgaszu-

fuhr zurückgeführt.

[0004] Eine Pufferung von beim Umschalten durch Eintritt von Rohgas in das Reingas gebildetem Mischgas ist aus DE-A-196.17.790 und EP-A-0.587.064 bekannt.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, bei dem ohne ein Stopp oder eine Reduzierung der Abnahme des Rohgases das Burn-out-Verfahren durchführbar ist und in jedem Betriebszustand, also im Normalbetrieb und auch im Burn-out-Betrieb keine Überschreitung von Abgasgrenzwerten auftritt. Die Emissionswerte werden daher optimal eingehalten und gleichzeitig muß der Produktionsprozeß, beispielsweise der Betrieb der Trockenöfen etc., von denen das Rohgas stammt, nicht unterbrochen oder eingeschränkt werden, da die Rohgasabnahme unverändert bleibt.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch folgende Schritte gelöst:

- 20 - Durchleitung des Rohgases durch eine zuvor mittels Reingas aufgeheizte erste Wärmespeicherkammer in eine Verbrennungskammer,
- 25 - Ableitung des durch Verbrennung in der Verbrennungskammer aus dem Rohgas gebildeten Reingases durch eine aufzuheizende zweite Wärmespeicherkammer in eine Reingasabfuhr,
- 30 - Umschaltung der vorstehend genannten Gasströmung während eines Kammerregenerations-Betriebszustandes derart, daß das Rohgas die zweite Wärmespeicherkammer und das Reingas die erste Wärmespeicherkammer durchströmt,
- 35 - wobei während des Kammerregenerations-Betriebszustandes Gas aus der Verbrennungskammer eine dritte Wärmespeicherkammer zu deren Kammerregeneration durchströmt und in die Rohgaszufuhr eingespeist wird,
- 40 - Pufferung von beim Umschalten durch Eintritt von Rohgas in das Reingas gebildetem Mischgas und Rückführung des gepufferten Mischgases in die Rohgaszufuhr und/oder in die dritte Wärmespeicherkammer.
- 45 - wobei die Pufferung durch Einleiten des Mischgases in eine Pufferschleifen-Leitung erfolgt, dessen Volumen derart groß ausgebildet ist, dass es die während der Zeit des Umschaltens strömende Mischgasmenge aufnehmen kann.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es aufgrund der drei Wärmespeicherkammern, daß zwei Wärmespeicherkammern davon im Wechsel zum Aufheizen des Rohgases dient beziehungsweise vom Reingas erhitzt werden. Die dritte Wärmespeicherkammer unterliegt während dieser Zeit einem Regenerationspro-

zeß, dem sogenannten Burn-out-Verfahren, um Kondensate und dergleichen aus der wärmeaufnehmenden beziehungsweise wärmeabgebenden Masse zu entfernen. Hierzu wird das aus der Brennkammer stammende, sehr heiße Gas genommen, das im wesentlichen aus Reingas besteht. Da es eine relativ lange Zeit durch die dritte Wärmespeicherkammer strömt, ist es in der Lage, diese auf eine entsprechend hohe Temperatur zu bringen, so daß der Burn-out-Prozeß erfolgt. Die beiden anderen Wärmespeicherkammern hingegen werden im Wechsel als Wärmeaufnahme- beziehungsweise Wärmeabgabekammer betrieben, so daß diese nicht die entsprechend hohe Temperatur annehmen, sondern die optimale Gastemperatur des Rohgases einstellen, um dieses mit bestmöglichem Reinigungswirkungsgrad in der Verbrennungskammer zu verbrennen. Dadurch, daß das zur Aufheizung der der Kammerregeneration unterliegenden Wärmespeicherkammer verwendete Gas in die Rohgaszufuhr eingespeist (zurückgespeist) wird, ist sichergestellt, daß auch während des Burn-out-Prozesses kein oder so gut wie kein Rohgas in die Reingasableitung gelangt. Mithin setzt sich die Abluft nur aus Reingas zusammen, so daß die Umweltvorschriften eingehalten bleiben. Obwohl -wie vorstehend ausgeführt- das der Kammerregeneration dienende Gas in die Rohgaszufuhr zurückgeführt wird, kann nicht ausgeschlossen werden, daß während der Umschaltprozesse, also während der Umschaltung der Gasströme, Rohgas in die Reingasseite gelangt. Die Rohgaszufuhr steht über Stellorgane mit der jeweiligen Wärmespeicherkammer in Verbindung. Diese Stellorgane sind beispielsweise als Klappenventile ausgebildet. In ihrem geöffneten Zustand führen sie das Rohgas in die entsprechende Wärmekammer ein. Sie werden geschlossen, wenn der entsprechenden Wärmespeicherkammer kein Rohgas zugeführt, sondern von ihr Reingas abgeführt werden soll, wobei das Reingas dann entsprechende Stellorgane passiert, die zur Reingasabfuhr führen. Erfolgt ein Umsteuern, so schließt sich während der Umsteuerphase das Stellorgan, das Rohgas zuführt, während sich gleichzeitig das zugehörige Stellorgan öffnet, um das im nachfolgenden Betriebszyklus anfallende Reingas abzuführen. Mithin befinden sich beide Stellorgane jeder Wärmespeicherkammer in einem Zwischenzustand, der nicht ausschließt, daß noch durch das entsprechende Stellorgan hindurchströmendes Rohgas nicht in die zugehörige Wärmespeicherkammer gelangt, sondern "per Kurzschluß" zum Reingas-Stellorgan strömt und von diesem in die Reingasabfuhr gelangt. Um erfindungsgemäß auch hier die Umweltauflagen einhalten zu können, also zu verhindern, daß Rohgas aus dem Abluftschornstein austritt, ist erfindungsgemäß die Pufferung vorgesehen, das heißt, es wird das Mischgas, das sich aus Roh- und Reingas zusammensetzt, dem Puffer zugeführt, so daß es nicht in die Außenatmosphäre gelangt. Vom Puffer wird das Mischgas in die Rohgaszufuhr zurückgeführt, so daß es nochmals an dem Reinigungsprozeß teilnehmen kann. Durch den Burn-out-Prozeß könnte es zu einer zu starken Temperaturanhe-

bung der betreffenden Wärmespeicherkammer kommen. Dies könnte dann gegeben sein, wenn konstant über eine längere Zeit aus der Verbrennungskammer stammendes heißes Reingas die Schüttung durchströmt. Um die Temperatur in der Burn-out-Schüttung zu stabilisieren, zu steuern und/oder zu regulieren, kann es vorzugsweise vorgesehen sein, Gas aus der Pufferschleife vorzugsweise mittels eines Abluftventilators aus der entgegengesetzten Richtung zum vorstehend erwähnten Reingasstrom durch die Wärmespeicherkammer zu drücken. Da das aus der Pufferschleife und/oder der Reingasabfuhr stammende Gas eine niedrigere Temperatur als das gerade die Verbrennungskammer verlassene Gas aufweist, stellt sich ein "Kühlungseffekt" ein, der für die Stabilisierung/Steuerung/Regelung genutzt werden kann. So kann dort die Temperatur durch das wechselseitige Spülen der Schüttung mit dem kühleren Gas der Pufferschleife und dem heißen Gas des Burn-out-Prozesses reguliert und stabilisiert werden.

[0008] Nach der Erfindung ist vorgesehen, daß die Pufferung durch Einleiten des Mischgases in eine Pufferschleifen-Leitung erfolgt. Somit wird für die Pufferung kein Behälter oder dergleichen als Zwischenlager verwendet, sondern es handelt sich bei dem Puffer um eine Pufferstrecke, die derart ausgebildet ist, daß ihr Volumen so groß ist, daß es die während der Zeit des Umschaltens strömende Mischgasmenge aufnehmen kann. Dies hat zur Folge, daß sich die Pufferschleifen-Leitung während des Umschaltens strömend mit Mischgas füllt, ohne daß der Mischgaskopf in den Abluftschornstein gelangt. Eine Verbindung zum Abluftschornstein beziehungsweise Außenatmosphäre besteht jedoch, um das Strömen der Mischgasmenge zuzulassen, ohne daß ein Druckanstieg erfolgt. Da der Kopf der Mischgasmenge jedoch nicht das Stellorgan erreicht, tritt auch kein verschmutztes Gas in den Abluftschornstein. Ist der Umschaltprozeß abgeschlossen, so wird das Stellorgan geschlossen und das Mischgas über eine entsprechende Leitung in die Rohgaszufuhr eingeleitet, so daß das Mischgas nochmal der Reinigungswirkung des Regenerativreaktors unterzogen wird.

[0009] Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur thermischen Reinigung eines mittels einer Rohgaszufuhr gelieferten Rohgases in einem regenerativen Prozeß, mit mindestens drei Wärmespeicherkammern, die über umschaltbare Stellorgane mit der Rohgaszufuhr und/oder einer Reingasabfuhr verbindbar sind und die ferner mit mindestens einer Verbrennungskammer in Verbindung stehen, wobei die Reingasabfuhr zur Speicherung vom beim Umschalten der Stellorgane durch Eintritt von Rohgas in das Reingas gebildeten Mischgas mit einem Gaspuffer verbindbar sind, der ausgangsseitig mit der Rohgaszufuhr und/oder mit mindestens einer der Wärmespeicherkammern verbunden werden kann. Unabhängig davon, ob der Normalbetrieb des regenerativen Prozesses vorliegt, das heißt alle drei Wärmetauschkammern zum wechselweise erfolgenden Aufheizen des Rohgases verwendet werden beziehungsweise

dazu dienen, sich wechselweise mittels des Reingases aufzuheizen, ist eine Pufferung von Mischgas möglich. Diese Pufferung kann ferner während des Burn-out-Betriebs genutzt werden, so daß in jedem Betriebszustand die Umweltvorschriften eingehalten bleiben und ein unterbrechungsfreier Betrieb, also eine stetige und gleiche Rohgasmengenabnahme, möglich ist.

[0010] Der Gaspuffer ist als Pufferschleifen-Leitung ausgebildet.

[0011] Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß in der Rückführleitung ein Gastromerzeuger, insbesondere ein Burn-out-Ventilator, angeordnet ist. Dieser sorgt dafür, daß die der Kammerregeneration unterliegende Wärmespeicherkammer stetig von heißem Gas durchströmt wird. Ferner sorgt er dafür, daß das der Kammerregeneration dienende Gas wieder in die Rohgaszuleitung eingespeist wird.

[0012] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Pufferschleifen-Leitung stromaufwärts des Gastromerzeugers in die Rückführleitung mündet. Dies hat zur Folge, daß das gepufferte Mischgas mittels ein und desselben Ventilators, also mittels des Burn-out-Ventilators, der auch den Burn-out-Prozeß aufrechterhält, in die Rohgaszufuhr eingeleitet wird.

[0013] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich in den Unteransprüchen.

[0014] Die Zeichnungen veranschaulichen die Erfindung anhand von Blockschaltbildern, und zwar zeigt:

- Figur 1 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zum thermischen Reinigen eines Rohgases,
- Figur 2 das Blockschaltbild der Figur 1 mit Verdeutlichung eines Burn-out-Betriebs,
- Figur 3 das Blockschaltbild der Figur 1 mit Verdeutlichung der Entleerung einer Pufferschleife und
- Figur 4 das Blockschaltbild der Figur 1 im Kühlbetrieb einer der Kammerregeneration unterliegenden Wärmespeicherkammer.

[0015] Die Figur 1 zeigt einen Regenerativreaktor 1, der drei Wärmespeicherkammern 2, 3 und 4 aufweist, in denen sich jeweils eine wärmeaufnehmende beziehungsweise wärmeabgebende Masse beziehungsweise Schüttung 5, 6 und 7 befindet. Der jeweils obere Teil 8, 9 und 10 der Kammern 2, 3 und 4 steht in Verbindung mit einer gemeinsamen Verbrennungskammer 11, in der zwei Brenner 12 angeordnet sind, die eine nicht näher dargestellte Brennstoffzufuhr aufweisen und Flammen 13 besitzen. Die unteren Teile 14, 15 und 16 der Wärmespeicherkammern 2, 3 und 4 sind mit Leitungen 17, 18 und 19 verbunden, die zu Verbindungspunkten 20, 21 und 22 führen.

[0016] Rohgas wird mittels einer Leitung 23 einem Verbindungspunkt 24 zugeführt und von dort an eine Verteilerleitung 25 übergeben. Die Verteilerleitung 25 ist an

Stellorgane 26, 27 und 28 angeschlossen, die über Stichleitungen 29, 30 und 31 zu den Verbindungspunkten 20, 21 und 22 führen. Ferner gehen von den Verbindungspunkten 20, 21 und 22 Stichleitungen 32, 33 und 34 aus, die zu Stellorganen 35, 36 und 37 führen. Die Stellorgane 35, 36 und 37 sind an eine Sammelleitung 38 angeschlossen, die zu einem Abluftventilator 39 führt, der ausgangsseitig eine Leitung 40 aufweist, die mit einem Verbindungspunkt 41 verbunden ist. An dem Verbindungspunkt 41 ist ein Stellorgan 42 angeschlossen, dessen Ausgang zu einem Ablufschornstein 43 führt. Ferner ist an den Verbindungspunkt 41 ein Gaspuffer 44 angeschlossen, der als Pufferschleifen-Leitung 45 ausgebildet ist und bis zu einem Verbindungspunkt 46 führt. An den Verbindungspunkt 46 ist ein Stellorgan 47 angeschlossen, das mit dem Ablufschornstein 43 in Verbindung steht. Ferner geht von dem Verbindungspunkt 46 eine Rückführleitung 48 aus, die zu einem Stellorgan 49 führt, das mit einem Verbindungspunkt 50 verbunden ist. Der Verbindungspunkt 50 steht über eine Leitung 51 mit einem weiteren Verbindungspunkt 52 in Verbindung. Der Verbindungspunkt 52 ist über Stichleitungen 53, 54 und 55 mit Stellorganen 56, 57 und 58 verbunden, die ihrerseits mit den Verbindungspunkten 20, 21 und 22 in Verbindung stehen. Ferner ist der Verbindungspunkt 50 an ein Stellorgan 59 angeschlossen, das ferner mit einem Gastromerzeuger 60 in Verbindung steht. Der Gastromerzeuger 60 ist als Burn-out-Ventilator 61 ausgebildet, dessen Ausgangsseite 62 über eine Leitung 63 zum Verbindungspunkt 24 führt.

[0017] Anhand der Figur 2 wird zunächst der Normalbetrieb des Regenerativreaktors 1 beschrieben. Rohgas, beispielsweise mit Lösungsmitteldämpfen versehene Abluft wird mittels der Leitung 23 zugeführt und gelangt über das in Offenstellung befindliche Stellorgan 26 zur Wärmespeicherkammer 2. Dort durchsetzt das Rohgas die aufgeheizte Schüttung 5 und erwärmt sich dabei. Das heiße Rohgas gelangt anschließend in die Verbrennungskammer 11 und wird dort mittels der Brenner 12 gezündet. Aus dem Rohgas wird aufgrund dieser thermischen Verbrennung Reingas. Das Reingas der Verbrennungskammer 11 durchströmt die Schüttung 7 der Wärmespeicherkammer 4 und gelangt über das sich in Offenstellung befindliche Stellorgan 37 zum Abluftventilator 39, der die Antriebsquelle für die bisher erwähnte Gasströmung darstellt. Vom Abluftventilator 39 gelangt das Reingas zum Verbindungspunkt 41 und von dort über das sich in Offenstellung befindliche Stellorgan 42 in den Ablufschornstein 43, der das Reingas an die Außenatmosphäre abgibt. Im vorstehenden ist davon ausgegangen, daß die Schüttung 5 ein hohes Temperaturniveau aufweist. Dies wird dadurch erzielt, daß der vorstehend beschriebene Strömungsweg durch die verschiedenen Wärmespeicherkammern 2 bis 4 des Regenerativreaktors 1 zyklisch umgeschaltet wird, so daß mindestens eine der Wärmespeicherkammern 2 bis 4 von dem heißen Reingas aufgeheizt wird, während mindestens eine andere der Wärmespeicherkammern 2 bis 4

von Rohgas durchströmt wird, wobei die zugehörige Schüttung 5 bis 7 zuvor von dem Reingas aufgeheizt worden ist. Durch entsprechende Ansteuerung der Stellorgane 26 bis 28 sowie 35 bis 37 ist der jeweilige Strömungsweg bestimmbar. Die Stellorgane 26 bis 28, 35 bis 37, 42, 47, 49, 56 bis 58 und 59 sind vorzugsweise als Stellklappen ausgebildet, das heißt, eine verlagerbare Klappe gibt in der einen Stellung den Strömungsweg frei und verschließt in einer anderen Stellung den Durchgang.

[0018] Der Figur 2 ist zu entnehmen, daß das die Wärmespeicherkammer 3 durchströmende Reingas über den Verbindungspunkt 21 durch das sich in Offenstellung befindliche Stellorgan 57 und das sich in Offenstellung befindliche Stellorgan 59 strömt. Der Burn-out-Ventilator 61 treibt die erwähnte Gasströmung an, wobei der Burn-out-Ventilator 61 stromabwärts mit dem Verbindungspunkt 24 in Verbindung steht, so daß das die Schüttung 6 durchgeströmte heiße Reingas in die Leitung 23 zurückgespeist wird. Die Leitung 23 bildet eine Rohgaszufuhr 64 und die Sammelleitung 38 eine Reingasabfuhr 65. Aufgrund des Durchströmens des heißen Reingases durch die Schüttung 6 im erwähnten Kreislauf ist es möglich, eine derart hohe Temperatur in der Wärmespeicherkammer 3 zu erzeugen, daß in der Schüttung 6 vorhandene Kondensate des Rohgases verdampft und/oder verbrannt werden, mithin ein sogenannter Burn-out-Prozeß stattfindet, der der Reinigung dieser Wärmespeicherkammer 3 dient. Während des Burnout-Prozesses wird der Gasströmweg durch die Wärmespeicherkammern 2 und 4 nicht ständig aufrechterhalten, sondern es erfolgt eine Umschaltung derart, daß das Rohgas über das Stellorgan 28 zur zuvor aufgeheizten Schüttung 7 gelangt, in der Verbrennungskammer 11 verbrannt wird, die Schüttung 5 zu dessen Aufheizen passiert und über das Stellorgan 35 zur Abgaszufuhr 65 gelangt und von dort schließlich über den Abluftschornstein 43 an die Außenatmosphäre abgegeben wird. Durch ständiges Umschalten der Gasströmwege durch die Wärmespeicherkammern 2 und 4 ist dessen optimaler Betrieb sichergestellt, ohne daß es zu einer Überhitzung der entsprechenden Schüttungen 2 und 4 kommt.

[0019] Ist der Burn-out-Prozeß der Wärmespeicherkammer 3 abgeschlossen, so wird wieder Normalbetrieb aufgenommen. Zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt dann der Burn-out-Prozeß der Wärmespeicherkammer 2 und -zu einem wiederum späteren Zeitpunkt- der Burn-out-Prozeß der Wärmespeicherkammer 4. Aus allem ist erkennbar, daß ein kontinuierlicher Prozeß durchgeführt wird, wobei permanent Rohgas der Anlage zugeführt wird, also eine Rohgasabnahme nicht gestoppt werden muß.

[0020] Sollte während des Burn-out-Prozesses die Temperatur in der Schüttung 6 einen Grenzwert erreichen, so ist es durch Schließen des Stellorgans 57 möglich, den heißen Gasstrom zu stoppen oder zu reduzieren, so daß eine bestimmte Temperatur in der Schüttung 6 gehalten wird oder der Temperaturanstiegsgradient re-

duziert wird.

[0021] Um die Temperatur des Burn-out-Prozesses in der Schüttung 6 der Wärmespeicherkammer 3 stufenweise auf einen bestimmten Wert -vorzugsweise zeitgesteuert- zu erhöhen, ist es auch möglich, die Stellorgane 57 und/oder 59 derart zu betätigen, daß sich das gewünschte Temperaturprofil in der Schüttung 6 einstellt.

[0022] Während des Burn-out-Prozesses kann es dazu kommen, daß die gewünschte Übertemperatur deutlich überschritten wird. Um diese nicht gewollte Überhitzung zu vermeiden, sind zwei Betriebszustände des Burn-out-Prozesses vorgesehen:

a) wie vorstehend bereits erläutert, durchströmt - angetrieben durch den Burn-out-Ventilator 61- heißes Reingas durch das in Offenstellung befindliche Stellorgan 57 die Schüttung 6, wobei die Übertemperatur erzeugt wird, so daß die Kondensate verbrannt werden, überschreitet die Übertemperatur einen Maximalwert, so daß die vorstehend erwähnte Überhitzung vorliegt, so ist es zum anderen möglich,

b) ein Absenken der Temperatur auf die normale Übertemperatur vorzunehmen, indem Gas aus dem Gaspuffer 44, welches eine niedrigere Temperatur als das die Verbrennungskammer verlassene Gas aufweist, durch den Abluftventilator 39 über die Rückführleitung 48 und die Verbindungspunkte 50, 52 und 21 -in der entgegengesetzten Richtung durch die Schüttung 6 zu drücken. Hierdurch ergibt sich ein Kühleffekt.

[0023] Durch diese beiden Betriebszustände des Burn-out-Prozesses ist es möglich, die Temperatur zu stabilisieren beziehungsweise zu steuern oder zu regeln. Es kann vorgesehen sein, das Durchströmen des heißen Reingases nach a) und das Durchströmen von Gas mit niedrigerer Temperatur nach b) während des Burn-out-Prozesses jeweils einmal oder jeweils aber auch mehrmals vorzunehmen.

[0024] Die Figur 3 verdeutlicht, daß im Normalbetrieb oder im Burn-out-Betrieb mittels des Gaspuffers 44 ein Mischgas gepuffert werden kann, um zu verhindern, daß dieses an die Außenatmosphäre gelangt. Das Mischgas entsteht dadurch, daß die Stellorgane 26 und 35 beziehungsweise 27 und 36 beziehungsweise 28 und 37 gleichzeitig betätigt werden. Das heißt, wenn sich beispielsweise das Stellorgan 26 schließt, so öffnet sich das Stellorgan 35, wenn der Gasströmungsweg entsprechend umgeschaltet werden soll. Dies bedeutet aber beispielsweise, daß das durch das Stellorgan 26 strömende Rohgas über den Verbindungspunkt 20 kurzfristig nicht in die Wärmespeicherkammer 2 gelangt, sondern ferner den "Kurzschlußweg" passieren kann, der zum Stellorgan 35 führt. Demgemäß können bestimmte Anteile des Rohgases über diesen Weg zur Sammelleitung 38 gelangen. Es besteht also kurzfristig eine Verbindung zwischen der Rohgaszufuhr 64 und der Reingasabfuhr 65. Entsprechende Verhältnisse liegen bei den Stellorganen

27 und 36 sowie 28 und 37 vor. Um nun zu verhindern, daß in das Reingas eingeströmtes Rohgas, nämlich das aufgrund dieses Vorgangs gebildete Mischgas, über den Abluftventilator 39 und das Stellorgan 42 zum Abluftschornstein 43 und damit in die Außenatmosphäre gelangt, ist vorgesehen, das Stellorgan 42 zu schließen, so daß das Mischgas in den Gaspuffer 44 eintritt. Der Gaspuffer 44 ist als Pufferschleifen-Leitung 45 ausgebildet, dessen Volumen derart groß ist, daß es die während des Umschaltens entstehende Mischgasmenge aufnehmen kann. Mithin strömt das Mischgas durch die Pufferschleifen-Leitung 45, wobei der "Kopf" dieser Strömung den Verbindungspunkt 46 noch nicht erreicht hat, wenn die Umschaltung der verschiedenen Stellorgane abgeschlossen ist. Auf diese Art und Weise ist es möglich, das Mischgas über die Leitung 48 sowie die Stellorgane 49 und 59 mittels des Gasstromerzeugers 60 zum Verbindungspunkt 24 und damit in die Rohgaszufuhr 64 zurückzuführen. Ist dies erfolgt und der Umschaltprozeß abgeschlossen, so kann das Reingas wieder auf "normalem Wege", also über das Stellorgan 42 in den Abluftschornstein 43 geführt werden. Um sicherzustellen, daß während der Einleitung des Mischgases in die Pufferschleifen-Leitung 45 dort kein Überdruck entsteht, wird während des Füllens des Puffers das Stellorgan 47 geöffnet. Da der "Kopf" des Mischgases jedoch während des Umschaltprozesses den Verbindungspunkt 46 nicht erreicht, ist ein Austreten von Mischgas über das Stellorgan 47 und den Abluftschornstein 43 verhindert.

[0025] Die Figur 4 verdeutlicht einen Betriebszustand, bei dem ein Burn-out-Prozeß in der Wärmespeicherkammer 3 stattgefunden hat und der Normalbetrieb möglichst schnell mit der Wärmespeicherkammer 3 wieder aufgenommen werden soll. Da die Schüttung 6 die erwähnte Übertemperatur hat, ist es also erforderlich, diese möglichst schnell auf die Normaltemperatur herunterzukühlen. Dies kann dadurch erfolgen, daß das heiße Rohgas durch die Wärmespeicherkammer 4 geführt wird und insofern Wärme abgibt. Es gelangt dann über das Stellorgan 37 und den Abluftventilator 39 in die Pufferschleifen-Leitung 45 und von dort teilweise über das Stellorgan 47 in den Abluftschornstein 43. Ein anderer Teil des Rohgases wird über den Verbindungspunkt 46 und die Rückführleitung 48 sowie das in Offenstellung befindliche Stellorgan 49 zum Verbindungspunkt 50 geführt. Es ist verständlich, daß sich aufgrund dieses Weges das Rohgas entsprechend herabgekühlt hat, so daß es dann, wenn es über den Verbindungspunkt 52 und das sich in Offenstellung befindliche Stellorgan 57 die Schüttung 6 der Wärmespeicherkammer 3 passiert dort kühlend wirkt und auf diese Art und Weise relativ schnell die Schüttungstemperatur erniedrigt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur thermischen Reinigung eines mittels einer Rohgaszufuhr gelieferten Rohgases in einem

regenerativen Prozeß, mit folgenden Schritten:

- Durchleitung des Rohgases durch eine zuvor mittels Reingas aufgeheizte erste Wärmespeicherkammer in eine Verbrennungskammer,
- Ableitung des durch Verbrennung in der Verbrennungskammer aus dem Rohgas gebildeten Reingases durch eine aufzuheizende zweite Wärmespeicherkammer in eine Reingasabfuhr,
- Umschaltung der vorstehend genannten Gasströmung während eines Kammerregenerations-Betriebszustands derart, daß das Rohgas die zweite Wärmespeicherkammer und das Reingas die erste Wärmespeicherkammer durchströmt,
- wobei während des Kammerregenerations-Betriebszustands Gas aus der Verbrennungskammer eine dritte Wärmespeicherkammer zu deren Kammerregeneration (Burn-out-Prozeß) durchströmt und in die Rohgaszufuhr eingespeist wird,
- Pufferung von beim Umschalten durch Eintritt von Rohgas in das Reingas gebildetem Mischgas und Rückführung des gepufferten Mischgases in die Rohgaszufuhr und/oder in die dritte Wärmespeicherkammer,
- wobei die Pufferung durch Einleiten des Mischgases in eine Pufferschleifen-Leitung erfolgt, deren Volumen derart groß ausgebildet ist, dass es die während der Zeit des Umschaltens strömende Mischgasmenge aufnehmen kann.

2. Vorrichtung zur thermischen Reinigung eines mittels einer Rohgaszufuhr gelieferten Rohgases in einem regenerativen Prozeß, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, mit mindestens drei Wärmespeicherkammern (2, 3, 4), die über umschaltbare Stellorgane (26 bis 28, 35 bis 37) mit der Rohgaszufuhr (64) und/oder einer Reingasabfuhr (65) verbindbar sind und die ferner mit mindestens einer Verbrennungskammer (11) in Verbindung stehen, wobei die Reingasabfuhr (65) zur Speicherung vom beim Umschalten der Stellorgane (26 bis 28, 35 bis 37) durch Eintritt von Rohgas in das Reingas gebildetem Mischgas mit einem Gaspuffer (44) verbindbar ist, der ausgangsseitig mit der Rohgaszufuhr (64) und/oder mit mindestens einer der Wärmespeicherkammern verbunden werden kann, wobei der Gaspuffer (44) als Pufferschleifen-Leitung (45) ausgebildet ist.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeweils mindestens eine der Wärmespeicherkammern (2,3,4) während eines Kammerregenerations-Betriebszustands mit einer zur Rohgaszufuhr (64) führenden Rückführleitung verbindbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Rückführleitung ein Gasstromerzeuger (60), insbesondere ein Burn-out-Ventilator (61), angeordnet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Pufferschleifen-Leitung (45) stromaufwärts des Gasstromerzeugers (60) in die Rückführleitung mündet.

Claims

1. Process for thermal scrubbing of a raw gas delivered by means of a raw gas supply in a regenerative process, comprising the following steps:

- directing the raw gas through a first heat storage chamber previously heated by clean gas into a combustion chamber,
- withdrawing the clean gas formed from the raw gas by combustion in the combustion chamber through a second heat storage chamber that is to be heated into a clean gas discharge,
- switching the afore-mentioned gas flow during a chamber regeneration operating state, such that the raw gas flows through the second heat storage chamber and the clean gas through the first heat storage chamber,
- wherein, during the chamber regeneration operating state, gas from the combustion chamber flows through a third heat storage chamber for its chamber regeneration (burnout process) and is fed into the raw gas supply,
- buffering of mixed gas that is formed by raw gas entering into the clean gas during the switch-over, and returning the buffered mixed gas to the raw gas supply and/or the third heat storage chamber,
- wherein the buffering is accomplished by directing the mixed gas into a buffer loop line, the volume of which is designed to be sufficiently large that it can accommodate the mixed gas amount flowing at the time of the switchover.

2. Apparatus for thermal scrubbing of a raw gas delivered by means of a raw gas supply in a regenerative process, particularly to implement the process as claimed in one or several of the preceding claims, with at least three heat storage chambers (2, 3, 4) which can be connected with the raw gas supply (64) and/or a clean gas discharge (65) via switchable control members (26 to 28, 35 to 37) and which further communicate with at least one combustion chamber (11), wherein the clean gas discharge (65), to store a mixed gas that is formed by raw gas entering into the clean gas during the switchover of control members (26 to 28, 35 to 37), can be connected with a

gas buffer (44) that on the output side can be connected with the raw gas supply (64) and/or with at least one of the heat storage chambers, wherein the gas buffer (44) is embodied as a buffer loop line (45).

3. Apparatus as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** at least one of the heat storage chambers (2, 3, 4), during a chamber regeneration operating state can be connected with a return line leading to the raw gas supply (64).

4. Apparatus as claimed in claim 3, **characterized in that** a gas flow generator (60), particularly a burnout blower (61), is arranged in the return line.

5. Apparatus as claimed in claim 4, **characterized in that** the buffer loop line (45) opens out into the return line upstream from the gas flow generator (60).

Revendications

1. Procédé de purification thermique d'un gaz brut fourni au moyen d'un système d'adduction de gaz brut dans un processus régénératif, comprenant les étapes suivantes:

- transfert du gaz brut vers une chambre de combustion en le faisant passer par une première chambre d'accumulation thermique préalablement chauffée au moyen d'un gaz propre;
- évacuation, vers un système d'évacuation de gaz propre, du gaz propre obtenu à partir du gaz brut par combustion dans la chambre de combustion, en le faisant passer par une deuxième chambre d'accumulation thermique à chauffer;
- inversion de l'écoulement de gaz susvisé pendant un état de fonctionnement de régénération des chambres de manière telle que le gaz brut traverse la deuxième chambre d'accumulation thermique et le gaz propre, la première chambre d'accumulation thermique,
- du gaz provenant de la chambre de combustion traversant, pendant l'état de fonctionnement de régénération des chambres, une troisième chambre d'accumulation thermique pour la régénération de celle-ci [processus de combustion complète (burn out)] et étant injecté dans le système d'adduction de gaz brut,
- accumulation du gaz mixte obtenu lors de l'inversion par l'entrée de gaz brut dans le gaz propre et retour du gaz mixte accumulé dans le système d'adduction de gaz brut et/ou dans la troisième chambre d'accumulation thermique,
- l'accumulation se produisant par introduction du gaz mixte dans une conduite en boucle d'accumulation dont le volume est réalisé avec une taille telle qu'il peut accueillir la quantité de gaz

mixte qui s'écoule pendant le temps de l'inversion.

2. Dispositif de purification thermique d'un gaz brut
fourni au moyen d'un système d'adduction de gaz
brut dans un processus régénératif, en particulier
pour la mise en oeuvre du procédé selon une ou
plusieurs des revendications précédentes, avec au
moins trois chambres d'accumulation thermique (2,
3, 4) qui peuvent être reliées, par l'intermédiaire d'or-
ganes de réglage inversibles (26 à 28, 35 à 37), au
système d'adduction de gaz brut (64) et/ou à un sys-
tème d'évacuation de gaz propre (65) et qui sont en
outre reliées à au moins une chambre de combustion
(11), le système d'évacuation de gaz propre (65)
pouvant être relié à un réservoir de gaz (44) pour
stocker le gaz mixte obtenu lors de l'inversion des
organes de réglage (26 à 28, 35 à 37) par l'entrée
de gaz brut dans le gaz propre, lequel réservoir peut
être relié, côté sortie, au système d'adduction de gaz
brut (64) et/ou à au moins l'une des chambres d'ac-
cumulation thermique, le réservoir de gaz (44) étant
réalisé en tant que conduite en boucle d'accumula-
tion (45).

5
10
15
20
25
3. Dispositif selon l'une des revendications précéden-
tes, **caractérisé en ce que** respectivement au
moins l'une des chambres d'accumulation thermi-
que (2, 3, 4) peut, pendant un état de fonctionnement
de régénération des chambres, être reliée à une con-
duite de retour conduisant au système d'adduction
de gaz brut (64).

30
4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en
ce qu'**est situé, dans la conduite de retour, un gé-
nérateur de courant de gaz (60), en particulier un
ventilateur de combustion complète (burn out) (61).

35
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en
ce que** la conduite en boucle d'accumulation (45)
débouche, en amont du générateur de courant de
gaz (60), dans la conduite de retour.

40

45

50

55

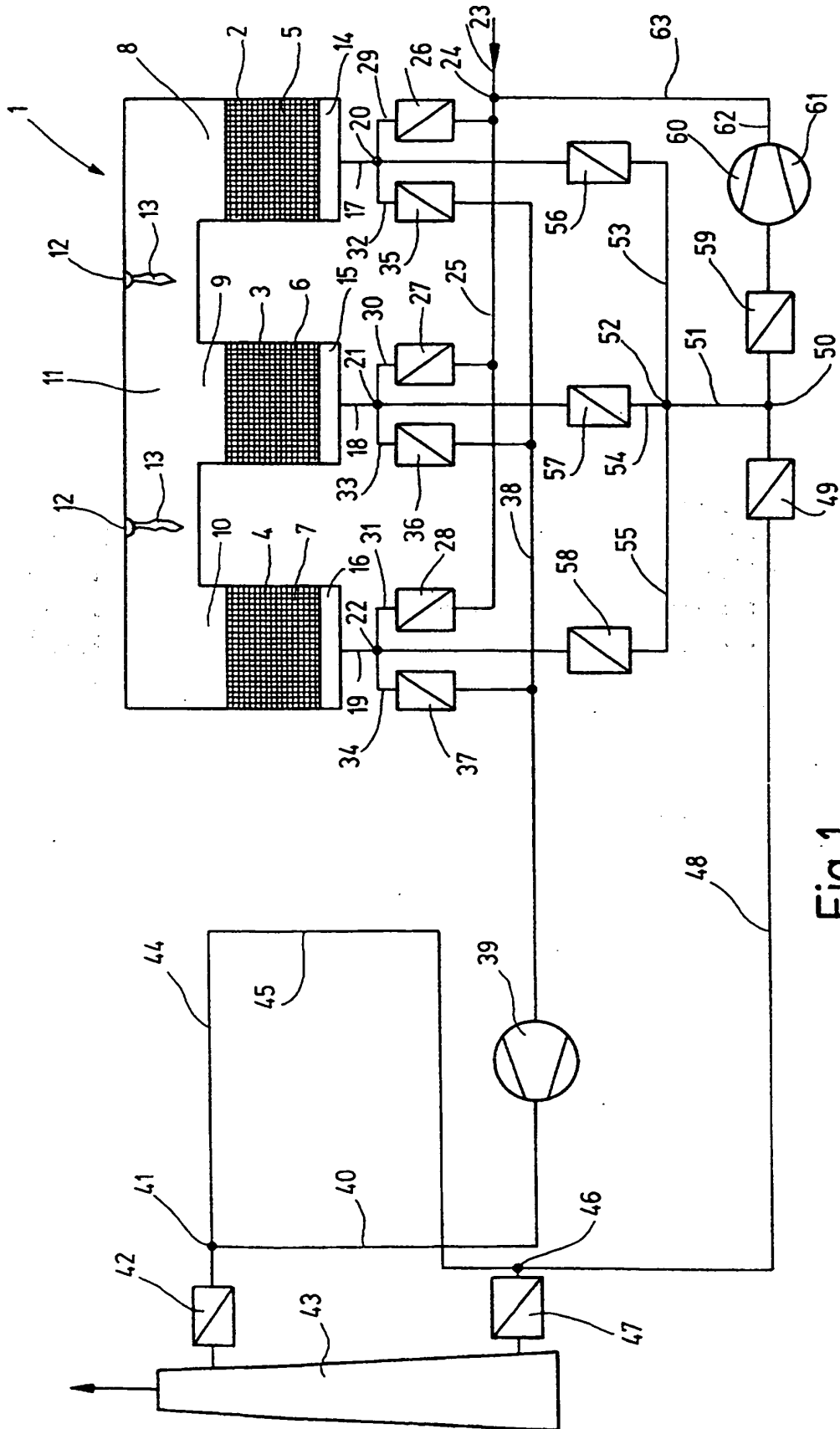


Fig.1

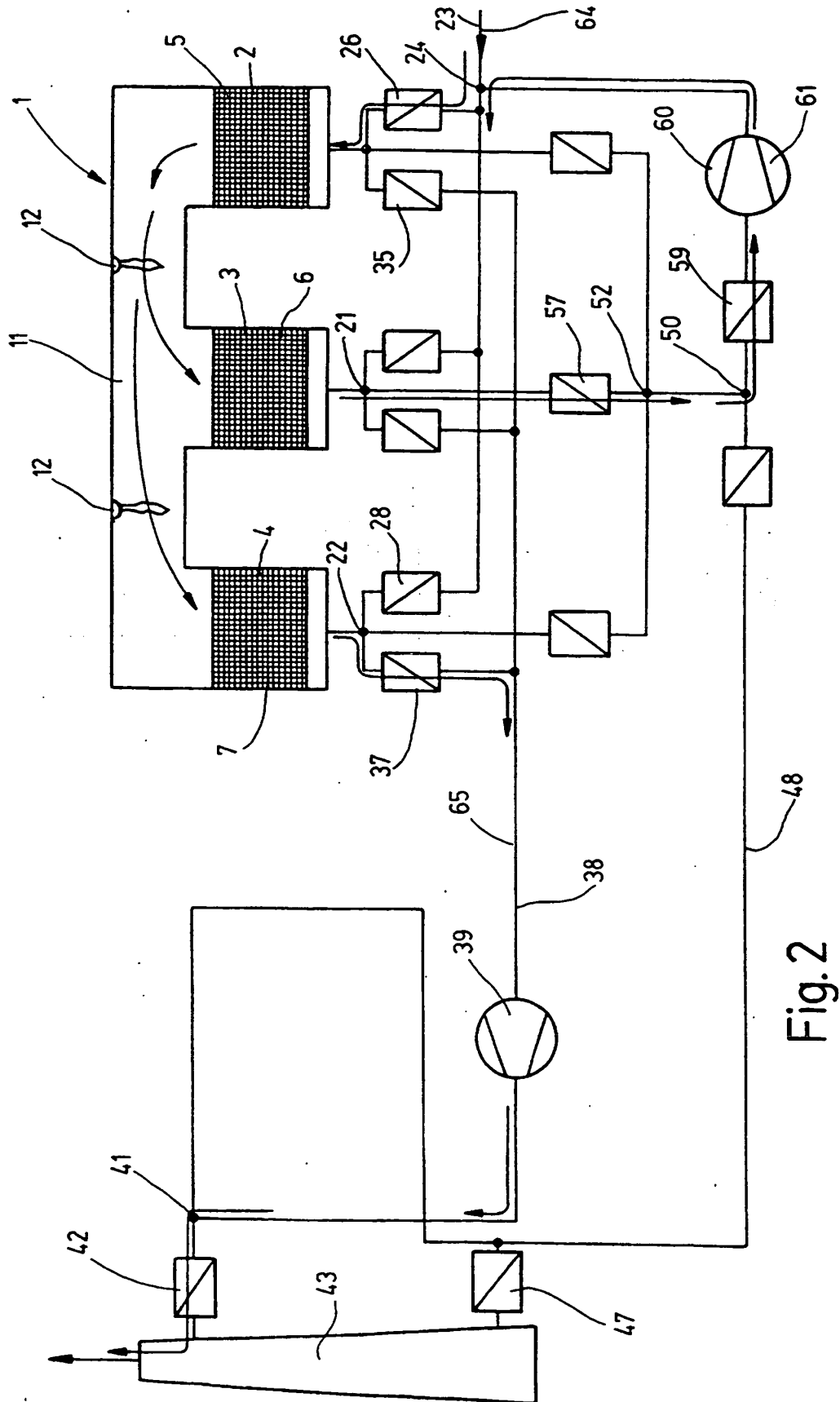


Fig. 2

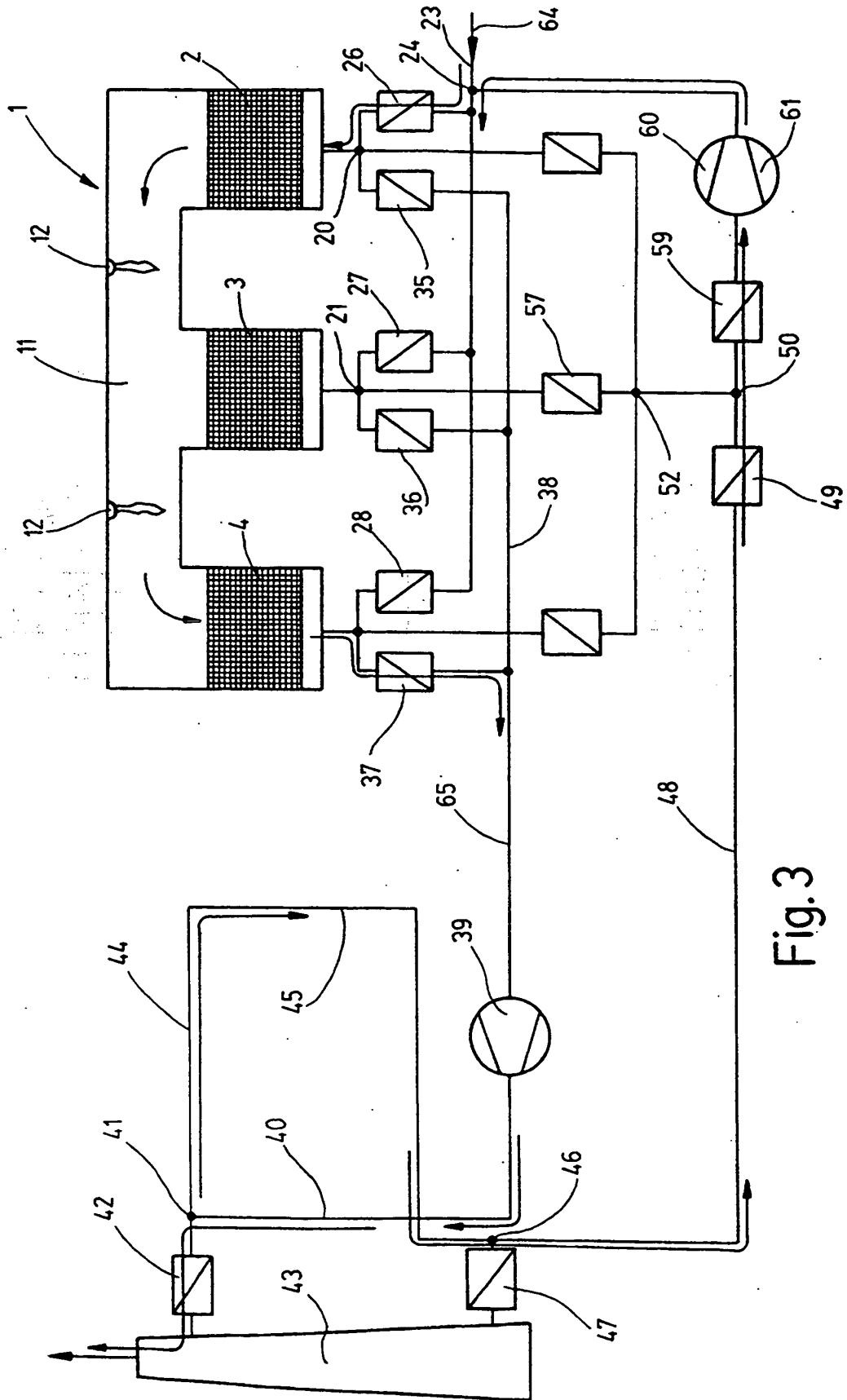


Fig. 3

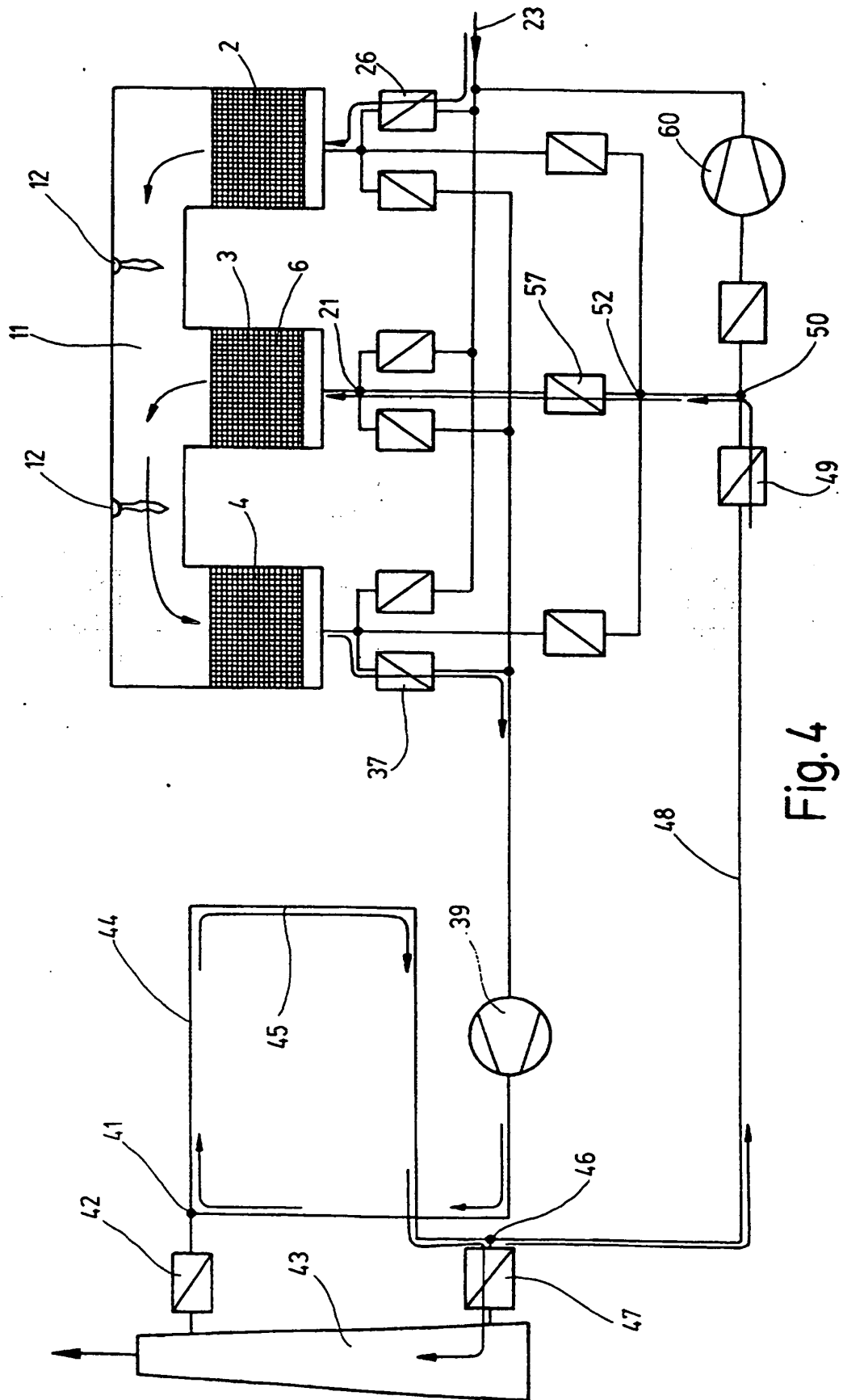


Fig. 4