(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 730 449 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.11.2017 Patentblatt 2017/44

(21) Anmeldenummer: **05743002.7**

(22) Anmeldetag: **17.03.2005**

(51) Int Cl.:
F23R 3/34 *(2006.01)* ***F02C 7/228*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/051229

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/093327 (06.10.2005 Gazette 2005/40)

(54) **BRENNKAMMER FÜR EINE GASTURBINE UND ZUGEHÖRIGES BETRIEBSVERFAHREN**

COMBUSTION CHAMBER FOR A GAS TURBINE AND ASSOCIATED OPERATING METHOD

CHAMBRE DE COMBUSTION POUR TURBINE A GAZ ET PROCEDE DE FONCTIONNEMENT CORRESPONDANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **29.03.2004 DE 102004015187**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.12.2006 Patentblatt 2006/50

(73) Patentinhaber: **Ansaldo Energia IP UK Limited**
London W1G 9DQ (GB)

(72) Erfinder:
- **FLOHR, Peter**
  CH-5300 Turgi (CH)
- **SCHUERMANS, Bruno**
  CH-4057 Basel (CH)
- **TOQAN, Majed**
  Abu Dhabi (AE)

(74) Vertreter: **Bernotti, Andrea et al**
Studio Torta S.p.A.
Via Viotti, 9
10121 Torino (IT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 050 713
WO-A-02/052201
WO-A-02/061335
US-A- 5 303 542
US-A1- 2004 025 512
US-B1- 6 205 764
US-B1- 6 584 775
US-B2- 6 370 863
US-B2- 6 425 239

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 730 449 B1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkammer für eine Gasturbine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem ein zugehöriges Betriebsverfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 9.

Stand der Technik

[0002] Aus der US 6,370,863 B2 ist eine Brennkammer für eine Gasturbine bekannt, die ein Brennersystem aufweist, das mehrere Brennergruppen mit jeweils mehreren Brennern besitzt. Desweiteren ist ein Brennstoffversorgungssystem vorgesehen, das eine mit einer Brennstoffquelle verbundene Hauptleitung sowie für jede Brennergruppe eine Nebenleitung aufweist, die mit jedem Brenner der zugehörigen Brennergruppe und über ein steuerbares Verteilerventil mit der Hauptleitung verbunden ist. Außerdem ist ein Brennraum vorgesehen, an dessen Eintritt die Brenner angeordnet sind. Bei der bekannten Brennkammer sind die einzelnen Brenner in einem Pilot-Modus und in einem Vormisch-Modus betreibbar, wobei innerhalb einer Brennergruppe stets sämtliche Brenner entweder im Vormisch-Modus oder im Pilot-Modus betrieben werden. Je nach Betriebsmodus benötigen die Brenner mehr oder weniger Brennstoff, was über die Verteilerventile einstellbar ist. Die Betätigung der Verteilerventile erfolgt bei der bekannten Brennkammer in Abhängigkeit des jeweiligen Lastzustands der Brennkammer.

[0003] Zur Erzielung möglichst niedriger Emissionswerte für Schadstoffe werden die Brenner im Nennbetriebspunkt der Brennkammer möglichst mager betrieben. Durch den Magerbetrieb führt die im Brennraum ablaufende homogene Verbrennungsreaktion zu vergleichsweise niedrigen Temperaturen. Da die Schadstoffbildung, insbesondere die Bildung von NO_x überproportional von der Temperatur abhängt, führen die niedrigen Verbrennungstemperaturen zu einer Reduzierung der Schadstoffemissionen. Andererseits hat sich gezeigt, dass eine homogene Temperaturverteilung im Brennraum die Entstehung von Druckpulsationen begünstigt. Thermoakustische Druckpulsationen führen zum einen zu einer Lärmbelästigung und können zum anderen die Verbrennungsreaktion nachteilig beeinflussen. Im Extremfall können starke Druckpulsationen die Flamme im Brennraum auslöschen. Dabei hat sich gezeigt, dass die Verbrennungsreaktion bei weniger mageren oder bei fetten Brennstoff-Oxidator-Gemischen weniger anfällig für thermoakustische Instabilitäten ist. Insbesondere können Zonen mit fetter Verbrennung benachbarte Zonen mit Magerverbrennung stabilisieren.

[0004] Aus der EP 1 050 713 A1 ist ein Verfahren zur Unterdrückung bzw. Kontrolle von thermoakustischen Schwingungen in einer Brennkammer bekannt, bei dem in einer geschlossenen Regelschleife besagte Schwingungen dedektiert und in Abhängigkeit von den dedektierten Schwingungen akustische Schwingungen einer bestimmten Amplitude und Phase erzeugt und in den Brennraum eingekoppelt werden. Durch diese Maßnahme werden die thermoakustischen Schwingungen unterdrückt bzw. reduziert, wenn innerhalb der Regelschleife die Amplitude der erzeugten akustischen Schwingungen proportional zur Amplitude der dedektierten Schwingungen gewählt wird. Bei diesem Verfahren werden somit die in bestimmten Betriebssituationen entstehenden thermoakustischen Schwingungen bedämpft.

[0005] US6205764B1 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Unterdrückung der thermischen Schwingungen in einer Brennkammer.

Darstellung der Erfindung

[0006] Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, beschäftigt sich mit dem Problem, für eine Brennkammer der eingangs genannten Art einen Weg zur Verbesserung des Betriebsverhaltens aufzuzeigen, wobei insbesondere die Entstehung von Druckpulsationen und/oder die Emission von Schadstoffen reduziert werden sollen.

[0007] Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, für jede Brennergruppe zugehörige Werte für Druckpulsationen und/oder Schadstoffemissionen zu ermitteln und in deren Abhängigkeit die Brennstoffzufuhr zu den Brennergruppen zu regeln. Realisiert wird dies erfindungsgemäß mit einer Sensorik, die für jede Brennergruppe separat die Werte für die Druckpulsationen und/oder Emissionen erfasst und einer Steuerung zur Verfügung stellt, die in Abhängigkeit dieser Pulsationswerte bzw. Emissionswerte Verteilerventile, die den Brennstoffstrom zu den einzelnen Brennergruppen steuern, ansteuert bzw. betätigt. Dabei erfolgt die Ansteuerung bzw. Betätigung der Verteilerventile so, dass bei jeder Brennergruppe die Pulsationswerte und/oder die Emissionswerte vorbestimmte Schwellwerte einnehmen bzw. unterschreiten.

[0009] Mit Hilfe der Erfindung kann das Brennersystem im Betrieb der Brennkammer im Hinblick auf möglichst niedrige Schadstoffemissionen und zusätzlich oder alternativ im Hinblick auf möglichst geringe Druckpulsationen betrieben werden. Erfindungsgemäß erfolgt die Betätigung der Verteilerventile nicht direkt in Abhängigkeit der Pulsationswerte bzw. der Emissionswerte, sondern indirekt mittels Anteilsfaktoren, die für die jeweilige Brennergruppe den dieser Brennergruppe zugeführten Anteil an einem vorbestimmten, dem Brennraum zuzuführenden Gesamtbrennstoffstrom repräsentieren. Die Steuerung ermittelt in Abhängigkeit der Pulsationswerte und/oder Emissionswerte für jede Brennergruppe einen

Anteilsfaktor und steuert dann die Verteilerventile in Abhängigkeit dieser Anteilsfaktoren an. Diese Vorgehensweise vereinfacht die Handhabung der Verteilerventile bzw. deren Betätigung. Die Steuerung ermittelt die Anteilsfaktoren, so dass der Gesamtbrennstoffstrom konstant bleibt. Somit wirkt sich die Regelung der Brennstoffströme für die Brennergruppen nicht oder nur geringfügig auf die Leistung der Brennkammer aus.

[0010] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0011] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 bis 4 jeweils eine stark vereinfachte, schaltplanartige Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Brennkammer bei unterschiedlichen Ausführungsformen.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0012] Entsprechend Fig. 1 umfasst eine erfindungsgemäße Brennkammer 1 einer im Übrigen nicht dargestellten Gasturbine ein Brennersystem 2, ein Brennstoffversorgungssystem 3 sowie einen Brennraum 4, der ringförmig ausgestaltet ist. Das Brennersystem 2 umfasst mehrere Brenner 5, die an einem Eintritt 6 des Brennraums 4 in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind. Das Brennersystem 2 umfasst außerdem mehrere Brennergruppen A und B, denen jeweils wenigstens einer der Brenner 5 zugeordnet ist. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 sind zwei Brennergruppen A und B vorgesehen, denen jeweils mehrere Brenner 5 zugeordnet sind. In Fig. 1 sind die Brenner 5 der einen Brennergruppe A mit 5A bezeichnet, während die Brenner 5 der anderen Brennergruppe B mit 5B bezeichnet sind.

[0013] Das Brennstoffversorgungssystem 3 umfasst eine Hauptleitung 7, die mit einer nicht näher gezeigten Brennstoffquelle 8 verbunden ist. Desweiteren umfasst das Brennstoffversorgungssystem 3 für jede Brennergruppe A, B eine Nebenleitung 9, die entsprechend ihrer Zuordnung zur jeweiligen Brennergruppe A, B ebenfalls mit 9A bzw. 9B bezeichnet sind. Dementsprechend sind hier zwei Nebenleitungen 9A, 9B vorgesehen, die jeweils mit jedem Brenner 5 der zugehörigen Brennergruppe A bzw. B verbunden sind. Beispielsweise sind die Nebenleitungen 9 unmittelbar vor den Brennern 5 als Ringleitungen ausgebildet. Desweiteren sind die Nebenleitungen 9 jeweils über ein Verteilerventil 10 mit der Hauptleitung 7 verbunden. Auch die Verteilerventile 10 sind entsprechend ihrer Zugehörigkeit zu einer der Brennergruppen A, B mit 10A bzw. 10B bezeichnet.

[0014] Die erfindungsgemäße Brennkammer 1 umfasst außerdem eine Sensorik 11, die mit einer Steuerung 12 verbunden ist. Die Sensorik 11 ist so ausgestaltet, dass sie für jede Brennergruppe A, B separat Druckpulsationswerte, die mit im Brennraum 4 auftretenden Druckpulsationen der jeweiligen Brennergruppe A, B korrelieren, und/oder Emissionswerte erfassen kann, die mit SchadstoffEmissionen, insbesondere mit NO_x-Emissionen, der jeweiligen Brennergruppe A, B korrelieren. Beispielsweise ist die Sensorik 11 hierzu für jede Brennergruppe A, B mit wenigstens einem Drucksensor 19 und wenigstens einem Emissionssensor 13 ausgestattet. Die einzelnen Sensoren 13, 19 stehen mit der Steuerung 12 über entsprechende Signalleitungen 14 in Verbindung. Es ist klar, dass die Sensorik 11 jeder Brennergruppe A, B auch mehrere Drucksensoren 19 bzw. mehrere Emissionssensoren 13 zuordnen kann. Insbesondere kann die Sensorik 11 für jeden einzelnen Brenner 5 separat einen Drucksensor 19 und einen Emissionssensor 13 aufweisen.

[0015] Die Steuerung 12 dient zur Betätigung der Verteilerventile 10 und ist zu diesem Zweck mit diesen über entsprechende Steuerleitungen 15 verbunden. Die Steuerung 12 ist so ausgestaltet, dass sie die Verteilerventile 10 in Abhängigkeit der ermittelten Pulsationswerte und/oder in Abhängigkeit der ermittelten Emissionswerte betätigen kann. Diese Betätigung erfolgt erfindungsgemäß dabei so, dass bei jeder Brennergruppe A, B die Pulsationswerte bzw. die Emissionswerte vorbestimmte Schwellwerte einnehmen bzw. unterschreiten. Hierzu enthält die Steuerung 12 einen geeigneten Algorithmus, der aus den eingehenden Pulsationswerten und Emissionswerten ausgehende Steuersignale zur Betätigung der Verteilerventile 10 ermittelt.

[0016] Wichtig ist hierbei, dass die den einzelnen Brennergruppen A, B zugeordneten Verteilerventile 10A, 10B individuell angesteuert werden, d.h. das der ersten Brennergruppe A zugeordnete erste Verteilerventil 10A wird von der Steuerung 12 in Abhängigkeit der an der ersten Brennergruppe A auftretenden Druckpulsationen bzw. Emissionen betätigt, während das der zweiten Brennergruppe B zugeordnete zweite Verteilerventil 10B von der Steuerung 12 in Abhängigkeit der an der zweiten Brennergruppe B auftretenden Pulsationen bzw. Emissionen angesteuert wird. Da die Ansteuerung der Verteilerventile 10 außerdem so erfolgt, dass dadurch diejenige Größe variiert wird, die für den Steuervorgang verantwortlich ist, bildet die Steuerung 12 in Verbindung mit der Sensorik 11 für jede Brennergruppe A, B einen separaten und geschlossenen Regelkreis. In jedem dieser Regelkreise werden der Pulsationswert und/oder der Emissionswert in Abhängigkeit eines Soll-Ist-Vergleichs auf vorbestimmte Schwellwerte eingeregelt. Erfindungsgemäß sind diese Regelkreise jedoch nicht unabhängig voneinander, sondern vielmehr durch wenigstens eine Randbedingung miteinander gekoppelt. Erfindungsge-

mäß erfolgt die Kopplung der Regelkreise durch die Vorgabe eines Gesamtbrennstoffstroms, der insgesamt dem Brennraum 4 über sämtliche Brenner 5 zugeführt werden soll. Dieser Gesamtbrennstoffstrom ist letztlich für die Leistung der Brennkammer 1 verantwortlich. Durch die Vorgabe eines konstanten Gesamtbrennstoffstroms kann die Leistung der Brennkammer 1 im wesentlichen konstant gehalten werden, auch dann, wenn ihre einzelnen Brennergruppen A, B hinsichtlich des der jeweiligen Brennergruppe A, B zugeführten Teilbrennstoffstroms variiert werden. Diese Variationen werden dabei durch den Regeleingriff der Steuerung 12 an den Verteilerventilen 10 in Abhängigkeit der Druckpulsationen bzw. der Emissionen realisiert. Die erfindungsgemäße Brennkammer 1 ist dadurch besonders für einen stationären Betrieb geeignet.

[0017] Durch die individuelle Regelung der einzelnen Brennergruppen A, B kann besonders effektiv ein Betriebszustand für die Brennkammer 1 eingestellt werden, in dem besonders niedrige Emissionswerte und/oder besonders niedrige Druckpulsationen auftreten, so dass die Brennkammer 1 schadstoffarm und stabil arbeitet. Erfindungsgemäß ermittelt die Steuerung 12 in Abhängigkeit der gemessenen Pulsationswerte bzw. Emissionswerte für jede Brennergruppe A, B einen Anteilsfaktor. Jeder Anteilsfaktor repräsentiert dabei den der zugehörigen Brennergruppe A, B zugeführten Anteil am Gesamtbrennstoffstrom. Die Ansteuerung der Verteilerventile 10 erfolgt dann in Abhängigkeit dieser Anteilsfaktoren und somit nur noch indirekt in Abhängigkeit der gemessenen Werte für die Pulsationen und Emissionen. Durch die Verwendung solcher Anteilsfaktoren vereinfacht sich die Ansteuerung der Verteilerventile 10. Somit lässt sich auch eine Regelung besonders einfach realisieren, bei welcher der Gesamtbrennstoffstrom auch bei variierenden Anteilsfaktoren konstant bleibt. Beim Beispiel mit zwei Brennergruppen A, B wird für die erste Brennergruppe A z.B. ein Anteilsfaktor von 20% ermittelt. Wenn der gesamte Brennstoffstrom konstant gehalten werden soll, muss die Summe aller Anteilsfaktoren dann 100% ergeben, so dass bei diesem Beispiel der Anteilsfaktor der zweiten Brennergruppe B bei 80% liegt. Entsprechend Fig. 2 kann das Brennersystem 2 bei einer anderen Ausführungsform wieder 2 Brennergruppen A und B aufweisen. Während bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 die einzelnen Brenner 5 jedoch einstufig ausgebildet sind, sind die Brenner 5 bei der Variante gemäß Fig. 2 mehrstufig, hier zweistufig ausgestaltet. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind bei beiden Brennergruppen A, B jeweils alle Brenner als Mehr- bzw. Zweistufenbrenner 5 ausgestaltet. Die einzelnen Brennerstufen I, II sind in Fig. 2 dadurch erkennbar, dass die Brennstoffzuführung zum jeweiligen Brenner 5 an unterschiedlichen Stellen erfolgt. Beispielsweise besitzt jeder Zweistufenbrenner 5 eine erste Brennerstufe I mit einer im wesentlichen axialen und zentralen Brennstoffzuführung und eine zweite Brennerstufe II mit einer im wesentlichen exzentrischen und radialen Brennstoffzuführung. Beispielsweise ermöglicht die erste Brennerstoffe I einen Pilot-Modus und die zweite Brennerstufe II einen Vormisch-Modus. Desweiteren sind beliebige Misch-Betriebszustände zwischen den beiden genannten extremen Betriebs-Modi einstellbar.

[0018] Das Brennstoffversorgungssystem 3 besitzt nun für jede Brennergruppe A, B, die Mehrstufenbrenner 5 aufweist, genau so viele Nebenleitungen 9 wie die Brenner 5 dieser Brennergruppe A, B Brennerstufen I, II aufweisen. Im vorliegenden Beispiel sind somit innerhalb jeder Brennergruppe A, B zwei Nebenleitungen 9 vorgesehen, wobei jede dieser Nebenleitungen 9 innerhalb dieser Brennergruppe A, B bei allen Brennern 5 mit derselben Brennerstufe I oder II verbunden ist. Das heisst, dass im vorliegenden Fall vier Nebenleitungen 9 vorgesehen sind, nämlich eine erste Nebenleitung $9A_I$, welche die ersten Brennerstufen I der Brenner 5A in der ersten Brennergruppe A über ein erstes Verteilerventil $10A_I$ mit der Hauptleitung 7 verbindet. In entsprechender Weise verbindet eine zweite Nebenleitung $9A_{II}$ innerhalb der ersten Brennergruppe A bei allen Brennern 5A die zweite Brennerstufe II mit einem zweiten Verteilerventil $10A_{II}$. Desweiteren verbindet eine dritte Nebenleitung $9B_I$ die ersten Brennerstufen I der Brenner 5B innerhalb der zweiten Brennergruppe B mit einem dritten Verteilerventil $10B_I$, während eine vierte Nebenleitung $9B_{II}$ bei sämtlichen Brennern 5B der zweiten Brennergruppe B deren zweite Brennerstufe II mit einem vierten Verteilerventil $10B_{II}$ verbindet.

[0019] Die Steuerung 12 ist bei dieser Ausführungsform dann so ausgestaltet, dass sie in Abhängigkeit der über die Sensorik 11 ermittelten Emissionswerte bzw. Pulsationswerte die Verteilerventile 10 ansteuern kann. Durch eine entsprechende Aufteilung des einer jeden Brennergruppe A, B zugeführten Brennstoffstroms auf die Brennerstufen I, II der jeweiligen Brennergruppe A, B kann nun auf effektive Weise das thermoakustische Pulsationsverhalten der jeweiligen Brenner 5 beeinflusst werden. In entsprechender Weise kann auch die Abgasemission durch eine Aufteilung der Brennströme auf die Brennerstufen I, II beeinflusst werden.

[0020] Zweckmäßig werden auch hier für die einzelnen Brennerstufen I, II innerhalb der einzelnen Brennergruppen A, B separate geschlossene Regelkreise geschaffen, die eine besonders effektive Regelung der einzelnen Brenner 5 im Hinblick auf die gewünschten Sollwerte bzw. Schwellwerte für die Pulsationen und Emissionen ermöglichen.

[0021] Auch bei einer solchen Ausführungsform wird der Gesamtbrennstoffstrom während der Regelungsvorgänge konstant gehalten. Desweiteren kann es wichtig sein, die Verteilung des Brennstoffstroms auf die einzelnen Brennstoffstufen I, II so durchzuführen, dass dem jeweiligen Brenner 5 stets ein konstanter Brennstoffstrom zugeführt wird, so dass der einzelne Brenner 5 eine konstante Brennerleistung aufweist. Insoweit können die einzelnen Regelkreise durch die genannten Randbedingung miteinander gekoppelt sein.

[0022] Eine vereinfachte Ansteuerung kann dabei bei einer Ausführungsform gemäß Fig. 3 erzielt werden, bei der ebenfalls wie in Fig. 2 zwei Brennergruppen A, B vorgesehen sind, deren Brenner 5 als Zweistufenbrenner mit zwei Brennerstufen I, II ausgestaltet sind. Das Brennstoffversorgungssystem 3 besitzt dabei wieder für jede Brennergruppe A, B eine eigene Nebenleitung 9A und 9B. Darüber hinaus ist außerdem innerhalb jeder Brennergruppe A, B jeder Brennerstufe I, II des zugehörigen Brenners 5 eine eigene Abzweigleitung 16 zugeordnet. Die Bezeichnung der einzelnen Abzweigleitungen 16 erfolgt dabei analog zur Bezeichnung der einzelnen Nebenleitungen 9 in Fig. 2.

[0023] Dementsprechend ist die erste Abzweigleitung $16A_I$ über ein erstes Abzweigventil $17A_I$ an die erste Nebenleitung 9A angeschlossen, während die zweite Abzweigleitung $16A_{II}$ über ein zweites Abzweigventil $17A_{II}$ ebenfalls an die erste Nebenleitung 9A angeschlossen ist. Im Unterschied dazu ist die dritte Abzweigleitung $16B_I$ über ein drittes Abzweigventil $17B_I$ an die zweite Nebenleitung 9B angeschlossen, während die vierte Abzweigleitung $16B_{II}$ über ein viertes Abzweigventil $17B_{II}$ an die zweite Nebenleitung 9B angeschlossen ist. Die Steuerung 12 kann nun durch eine entsprechende Betätigung der beiden Verteilerventile 10A und 10B die Aufteilung des Gesamtbrennstoffstroms auf die beiden Brennergruppen A, B steuern. Desweiteren kann die Steuerung 12 über eine entsprechend Betätigung der Abzweigventile 17 innerhalb der jeweiligen Brenngruppe A, B die Verteilung der zugeordneten Brennstoffströme auf die beiden Brennerstufen I, II steuern.

[0024] Insgesamt kann somit durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Brennkammer 1 auch bei Brennergruppen A, B, die mehrstufige (I, II) Brenner 5 aufweisen, eine effektive Regelung der Druckpulsationen und/oder Emissionen realisiert werden.

[0025] Obwohl bei den in den Fig. 1 bis 3 gezeigten Ausführungsformen das Brennersystem 2 jeweils nur zwei Brennergruppe A, B aufweist, ist grundsätzlich auch eine Ausführungsform mit mehr als zwei Brennergruppen A, B, C, D.... möglich. Desweiteren kann im Extremfall die jeweilige Brennergruppe A, B nur einen einzigen Brenner 5 aufweisen. Fig. 4 zeigt exemplarisch eine Ausführungsform mit zwölf Brennergruppen A bis L, wobei jede Brennergruppe A bis L mit nur einem einzigen Brenner 5A bis 5L ausgestattet ist. In entsprechender Weise umfasst das Brennstoffversorgungssystem 3 dann ebenfalls zwölf Nebenleitungen 9, von denen jedoch exemplarisch nur sechs dargestellt sind, 9A bis 9F. Jede Nebenleitung 9 verbindet den zugehörigen Brenner 5A bis 5L über ein entsprechendes Verteilerventil 10 bzw. 10A bis 10F mit der Hauptleitung 7. Die Sensorik 11 umfasst für jeden Brenner 5 zumindest einen Drucksensor 19 und wenigstens einen Emissionssensor 13. Bei der hier gezeigten Ausführungsform ist jedem Brenner 5 außerdem zumindest ein Temperatursensor 18 zugeordnet, mit dessen Hilfe eine Flammentemperatur innerhalb des Brennraums 4 im Bereich des jeweils zugeordneten Brenners 5 ermittelt werden kann. Des weiteren kann auch eine hier nicht gezeigte Drucksensoranordnung vorgesehen sein, die an jedem Brenner 5 eine Differentialdruckmessung erlaubt, mit deren Hilfe am jeweiligen Brenner 5 der zugehörige Luftmassenstrom ermittelt werden kann.

[0026] Zur Wahrung der Übersichtlichkeit sind von den Sensoren 13, 18, 19 jeweils nur einer angedeutet, wobei grundsätzlich für jeden Brenner 5 eine solche Sensoranordnung vorgesehen sein kann, was durch zusätzliche Signalleitungen 14 an der Steuerung 12 angedeutet ist.

[0027] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann nun die Sensorik 11 für jeden Brenner 5 separat Werte erfassen, die mit der Flammentemperatur und alternativ oder zusätzlich mit einem Luftmassenstrom am jeweiligen Brenner 5 korrelieren. Die Steuerung 12 kann nun in Abhängigkeit der ermittelten Temperaturwerte bzw. Luftmassenstromwerte Steuersignale ermitteln, die zur Betätigung der zugehörigen Verteilerventile 10A bis 10F dienen. Die Steuerung 12 steuert die Verteilerventile 10A bis 10F zweckmäßig so an, dass sich im Brennraum 4 eine möglichst homogene Flammentemperaturverteilung ausbildet. Durch die individuelle Ansteuerung der einzelnen Brenner 5A bis 5L können z.B. geometrische Abweichungen der einzelnen Brenner 5A bis 5L ausgeglichen werden, die beispielsweise auf Herstellungstoleranzen zurückgehen. Dementsprechend können lokal überhöhte Temperaturen und somit eine lokal überhöhte NO_x-Erzeugung vermieden werden.

Bezugszeichenliste

[0028]

1	Brennkammer
2	Brennersystem
3	Brennstoffversorgungssystem
4	Brennraum
5	Brenner
6	Brennraumeintritt
7	Hauptleitung
8	Brennstoffquelle
9	Nebenleitung
10	Verteilerventil
11	Sensorik
12	Steuerung
13	Emissionssensor
14	Signalleitung
15	Steuerleitung
16	Abzweigleitung
17	Abzweigventil
18	Temperatursensor
19	Drucksensor

Patentansprüche

1. Brennkammer für eine Gasturbine,

- mit einem Brennersystem (2), das wenigstens zwei Brennergruppen (A, B) mit jeweils wenigstens einem Brenner (5) aufweist,
- mit einem Brennstoffversorgungssystem (3), das eine mit einer Brennstoffquelle (8) verbundene Hauptleitung (7) sowie für jede Brennergruppe (A, B) eine Nebenleitung (9) aufweist, die mit jedem Brenner (5) der zugehörigen Brennergruppe (A, B) und über ein steuerbares Verteilerventil (10) mit der Hauptleitung (7) verbunden ist,
- mit einem Brennraum (4), an dessen Eintritt (6) die Brenner (5) angeordnet sind,
- mit einer Sensorik (11), die für jede Brennergruppe (A, B) separat Werte erfasst, die mit im Brennraum (4) auftretenden Druckpulsationen und/oder Emissionen korrelieren,
- mit einer Steuerung (12), die mit der Sensorik (11) und mit den Verteilerventilen (10) verbunden ist und die in Abhängigkeit der Pulsationswerte und/oder der Emissionswerte die Verteilerventile (10) so ansteuert, dass bei jeder Brennergruppe (A, B) die Pulsationswerte und/oder die Emissionswerte vorbestimmte Schwellwerte einnehmen und/oder unterschreiten, wobei
- die Steuerung (12) in Abhängigkeit der Pulsationswerte und/oder der Emissionswerte für jede Brennergruppe (A, B) einen Anteilsfaktor ermittelt, der den der jeweiligen Brennergruppe (A, B) zugeführten Anteil an einem vorbestimmten, dem Brennraum (4) zuzuführenden Gesamtbrennstoffstrom repräsentiert, und wobei
- die Steuerung (12) in Abhängigkeit der Anteilsfaktoren die Verteilerventile (10) ansteuert, wobei
- die Steuerung (12) die Verteilerventile (10) so ansteuert und/oder die Anteilsfaktoren so ermittelt, dass ein dem Brennraum (4) zuzuführender Gesamtbrennstoffstrom konstant bleibt.

2. Brennkammer nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuerung (12) mit der Sensorik (11) für jede Brennergruppe (A, B) einen Regelkreis aufbaut, bei dem in Abhängigkeit eines Soll-Ist-Vergleichs der Pulsationswerte und/oder der Emissionswerte das zugehörige Verteilerventil (10) angesteuert wird.

3. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sensorik (11) für jede Brennergruppe (A, B) wenigstens einen Drucksensor (19) und/oder wenigstens einen Emissionssensor (13) aufweist.

4. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass jede Brennergruppe (A, B) nur einen Brenner (5) aufweist.

5. Brennkammer nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Sensorik (11) zusätzlich für jeden Brenner (5) separat Werte erfasst, die mit einer Flammentemperatur und/oder mit einem Luftmassenstrom am jeweiligen Brenner (5) korrelieren,
- **dass** die Steuerung (12) zusätzlich die Verteilerventile (10) in Abhängigkeit der Flammentemperaturwerte und/oder Luftmassenstromwerte so ansteuert, dass sich im Brennraum (4) eine möglichst homogene Flammentemperaturverteilung ausbildet.

6. Brennkammer nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sensorik (11) für jeden Brenner (5) einen Temperatursensor (18) und/oder eine Drucksensoranordnung zur Differentialdruckmessung aufweist.

7. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** zumindest bei einer Brennergruppe (A, B) alle Brenner (5) als Mehrstufenbrenner mit jeweils wenigstens zwei Brennerstufen (I, II) ausgebildet sind,
- **dass** das Brennstoffversorgungssystem (3) für jede Brennergruppe (A, B) mit Mehrstufenbrennern (5) eine der Anzahl an Brennerstufen (I, II) entsprechende Anzahl an Nebenleitungen (9) aufweist, die jeweils bei allen Mehrstufenbrennern (5) der zugehörigen Brennergruppe (A, B) mit der zugeordneten Brennerstufe (I, II) und über ein steuerbares Verteilerventil (10) mit der Hauptleitung (7) verbunden sind,
- **dass** die Steuerung (12) in Abhängigkeit der Pulsationswerte und/oder der Emissionswerte die Verteilerventile (10) so ansteuert, dass sich in jeder Brennergruppe (A, B) eine Verteilung des Brennstoffstroms auf die einzelnen Brennerstufen (I, II) ergibt, die so gewählt ist, dass in der jeweiligen Brennergruppe (A, B) die Pulsationswerte und/oder die Emissionswerte die vorbestimmten Schwellwerte einnehmen und/oder unterschreiten.

8. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** zumindest bei einer Brennergruppe (A, B) alle Brenner (5) als Mehrstufenbrenner mit jeweils wenigstens zwei Brennerstufen (I, II) ausgebildet sind,
- **dass** das Brennstoffversorgungssystem (3) für jede Brennergruppe (A, B) mit Mehrstufenbrennern (5) eine der Anzahl an Brennerstufen (I, II)

entsprechende Anzahl an Abzweigungsleitungen (16) aufweist, die jeweils bei allen Mehrstufenbrennern (5) der zugehörigen Brennergruppe (A, B) mit der zugeordneten Brennerstufe (I, II) und über ein steuerbares Abzweigventil (17) mit der der Brennergruppe (A, B) zugeordneten Nebenleitung (9) verbunden sind,
- **dass** die Steuerung (12) zusätzlich die Abzweigventile (17) in Abhängigkeit der Pulsationswerte und/oder Emissionswerte so ansteuert, dass sich in jeder Brennergruppe (A, B) eine Verteilung des Brennstoffstroms auf die einzelnen Brennerstufen (I, II) ergibt, die so gewählt ist, dass in der jeweiligen Brennergruppe (A, B) die Pulsationswerte und/oder die Emissionswerte die vorbestimmten Schwellwerte einnehmen und/oder unterschreiten.

9. Verfahren zum Betreiben einer Brennkammer (1) gemäss Anspruch 1, wobei die Brennkammer (1) ein Brennersystem (2) aufweist, das wenigstens zwei Brennergruppen (A, B) mit jeweils wenigstens einem Brenner (5) aufweist, wobei eine Sensorik (11) für jede Brennergruppe (A, B) separat die Werte für die Druckpulsationen und/oder die Emissionen erfasst und einer Steuerung zur Verfügung stellt, welche Steuerung in Abhängigkeit von den gemessenen Pulsations - bzw. Emissionswerten Verteilventile, die den Brennstoffstrom zu den einzelnen Brennergruppen steuern, ansteuert bzw. betätigt, derart, dass bei jeder Brennergruppe (A, B) die Pulsationswerte und/oder die Emissionswerte vorbestimmte Schwellwerte einnehmen und/oder unterschreiten, wobei,

- in Abhängigkeit der Pulsationswerte und/oder der Emissionswerte für jede Brennergruppe (A, B) ein Anteilsfaktor ermittelt wird, der den der jeweiligen Brennergruppe (A, B) zugeführten Anteil an einem vorbestimmten, einem Brennraum (4) der Brennkammer (1) zuzuführenden Gesamtbrennstoffstrom repräsentiert,
- die Größe der den einzelnen Brennergruppen (A, B) zugeführten Brennstoffströme in Abhängigkeit der Anteilsfaktoren bestimmt wird, und
- die Anteilsfaktoren und/oder die den einzelnen Brennergruppen (A, B) zugeführten Brennstoffströme so ermittelt werden, dass der dem Brennraum (4) zuzuführende Gesamtbrennstoffstrom konstant bleibt.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass für jede Brennergruppe (A, B) ein Regelkreis vorgesehen ist, der in Abhängigkeit eines Soll-Ist-Vergleichs der Pulsationswerte und/oder der Emissionswerte die Größe der Brennstoffströme zu den einzelnen Brennergruppen (A, B) regelt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** jede Brennergruppe (A, B) nur einen Brenner (5) aufweist,
- **dass** zusätzlich für jeden Brenner (5) separat Werte erfasst werden, die mit einer Flammentemperatur und/oder mit einem Luftmassenstrom am jeweiligen Brenner (5) korrelieren,
- **dass** die Größe der den einzelnen Brennergruppen (A, B) zugeführten Brennstoffströme zusätzlich in Abhängigkeit der Flammentemperaturwerte und/oder der Luftmassenstromwerte so ermittelt werden, dass sich in einem Brennraum (4) der Brennkammer (1) eine möglichst homogene Flammentemperaturverteilung ausbildet.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** zumindest bei einer Brennergruppe (A, B) alle Brenner (5) als Mehrstufenbrenner mit jeweils wenigstens zwei Brennerstufen (I, II) ausgebildet sind,
- **dass** innerhalb jeder Brennergruppe (A, B) die zugeführten Brennstoffströme so auf die einzelnen Brennerstufen (I, II) verteilt werden, dass in der jeweiligen Brennergruppe (A, B) die Pulsationswerte und/oder die Emissionswerte die vorbestimmten Schwellwerte einnehmen und/oder unterschreiten.

Claims

1. Combustion chamber (1) for a gas turbine,

- with a burner system (2) which has at least two burner groups (A, B), each having at least one burner (5),
- with a fuel supply system (3) which has a primary line (7) connected to a fuel source (8) and, for each burner group (A, B), a secondary line (9) which is connected to each burner (5) of the associated burner group (A, B) and, via a controllable distribution valve (10), to the primary line (7),
- with a combustion space (4), at the inlet (6) to which the burners (5) are arranged,
- with a sensor system (11) which, for each burner group (A, B), detects separate values which correlate with the pressure pulses and/or emissions occurring in the combustion space (4),
- with a control unit (12) which is connected to the sensor system (11) and to the distribution valves (10) and which actuates the distribution valves (10) depending on the pulsation values

and/or emission values such that, for each burner group (A, B), the pulsation values and/or emission values assume and/or lie below predefined threshold values,
- wherein the control unit (12) determines, depending on the pulsation values and/or emission values, for each burner group (A, B), a proportional factor which represents the proportion supplied to the respective burner group (A, B) of the predefined total fuel flow leading to the combustion space (4), and
- wherein the control unit (12) actuates the distribution valves (10) depending on the proportional factors,
- wherein the control unit (12) actuates the distribution valves (10) and/or determines the proportional factors such that a total fuel flow to be supplied to the combustion space (4) remains constant.

2. Combustion chamber according to claim 1, **characterised in that** the control unit (12) with the sensor system (11) creates, for each burner group (A, B), a regulation loop in which the associated distribution valve (10) is actuated depending on a nominal-actual comparison of the pulsation values and/or emission values.

3. Combustion chamber according to one of claims 1 to 2, **characterised in that** the sensor system (11) has at least one pressure sensor (19) and/or at least one emission sensor (13) for each burner group (A, B).

4. Combustion chamber according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** each burner group (A, B) has only one burner (5).

5. Combustion chamber according to claim 4, **characterised in that**

- the sensor system (11) also detects separate values for each burner (5) which correlate with a flame temperature and/or with an air mass flow at the respective burner (5),
- the control unit (12) also actuates the distribution valves (10) depending on the flame temperature value and/or air mass flow values, such that the flame temperature distribution formed in the combustion space (4) is as homogeneous as possible.

6. Combustion chamber according to claim 5, **characterised in that** for each burner (5), the sensor system (11) has a temperature sensor (18) and/or a pressure sensor arrangement for differential pressure measurement.

7. Combustion chamber according to any of claims 1 to 6, **characterised in that**

- at least in one burner group (A, B), all burners (5) are formed as multistage burners each with at least two burner stages (I, II),
- the fuel supply system (3) for each burner group (A, B) with multistage burners (5) has a number of secondary lines (9) corresponding to the number of burner stages (I, II), wherein for all multistage burners (5) of the associated burner group (A, B), said lines (9) are connected to the associated burner stage (I, II) and, via a controllable distribution valve (10), to the primary line (7),
- the control unit (12) actuates the distribution valves (10) depending on the pulsation values and/or emission values, such that in each burner group (A, B), a distribution of the fuel flow to the individual burner stages (I, II) is achieved which is selected such that in the respective burner group (A, B), the pulsation values and/or the emission values assume and/or lie below the predefined threshold values.

8. Combustion chamber according to any of claims 1 to 6, **characterised in that**

- at least in one burner group (A, B), all burners (5) are formed as multistage burners each with at least two burner stages (I, II),
- the fuel supply system (3) for each burner group (A, B) with multistage burners (5) has a number of branch lines (16) corresponding to the number of burner stages (I, II), wherein for all multistage burners (5) of the associated burner group (A, B), said lines (16) are connected to the associated burner stage (I, II) and, via a controllable branch valve (17), to the secondary line (9) assigned to the burner group (A, B),
- the control unit (12) also actuates the branch valves (17) depending on the pulsation values and/or emission values, such that in each burner group (A, B), a distribution of the fuel flow to the individual burner stages (I, II) is achieved which is selected such that in the respective burner group (A, B), the pulsation values and/or the emission values assume and/or lie below the predefined threshold values.

9. Method for operating a combustion chamber (1) according to claim 1, wherein the combustion chamber (2) has a burner system (2) which comprises at least two burner groups (A, B) each with at least one burner (5), wherein a sensor system (11) determines separately, for each burner group (A, B), the values for the pressure pulsations and/or the emissions, and provides these to a control unit which, depending on

the measured pulsation or emission values, controls or actuates distribution valves which control the fuel flow to the individual burner groups, such that for each burner group (A, B), the pulsation values and/or the emission values assume and/or lie below predefined threshold values,
wherein

- depending on the pulsation values and/or the emission values, for each burner group (A, B) a proportional factor is determined which represents the proportion supplied to the respective burner group (A, B) of a predefined total fuel flow to be supplied to a combustion space (4) of the combustion chamber (1),
- the size of the fuel flows supplied to the individual burner groups (A, B) is determined depending on the proportional factors, and
- the proportional factors and/or the fuel flows supplied to the individual burner groups (A, B) are determined such that the total fuel flow to be supplied to the combustion space (4) remains constant.

10. Method according to claim 9, **characterised in that** a control loop is provided for each burner group (A, B) which regulates the size of the fuel flows to the individual burner groups (A, B) depending on a nominal-actual comparison of pulsation values and/or emission values.

11. Method according to any of claims 9 to 10, **characterised in that**

- each burner group (A, B) has just one burner (5),
- also separate values are detected for each burner (5) which correlate with a flame temperature and/or with an air mass flow at the respective burner (5),
- the size of the fuel flows supplied to the individual burner groups (A, B) is determined, in addition to depending on the flame temperature values and/or air mass flow values, such that the flame temperature distribution formed in a combustion space (4) of the combustion chamber (1) is as homogeneous as possible.

12. Method according to any of claims 9 to 11, **characterised in that**

- in at least one burner group (A, B), all burners (5) are configured as multistage burners each with at least two burner stages (I, II),
- within each burner group (A, B), the fuel flows supplied are distributed to the individual burner stages (I, II) such that, in the respective burner group (A, B), the pulsation values and/or the emission values assume and/or fall below the predefined threshold values.

Revendications

1. Chambre de combustion pour une turbine à gaz,

- avec un système de combustion (2) qui comprend au moins deux groupes de brûleurs (A, B) avec chacun au moins un brûleur (5),
- avec système d'alimentation en carburant (3) qui comprend une conduite principale (7) reliée à une source de carburant (8) ainsi que, pour chaque groupe de brûleurs (A, B), une conduite secondaire (9), qui est reliée à chaque brûleur (5) du groupe de brûleurs (A, B) correspondant et qui est reliée à la conduite principale (7) par l'intermédiaire d'une soupape de distribution (10) pouvant être contrôlée,
- avec un espace de combustion (4) à l'entrée (6) duquel les brûleurs (5) sont disposés,
- avec un ensemble de capteurs (11) qui mesure, pour chaque groupe de brûleurs (A, B), des valeurs séparées, corrélées avec les pulsations de pression et/ou les émissions survenant dans l'espace de combustion (4),
- avec un dispositif de commande (12) qui est relié avec l'ensemble de capteurs (11) et avec les soupapes de distribution (10) et commande les soupapes de distribution (10) en fonction des valeurs de pulsations et/ou des valeurs d'émissions de façon à ce que, pour chaque groupe de brûleurs (A, B), les valeurs de pulsations et/ou les valeurs d'émissions soient égales et/ou inférieures à des valeurs seuils,
- le dispositif de commande (12) déterminant, en fonction des valeurs de pulsations et/ou des valeurs d'émissions, pour chaque groupe de brûleurs (A, B), un facteur de pondération, qui représente la part, introduite dans le groupe de brûleurs (A, B) concerné, d'un flux de carburant total qui doit être introduit dans l'espace de combustion (4) et
- le dispositif de commande (12) contrôlant les soupapes de distribution (10) en fonction des facteurs de pondération,
- le dispositif de commande (12) contrôlant les soupapes de distribution (10) et/ou déterminant les facteurs de pondération de façon à ce qu'un flux de carburant total qui doit être introduit dans l'espace de combustion (4) reste constant.

2. Chambre de combustion selon la revendication 1, **caractérisée en ce que**
le dispositif de commande (12) constitue, avec l'ensemble de capteurs (11), pour chaque groupe de brûleurs (A, B), un circuit de régulation, dans lequel

la soupape de distribution (10) correspondante est contrôlée en fonction d'une comparaison entre les valeurs de consigne et les valeurs effectives des pulsations et/ou des émissions.

3. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 2,
caractérisée en ce que
l'ensemble de capteurs (11) pour chaque groupe de brûleurs (A, B) comprend au moins un capteur de pression (19) et/ou au moins un capteur d'émissions (13).

4. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 3,
caractérisée en ce que
chaque groupe de brûleurs (A, B) comprend un seul brûleur (5).

5. Chambre de combustion selon la revendication 4,
caractérisée en ce que

- l'ensemble de capteurs (11) mesure en outre, pour chaque brûleur (5), des valeurs séparées, qui sont corrélées avec une température de flamme et/ou avec un débit massique d'air au niveau du brûleur (5) correspondant,
- le dispositif de commande (12) contrôle en outre les soupapes de distribution (10) en fonction des valeurs de températures de flamme et/ou des valeurs du débit massique d'air de façon à obtenir une répartition la plus homogène possible de la température de flamme dans l'espace de combustion (4).

6. Chambre de combustion selon la revendication 5,
caractérisée en ce que
l'ensemble de capteurs (11) pour chaque groupe de brûleurs (5) comprend un capteur de température (18) et/ou un dispositif à capteurs de pression pour une mesure de pression différentielle.

7. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 6,
caractérisée en ce que

- au moins dans un groupe de brûleurs (A, B), tous les brûleurs (5) sont conçus comme des brûleurs à plusieurs étages avec chacun au moins deux étages de brûleur (I, II),
- le système d'alimentation en carburant (3) pour chaque groupe de brûleurs (A, B) avec des brûleurs à plusieurs étages (5) comprend un nombre de conduites secondaires (9) correspondant au nombre d'étages de brûleurs (I, II), qui sont reliées, dans tous les brûleurs à plusieurs étages (5) du groupe de brûleurs (A, B) correspondant, avec l'étage de brûleur (I, II) correspondant et, par l'intermédiaire d'une soupape de distribution (10) contrôlable, avec la conduite principale (7),
- le dispositif de commande (12) contrôle les soupapes de distribution (10) en fonction des valeurs de pulsations et/ou des valeurs d'émissions de façon à obtenir, dans chaque groupe de brûleurs (A, B), une répartition du flux de carburant entre les différents étages de brûleurs (I, II), qui est sélectionnée de façon à ce que, dans le groupe de brûleurs (A, B) correspondant, les valeurs de pulsations et/ou les valeurs d'émissions soient égales et/ou inférieures aux valeurs seuils prédéterminées.

8. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 6,
caractérisée en ce que

- au moins dans un groupe de brûleurs (A, B), tous les brûleurs (5) sont conçus comme des brûleurs à plusieurs étages avec chacun au moins deux étages de brûleur (I, II),
- le système d'alimentation en carburant (3) pour chaque groupe de brûleurs (A, B) avec des brûleurs à plusieurs étages (5) comprend un nombre de conduites de dérivation (16) correspondant au nombre d'étages de brûleurs (I, II), qui sont reliées, dans tous les brûleurs à plusieurs étages (5) du groupe de brûleurs (A, B) correspondant, avec l'étage de brûleur (I, II) correspondant et, par l'intermédiaire d'une soupape de dérivation (17) contrôlable, avec la conduite secondaire (9) correspondant au groupe de brûleurs (A, B),
- le dispositif de commande (12) contrôle en outre les soupapes de dérivation (17) en fonction des valeurs de pulsations et/ou des valeurs d'émissions de façon à obtenir, dans chaque groupe de brûleurs (A, B), une répartition du flux de carburant entre les différents étages de brûleurs (I, II), qui est sélectionnée de façon à ce que, dans le groupe de brûleurs (A, B) correspondant, les valeurs de pulsations et/ou les valeurs d'émissions soient égales et/ou inférieures aux valeurs seuils prédéterminées.

9. Procédé d'exploitation d'une chambre de combustion (1) selon la revendication 1, la chambre de combustion (1) comprenant un système de combustion (2) qui comprend au moins deux groupes de brûleurs (A, B) avec chacun au moins un brûleur (5), un ensemble de capteurs (11) mesurant, pour chaque groupe de brûleurs (A, B), des valeurs séparées pour les pulsations de pression et/ou les émissions, et un dispositif de commande, ce dispositif de commande contrôlant ou actionnant, en fonction des valeurs de pulsations ou d'émissions mesurées, des soupapes

de distribution, qui contrôlent le flux de carburant vers les différents groupes de brûleurs, de façon à ce que, dans chaque groupe de brûleurs (A, B), les valeurs de pulsations et/ou les valeurs d'émissions soient égales et/ou inférieures à des valeurs seuils prédéterminées.

- un facteur de pondération étant déterminé en fonction des valeurs de pulsations et/ou d'émissions, pour chaque groupe de brûleurs (A, B), qui représente la part, introduite dans le groupe de brûleurs (A, B) concerné, d'un flux de carburant total prédéterminé qui doit être introduit dans l'espace de combustion (4) de la chambre de combustion (1),
- l'importance des flux de carburant introduits dans les différents groupes de brûleurs (A, B) étant déterminée en fonction des facteurs de pondération et
- les facteurs de pondération et/ou les flux de carburant introduits dans les différents groupes de brûleurs (A, B) étant déterminés de façon à ce que le flux de carburant total introduit dans l'espace de combustion (4) reste constant.

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** pour chaque groupe de brûleurs (A, B), un circuit de régulation est prévu, qui régule l'importance des flux de carburant vers les différents groupe de brûleurs (A, B) en fonction d'une comparaison entre les valeurs de consigne et les valeurs effectives des pulsations et/ou des émissions.

11. Procédé selon l'une des revendications 9 à 10, **caractérisé en ce que**

- chaque groupe de brûleurs (A, B) comprend un seul brûleur (5),
- en outre, pour chaque brûleur (5), des valeurs séparées sont mesurées, qui sont corrélées avec une température de flamme et/ou avec un débit massique d'air au niveau du brûleur (5) correspondant,
- l'importance des flux de carburant introduits dans les différents groupes de brûleurs (A, B) est en outre déterminée en fonction des valeurs de températures de flammes et/ou des valeurs de débits massiques d'air de façon à obtenir, dans un espace de combustion (4) de la chambre de combustion (1) une répartition la plus homogène possible de la température de flamme.

12. Procédé selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que**

- au moins dans un groupe de brûleurs (A, B), tous les brûleurs (5) sont conçus comme des brûleurs à plusieurs étages avec chacun au moins deux étages de brûleur (I, II),
- à l'intérieur de chaque groupe de brûleurs (A, B), les flux de carburant introduits sont répartis entre les différents étages de brûleurs (I, II) de façon à ce que, dans le groupe de brûleurs (A, B) correspondant, les valeurs de pulsations et/ou les valeurs d'émissions soient égales et/ou inférieures aux valeurs seuils prédéterminées.

Fig.1

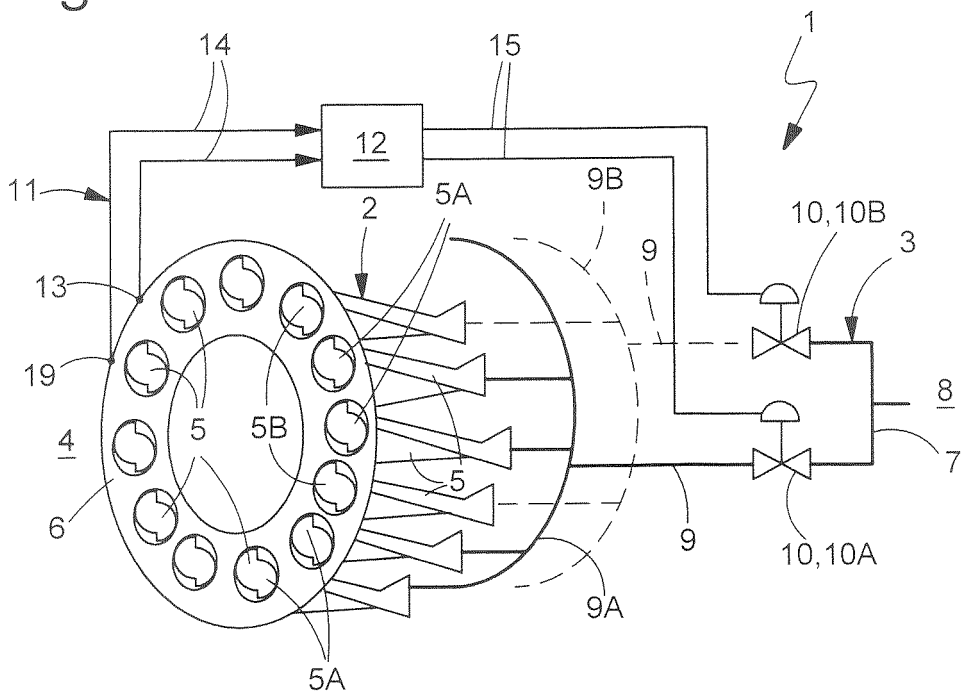

14
15
1
12
11
2
5A
9B
10,10B
3
9
13
19
8
4
5
5B
7
6
5
9
10,10A
9A
5A

Fig.2

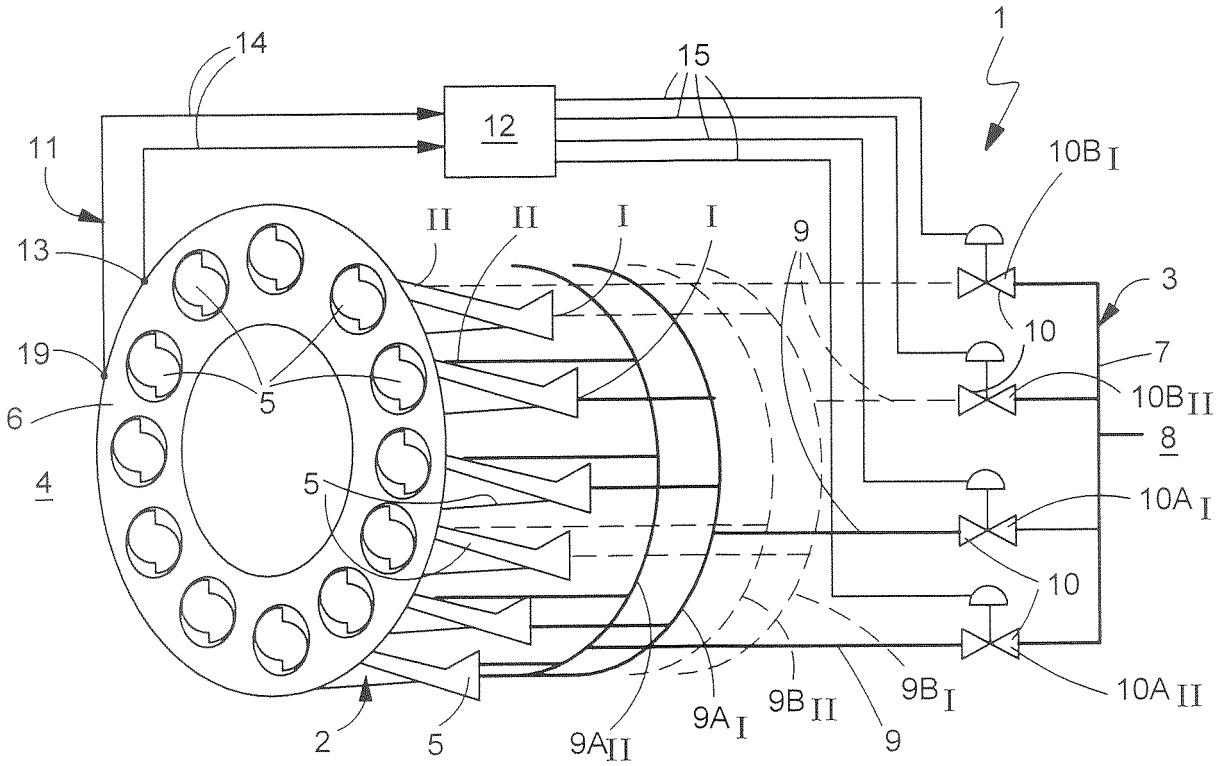

14
15
1
12
11
10B I
II
II
I
I
9
13
3
19
10
7
5
10B II
6
8
4
5
10A I
10
2
5
9A II
9A I
9B II
9B I
9
10A II

Fig.3

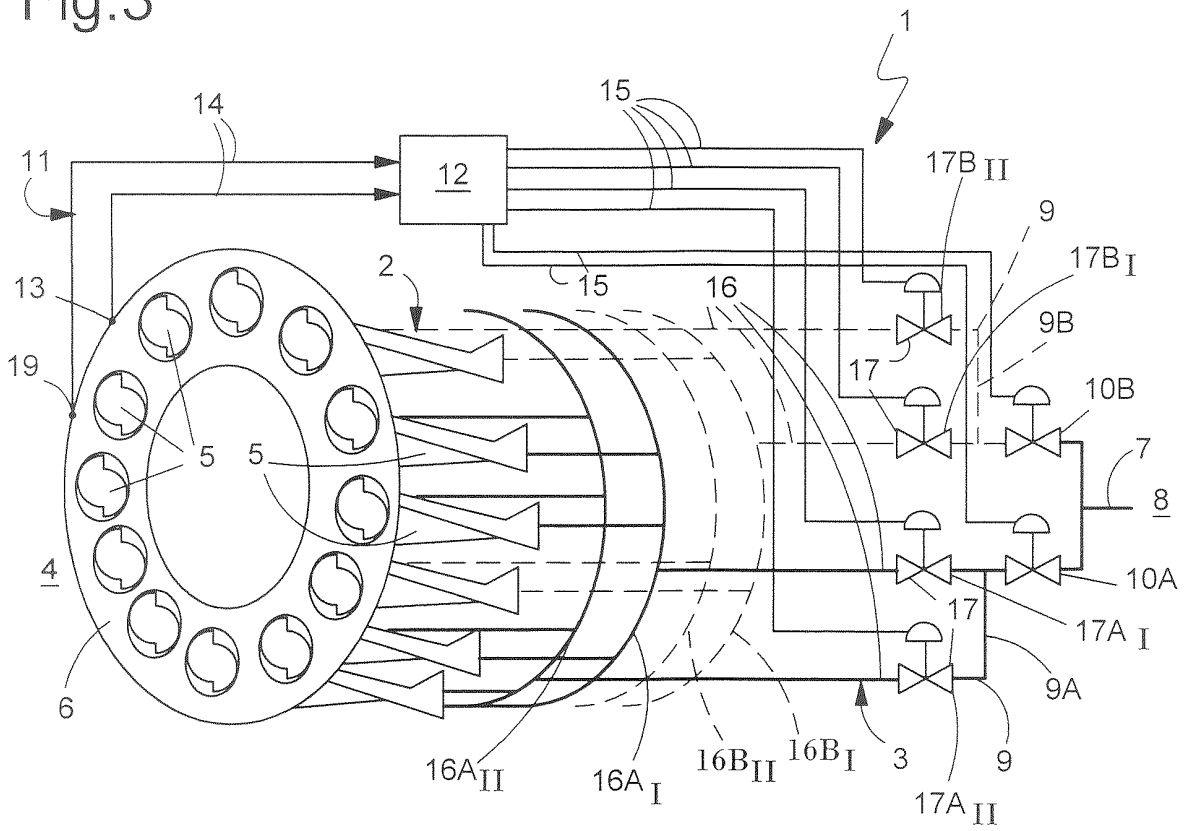
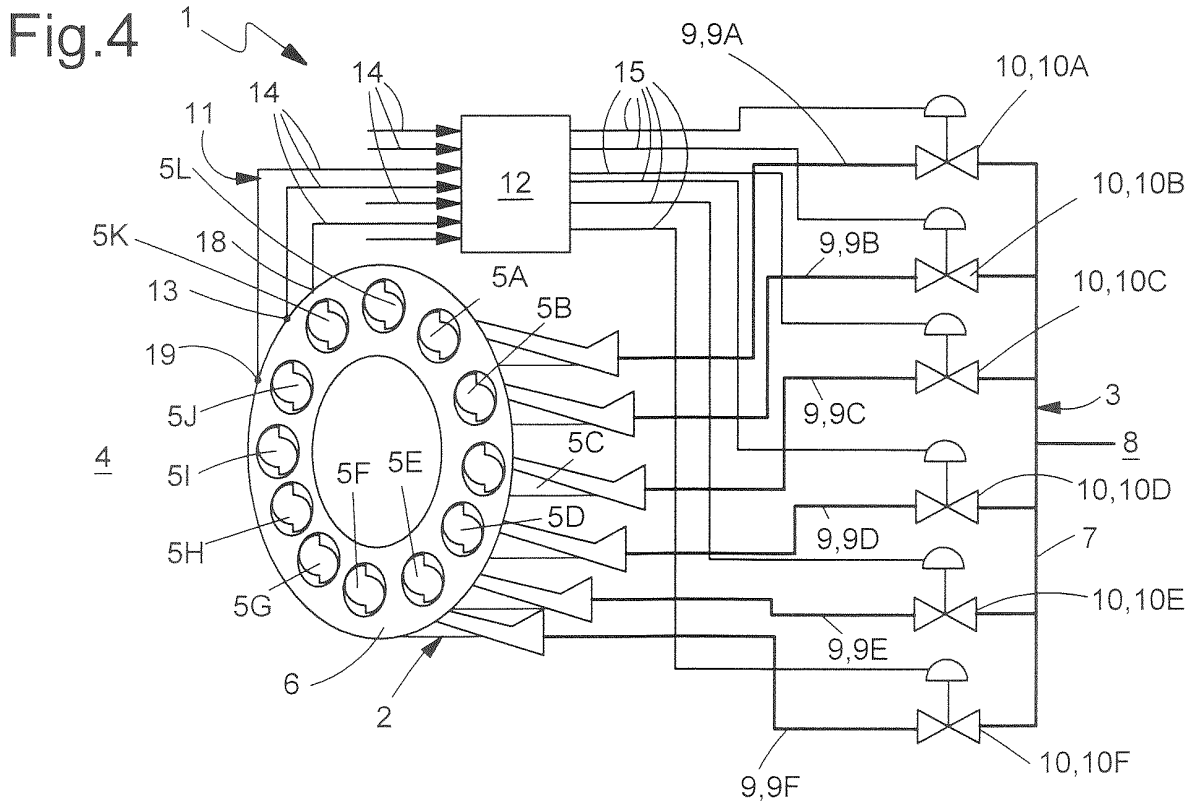

1
14
15
11
12
17B II
9
17B I
2
15
16
13
9B
19
17
10B
5
5
7
8
4
10A
17
17A I
9A
6
16A II
16A I
16B II
16B I
3
9
17A II

Fig.4


1
9,9A
14
15
10,10A
14
11
12
5L
10,10B
5K
18
9,9B
5A
10,10C
13
5B
19
3
5J
9,9C
5C
8
4
5I
5F
5E
10,10D
5D
9,9D
5H
7
5G
10,10E
9,9E
6
2
10,10F
9,9F

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 6370863 B2 **[0002]**
- EP 1050713 A1 **[0004]**
- US 6205764 B1 **[0005]**