

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 205 713 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

15.05.2002 Patentblatt 2002/20

(51) Int Cl.7: **F23R 3/28**, F23D 14/02

(21) Anmeldenummer: **01125598.1**

(22) Anmeldetag: **26.10.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **09.11.2000 DE 10055408**

(71) Anmelder: **ALSTOM Power N.V.**
1101 CS Amsterdam (NL)

(72) Erfinder:

• **Paschereit, Christian Oliver, Dr.**
5400 Baden (CH)

• **Flohr, Peter, Dr.**
5400 Baden (CH)

(74) Vertreter: **Pöpper, Evamaria, Dr. et al**

ALSTOM (Schweiz) AG
Intellectual Property CHSP
Haselstrasse 16/699, 5. Stock
5401 Baden (CH)

(54) Verfahren zur Brennstoffeinspritzung in einem Brenner

(57) Bei einem Verfahren zur Einspritzung von Brennstoff in einen Brenner (1), welcher Brenner (1) einen von wenigstens einer Schale (8,9) umschlossenen Innenraum (22) umfasst, bei welchem Brennstoff durch Brennstoffdüsen (6) in einen im Innenraum (22) strömenden Verbrennungsluftstrom (23) eingedüst wird, das entstehende Brennstoff/Luft-Gemisch innerhalb einer Verzugszeit (τ) zu einer Flammfront (3) in einen Brennraum (2) strömt, und dort entzündet, wird die Aus-

bildung von thermoakustischen, verbrennungsgetriebenen Schwingungen dadurch erreicht, dass der Brennstoff derart mittels über die Brennerlänge verteilter Brennstoffdüsen (6) eingedüst wird, dass die Verzugszeit (τ) zwischen Eindüsung des Brennstoffs und dessen Verbrennung an der Flammfront (3) für die verschiedenen Brennstoffdüsen einer über die Brennerlänge systematisch variierenden, die Schwingungen verringernden Verteilung (12) entspricht.

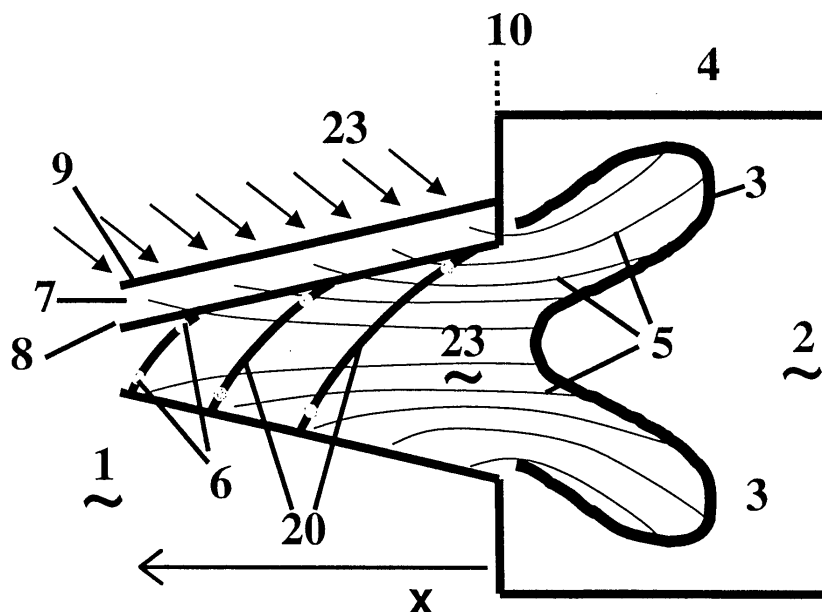


Fig. 4a)

EP 1 205 713 A1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einspritzung von Brennstoff in einen Brenner, z. B. in einen Doppelkegelbrenner, sowie einen Brenner zur Durchführung dieses Verfahrens.

STAND DER TECHNIK

[0002] Bei Brennern, welche flüssigen oder gasförmigen Brennstoff einem Brennraum zuführen, wo der Brennstoff an einer Flammfront verbrennt, treten häufig sogenannte thermoakustische Schwankungen auf. So auch z.B., aber nicht ausschliesslich, beim sehr erfolgreich eingesetzten sogenannten Doppelkegelbrenner, wie er in der EP 0 321 809 beschrieben ist. Neben der strömungstechnischen Stabilität sind Mischungsbruchschwankungen ein Hauptgrund für das Auftreten von derartigen thermoakustischen Instabilitäten. Strömungsmechanische Instabilitätswellen, die am Brenner entstehen, führen zur Ausbildung von Wirbeln (kohärente Strukturen), die die Verbrennung beeinflussen und zu periodischer Wärmefreisetzung mit den damit verbundenen Druckschwankungen führen können. Die fluktuierende Luftsäule im Brenner führt zu Schwankungen im Mischungsbruch mit den damit verbundenen Schwankungen in der Wärmefreisetzung.

[0003] Diese thermoakustischen Schwankungen stellen eine Gefahr für jede Art von Verbrennungsanwendung dar. Sie führen zu Druckschwankungen hoher Amplitude, zu einer Einschränkung des Betriebsbereiches und können die Schadstoffemissionen erhöhen. Dies trifft insbesondere für Verbrennungssysteme mit geringer akustischer Dämpfung zu. Um in Bezug auf Pulsationen und Emissionen eine hohe Leistungskonversion über einen weiten Betriebsbereich zu ermöglichen, kann eine aktive Kontrolle der Verbrennungsschwingungen notwendig sein. Kohärente Strukturen spielen eine entscheidende Rolle bei Mischungsvorgängen zwischen Luft und Brennstoff. Die Dynamik dieser Strukturen beeinflusst demzufolge die Verbrennung und damit die Wärmefreisetzung. Durch Beeinflussung der Scherschicht zwischen dem Frischgasgemisch und dem rezirkulierten Abgas ist eine Kontrolle der Verbrennungsinstabilitäten möglich (z. B. Paschereit et al., 1998, "Structure and Control of Thermoacoustic Instabilities in a Gas-turbine Bumer", Combustion, Science & Technology, Vol. 138, 213-232). Eine Möglichkeit dazu ist die akustische Anregung (EP 0 918 152 A1).

[0004] Durch Brennstoffstaging lässt sich die Flammenposition beeinflussen und damit der Einfluss von Strömungsinstabilitäten als auch Zeitverzugsseffekten vermindern.

[0005] Ein weiterer Mechanismus, der zu thermoakustischen Schwankungen führen kann, sind Schwankungen im Mischungsbruch zwischen Brennstoff und Luft.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Der Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie einen Brenner zur Durchführung eines derartigen Verfahrens anzugeben, bei welchem das Auftreten derartiger thermoakustischer Schwingungen vermindert oder sogar vermieden wird.

[0007] Es handelt sich dabei um ein Verfahren zur Einspritzung von Brennstoff in einen Brenner, welcher Brenner einen von wenigstens einer Schale umschlossenen Innenraum umfasst, bei welchem Brennstoff durch Brennstoffdüsen in einen im Innenraum strömenden Verbrennungsluftstrom eingedüst wird, das entstehende Brennstoff/Luft-Gemisch innerhalb einer Verzugszeit τ zu einer Flammfront in einen Brennraum strömt, und dort entzündet.

[0008] Bei einem derartigen Verfahren werden thermoakustische Schwingungen erfindungsgemäss verringert oder sogar ganz vermieden, indem der Brennstoff derart mittels über die Brennerlänge verteilter Brennstoffdüsen eingedüst wird, dass die Verzugszeit τ zwischen Eindüsung des Brennstoffs und dessen Verbrennung an der Flammfront für die verschiedenen Brennstoffdüsen einer über die Brennerlänge systematisch variierenden Verteilung entspricht, welche verbrennungsgetriebene Schwingungen vermeidet.

[0009] Bei einem konventionellen Brenner ist erfahrungsgemäss für alle der über die Brennerlänge verteilten Brennstoffdüsen die Verzugszeit τ zwischen Eindüsungsort und effektiver Verbrennung an der Flammfront im wesentlichen gleich. Man findet eine von der Eindüsungsposition unsystematische leichte Variation um einen Mittelwert. Dies führt dazu, dass sich thermoakustische Schwingungen leicht aufbauen können. Der Kern der Erfindung besteht nun also darin, den Brennstoff derart in den Verbrennungsluftstrom einzudüsen, dass sich keine im wesentlichen für alle über die Brennerlänge verteilten Brennstoffdüsen gleiche Verzugszeit τ zwischen Eindüsungsort und effektiver Verbrennung an der Flammfront einstellt, sondern dass die Verzugszeit eine über die Brennerlänge systematisch variierende Verteilung annimmt.

[0010] Ein erste bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der maximale Zeitverzug $\tau_{\max}$ zwischen Eindüsungsort und Flammfront im Bereich von $\tau_{\max} = 5-50$ ms liegt, und dass insbesondere bevorzugt bei einer Strömungsgeschwindigkeit des Brennstoff/Luft-Gemisches im Innenraum im Bereich von 20-50 m/s der maximale Zeitverzug $\tau_{\max}$ im Bereich von $\tau_{\max} = 5-15$ ms liegt, dies unter Berücksichtigung der Verschiebung der Flammfrontposition in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit. Wird das Verfahren unter derartigen Bedingungen angewendet, so können die thermoakustischen Schwingungen besonders gut verringert werden.

[0011] Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird der Brennstoff derart eingedüst, dass die Zeitverzugsverteilung über die Brennerlänge zum Brenne-

rende hin vom Maximalwert $\tau_{\max}$ um eine maximale Verzugsdifferenz $\Delta\tau$ im wesentlichen linear abnehmend zu einem Minimalwert beim Brennerende von $\tau_{\max} - \Delta\tau$ gestaltet ist. Diese einfache Verteilung kann mit relativ wenig Aufwand realisiert werden und zeigt eine effiziente Wirkung. Es zeigt sich, dass bevorzugt die Verzugsdifferenz $\Delta\tau$ in den Bereich von 10-90% des Maximalwerts $\tau_{\max}$, insbesondere in den Bereich von mehr als 50 % des Maximalwerts $\tau_{\max}$ eingestellt wird.

[0012] Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens handelt es sich beim Brenner um einen Doppelkegelbrenner, bei welchem der Brenner aus mindestens zwei aufeinander positionierten hohlen Teilkegelkörpern, welche in Strömungsrichtung eine zunehmende Kegelneigung aufweisen, und welche Teilkegelkörper zueinander versetzt angeordnet sind, so dass die Verbrennungsluft durch einen Spalt zwischen den Teilkegelkörpern in den Innenraum strömt, gebildet wird. Gerade bei diesem, bereits oben genannten, vormischartigen Doppelkegelbrenner lässt sich das Verfahren besonders günstig anwenden.

[0013] Des weiteren betrifft die Erfindung einen Brenner zur Durchführung des obigen Verfahrens wobei die Brennstoffdüsen in Gruppen aufgeteilt sind, und wobei jeweils eine Gruppe von Brennstoffdüsen auf einer Linie derart angeordnet ist, dass alle Brennstoffdüsen einer Gruppe für die Speisung des gleichen Bereichs in der Flammfront zuständig sind. Insbesondere bevorzugt werden bei einem derartigen Brenner die Brennstoffdüsen derart verteilt, dass die Anzahl von Linien grösser ist als die mittlere Anzahl von Brennstoffdüsen einer Gruppe. Bei einem Doppelkegelbrenner z.B. können die Brennstoffdüsen auf den Konusoberflächen der Teilkegelkörper auf Linien für einen Bereich der Flammfront angeordnet werden. Es zeigt sich dabei, dass eine Aufteilung der insgesamt 32 Düsen eines Doppelkegelbrenners in 8 Gruppen auf 8 Linien mit je 4 Düsen vorteilhaft ist.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0014] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

- Fig. 1a) einen konventionellen Doppelkegelbrenner mit typischer Brennstoffeindüsung;
- Fig. 1b) die bei einem Brenner nach Fig. 1a) auftretende schematisierte Verzugszeitverteilung über die Brennerlänge;
- Fig. 2 eine lineare Verzugszeitverteilung;
- Fig. 3 eine zweidimensionale Stabilitätsanalyse von Verzugszeitverteilungen;
- Fig. 4a) einen Doppelkegelbrenner mit verteilter Brennstoffdüsenanordnung; und
- Fig. 4b) mögliche Verzugszeitenverteilungen bei einem Brenner nach Fig. 4a).

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0015] Beeinflusst man den Zeitverzug zwischen der Brennstoffeindüsung und der periodischen Wärmefreisetzung, d.h. der Flammfront, kann man die Verbrennungsinstabilitäten kontrollieren. Der Grundgedanke der Erfindung ist, den Zeitverzug τ zwischen der periodischen Wärmefreisetzung an der Flammfront und der Druckschwankung bei der Eindüsung zu stören, so dass das Rayleigh-Kriterium

$$G(x) = \frac{1}{T} \int_0^T p'(x, t) q'(x, t) dt < 0$$

nicht mehr erfüllt ist, d.h. Wärmefreisetzung und Druckmaximum nicht mehr in Phase sind. Damit ist der treibende Mechanismus für das Auftreten von thermoakustischen Schwingungen unterbunden. Die Darstellung des Rayleigh-Kriteriums nach Fouriertransformation im Frequenzbereich zeigt diesen Zusammenhang noch deutlicher:

$$G(x) = 2 \int |S_{pq}(x, f)| \cos(\phi_{pq}) df$$

wobei S_{pq} das Kreuzspektrum zwischen Druckfluktuationen p' und Fluktuationen der Wärmefreisetzung q' darstellt und ϕ_{pq} die Phasendifferenz. Durch Wahl der korrekten Phasendifferenz zwischen Wärmefreisetzung (beeinflussbar durch den Zeitverzug) und dem Drucksignal kann der Rayleigh-Index auf $G(x) < 0$ eingestellt werden und damit ist das System gedämpft. Es zeigt sich nun, dass der Zeitverzug vom Eindüsungsort bei den Brennstoffdüsen bis zur Flammfront bei bestehenden Vormischbrennern über die gesamte Eindüsungslänge des Vormischgases in bestimmten Betriebspunkten konstant ist. So z.B. bei einem Doppelkegelbrenner nach dem Stand der Technik wie in Fig. 1a) dargestellt.

[0016] In diesem beispielhaft zu verstehenden Längsschnitt durch einen Doppelkegelbrenner 1, wie er z.B. aus der EP 0 321 809 bekannt ist, ist der obere Spalt 7 zwischen den beiden konischen Brennerschalen 8 und 9 erkennbar. Die Verbrennungsluft 23 tritt durch diesen Spalt 7 an den über die Brennerlänge verteilten Brennstoffdüsen 6 vorbei in den Innenraum 22, wobei der Brennstoff von der vorbeiströmenden Luft 23 erfasst und umschlossen wird. Im Innenraum 22 des Brenners 1 strömt der Verbrennungsluftstrom unter Ausbildung einer sich in Strömungsrichtung ausbreitenden kegelförmigen Brennstoffsäule entlang der Stomlinien 5. Das Brennstoff/Luft-Gemisch gelangt dann in den Innenraum 2, wo es an einer Flammfront 3 entzündet.

[0017] Bei einem derartigen Doppelkegelbrenner ist die Verzugszeit τ , die zwischen der Eindüsung an den Brennstoffdüsen 6 bis zur Entzündung an der Flammfront 3 verstreicht, nahezu konstant für alle Positionen

der Brennstoffdüsen, wie dies in Fig. 1b) schematisch dargestellt ist (die Koordinate x erstreckt sich dabei vom Ausgang 10 des Brenners 1 zu dessen hinterem Ende, d.h. in der Figur 1a) von rechts nach links). Es kann mit anderen Worten keine systematische Variation der Verzugszeiten τ in Funktion der Brennstoffdüsenposition entlang des Brenners 1 beobachtet werden (z.B. kürzere Verzugszeiten für Düsen 6 nahe beim Brenneraustritt 10), sondern vielmehr eine mehr oder weniger zufällig erscheinende, um einen Mittelwert nur wenig schwankende Verteilung als Funktion des Eindüsungsortes x .

[0018] Wie in Fig. 2 dargestellt, wird nun erfindungsgemäss vorgeschlagen, anstelle des bisher im wesentlichen konstanten Zeitverzugs von der Brennstoffeindüsung 6 bis zur Flammfront 3 eine Verteilung der Verzugszeit über die Brennerlänge einzustellen. Die Verteilung wird in einer ersten Wahl so eingestellt, dass die Verzugszeiten τ um eine Verzugszeitendifferenz $\Delta\tau$ linear variiert, und zwar von einem Minimum $\tau_{\max}-\Delta\tau$ zum Maximum im hinteren Brennerbereich von $\tau_{\max}$ linear zunehmend.

[0019] In einer zweidimensionalen Darstellung ist in Fig. 3 die Brennerstabilität als Funktion der Parameter $\Delta\tau$ (x-Achse) und $\tau_{\max}$ (y-Achse) für eine Verzugszeitverteilung wie in Fig. 2 angegeben. Als einzelne Messwerte sind dabei exemplarisch drei Werte für das Verhalten bei verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten im Brenner angegeben: für niedrige Strömungsgeschwindigkeit 17, für mittlere Strömungsgeschwindigkeit 18 und für hohe Strömungsgeschwindigkeit 19. Allgemein zeigt es sich, dass sich zwei grundsätzlich instabile, hier schraffierte Bereiche ausbilden. Auf der einen Seite ein instabiler Bereich 16 kurzer Verzugszeiten. Fast unabhängig von der Wahl von $\Delta\tau$ ist der Brenner hier nicht akustisch stabil für derart hohe Strömungsgeschwindigkeiten. Ein zweiter, inselartiger Bereich 13 instabilen Verhaltens findet sich für niedrige Geschwindigkeiten, d.h. hohe Werte von $\tau_{\max}$, und für kleine Werte von $\Delta\tau$.

[0020] Es ist nun leicht erkennbar, dass sich die Stabilität eines Brenners, der mit seinen typischen Betriebswerten meist nahe der Insel 13 arbeitet, sowohl durch eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit gemäss Pfeil 15 stabilisiert werden kann, als auch durch eine Erhöhung der Verzugszeitendifferenz $\Delta\tau$, d.h. durch eine Verschiebung des Betriebspunktes in der Graphik gemäss Pfeil 14 nach rechts. Da aus praktischen Gründen der Wert von $\tau_{\max}$ nicht einfach immer in den stabilen niedrigen Bereich gem. 15 verschoben werden kann, ist eine Verschiebung mittels Einstellung erhöhter Verzugszeitendifferenzen $\Delta\tau$, d.h. über stärker gespreizte Verzugszeiten, oftmals eine effiziente und realisierbare Alternative.

[0021] Typischerweise liegen die Verzugszeiten bei Brennern im Bereich von $\tau = 5-50$ ms, bei Doppelkegelbrennern normalerweise im Bereich von 5-15 ms bei Strömungsgeschwindigkeiten von 10-50 m/s. $\Delta\tau$ kann nun in einem weiten Bereich variiert werden, typischer-

weise finden aber Variationen von $\Delta\tau = 0.5 \tau_{\max}$ Anwendung, bei Doppelkegelbrennern erweist sich eine Variation von $\Delta\tau \geq 0.5 \tau_{\max}$ als besonders vorteilhaft.

[0022] Technisch realisieren lässt sich eine derartige Verteilung an einem als Ausführungsbeispiel dienenden Doppelkegelbrenner wie bereits in Fig. 1 dargestellt über eine einfache Modifikation der Brennstoffeinspritzung in den Verbrennungsluftstrom 23. Die Brennstoffdüsen 6 werden hier nicht mehr unmittelbar an der Spalte 7 zwischen den beiden Schalen 8 und 9 angeordnet, sondern werden auf resp. in die Konusoberflächen der Elemente 8 und 9 eingelassen, und dadurch systematisch die Verzugszeiten eingestellt. Die Brennstoffdüsen 6 können dafür in Gruppen aufgeteilt werden, und jeweils die Brennstoffdüsen einer Gruppe werden dabei auf Linien 20 angeordnet, die den Stromlinien entlang der Brennerkontur folgen. Düsen einer Gruppe speisen einen bestimmten Bereich der Flammfront, allerdings mit unterschiedlicher Verzugszeit τ zwischen Moment der Eindüsung und Ankunft an der Flammfront 3. Dabei ist es von Vorteil, möglichst viele Gruppen zu bilden um zusätzliche zur Streuung des Zeitverzugs eine gleichmässig verteilte Flamme auszubilden. Bei der für Doppelkegelbrenner wegen des Druckabfalls typischen Zahl von 32 Düsen, ist z.B. eine Aufteilung auf 8 Gruppen, deren jeweils 4 Düsen (je zwei pro Konus 8 resp. 9) auf 8 Linien gleichen Zeitverzugs angeordnet werden, geeignet, um die thermoakustischen Schwingungen zu verhindern.

[0023] Eine Anordnung der Brennstoffdüsen 6 auf derartigen Linien 20 erlaubt nun die Einstellung von Verzugszeitenverteilungen in einem ganzen Bereich 21, wie sie in Fig. 4b) dargestellt ist. Selbstverständlich sind auch andere Anordnungen der Brennstoffdüsen an resp. in einem Brenner möglich, welche zu einer gezielten, thermoakustische Schwingungen verhindernden systematischen Verteilung der Verzugszeiten führen, und das vorgestellte Ausführungsbeispiel sowie die angegebenen, im wesentlichen linearen Verteilungen sind nur beispielhaft zu verstehen.

BEZEICHNUNGSLISTE

[0024]

- 1 Doppelkegelbrenner
- 2 Brennraum
- 3 Flammfront
- 4 Wand des Brennraums
- 5 Stromlinien des Brennstoff/Luft Gemisches
- 6 Brennstoffdüsen
- 7 Spalt zwischen den konischen Brennerschalen
- 8 Innere konische Brennerschale bei 7
- 9 Äussere konische Brennerschale bei 7
- 10 Vorderes Ende des Doppelkegelbrenners
- 11 Konstanter Zeitverzug
- 12 Zeitverzugsverteilung
- 13 Unstabiler Bereich hoher Verzugszeiten

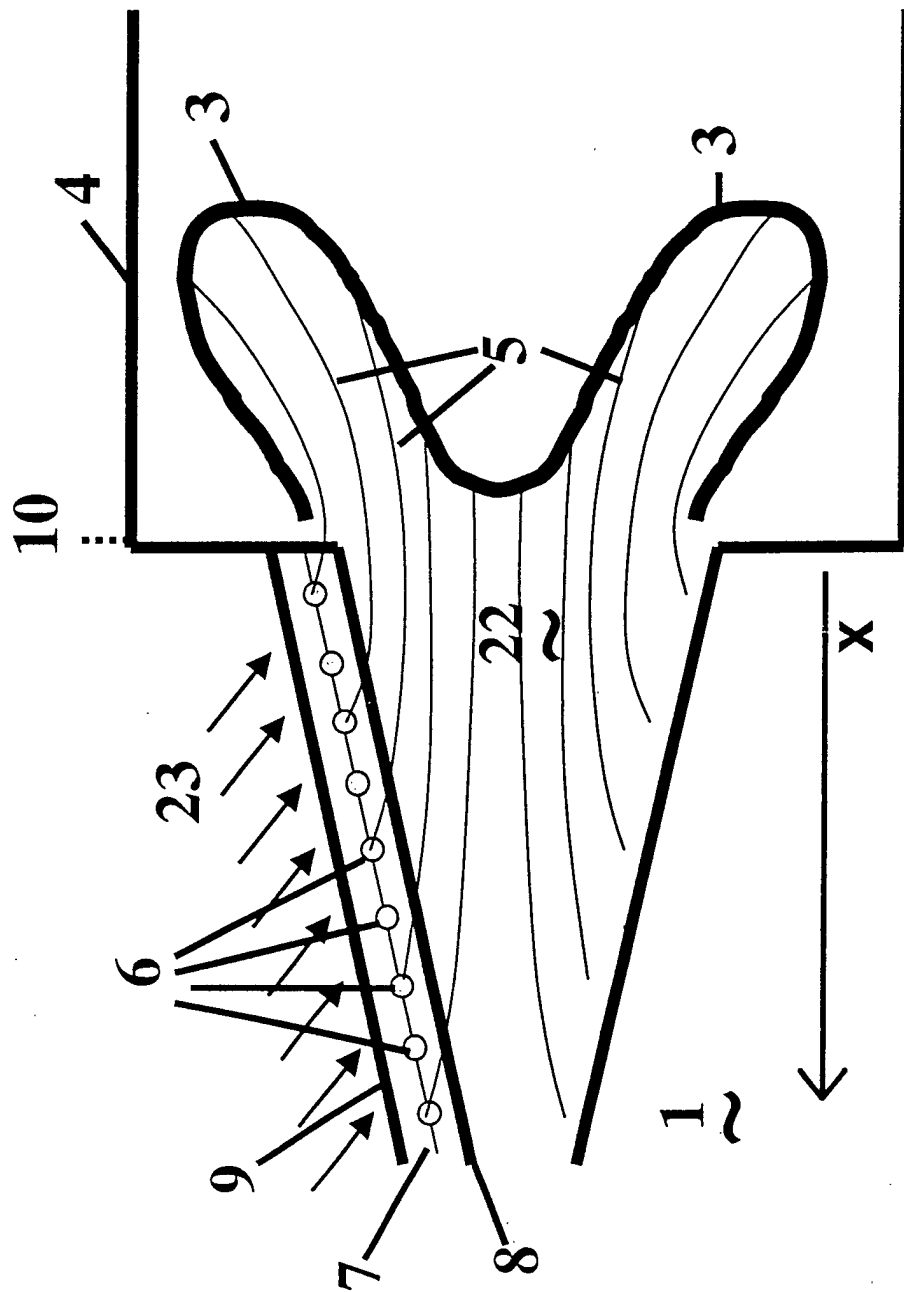
- 14 Stabilisierende Verschiebung nach grossen Verteilungsbreiten
- 15 Stabilisierende Verschiebung nach kurzen Verzugszeiten
- 16 Unstabiler Bereich kurzer Verzugszeiten 5
- 17 Verhalten bei niedriger Strömungsgeschwindigkeit
- 18 Verhalten bei mittlerer Strömungsgeschwindigkeit
- 19 Verhalten bei hoher Strömungsgeschwindigkeit 10
- 20 Linien für gleichen Bereich der Flammfront
- 21 Einstellbarer Zeitverzugsbereich
- 22 Innenraum
- 23 Verbrennungsluftstrom 15

Patentansprüche

1. Verfahren zur Einspritzung von Brennstoff in einen Brenner (1), welcher Brenner (1) einen von wenigstens einer Schale (8,9) umschlossenen Innenraum (22) umfasst, bei welchem Brennstoff durch Brennstoffdüsen (6) in einen im Innenraum (22) strömenden Verbrennungsluftstrom (23) eingedüst wird, das entstehende Brennstoff/Luft-Gemisch innerhalb einer Verzugszeit (τ) zu einer Flammfront (3) in einen Brennraum (2) strömt, und dort entzündet, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brennstoff derart mittels über die Brennerlänge verteilter Brennstoffdüsen (6) eingedüst wird, dass die Verzugszeit (τ) zwischen Eindüsung des Brennstoffs und dessen Verbrennung an der Flammfront (3) für die verschiedenen Brennstoffdüsen einer über die Brennerlänge systematisch variierenden Verteilung (12) entspricht, welche verbrennungsgetriebene Schwingungen vermeidet. 20 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der maximale Zeitverzug ($\tau_{\max}$) zwischen Eindüsungsort (6) und Flammfront (3) im Bereich von $\tau_{\max} = 5-50$ ms liegt. 30
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Strömungsgeschwindigkeit des Brennstoff/Luft-Gemisches im Innenraum im Bereich von 20-50 m/s der maximale Zeitverzug ($\tau_{\max}$) im Bereich von $\tau_{\max} = 5 - 15$ ms liegt. 35 45
4. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brennstoff derart eingedüst wird, dass die Zeitverzugsverteilung (12) über die Brennerlänge zum Brennerende (10) hin vom Maximalwert $\tau_{\max}$ um eine maximale Verzugsdifferenz ($\Delta\tau$) im wesentlichen linear abnehmend zu einem Minimalwert beim Brennerende (10) von $\tau_{\max} - \Delta\tau$ gestaltet ist. 50 55
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet, dass die Verzugsdifferenz ($\Delta\tau$) im Bereich von 10-90% des Maximalwerts ($\tau_{\max}$), insbesondere im Bereich von mehr als 50 % des Maximalwerts ($\tau_{\max}$) liegt.

6. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich beim Brenner (1) um einen Doppelkegelbrenner handelt, bei welchem der Brenner (1) aus mindestens zwei aufeinander positionierten hohlen Teilkegelkörpern (8,9), welche in Strömungsrichtung eine zunehmende Kegelneigung aufweisen, und welche Teilkegelkörper (8,9) zueinander versetzt angeordnet sind, so dass die Verbrennungsluft (23) durch einen Spalt (7) zwischen den Teilkegelkörpern (8,9) in den Innenraum (22) strömt, gebildet wird.
7. Brenner (1) zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffdüsen (6) in Gruppen aufgeteilt sind, wobei jeweils eine Gruppe von Brennstoffdüsen (6) auf einer Linie (20) derart angeordnet ist, dass alle Düsen (6) der Gruppe einen bestimmten Bereich der Flammfront (3) mit unterschiedlichem Zeitverzug (τ) speisen.
8. Brenner (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl von Linien (20) grösser ist als die mittlere Anzahl von Brennstoffdüsen (6) einer Gruppe.
9. Brenner nach einem der Ansprüche 7 oder 8 zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstoffdüsen auf den Konusoberflächen der Teilkegelkörper (8,9) auf einen bestimmten Bereich der Flammfront speisenden Linien (20) angeordnet sind.
10. Brenner (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brenner insgesamt 32 Düsen aufweist, welche in 8 Gruppen auf 8 Linien (20) mit je 4 Düsen aufgeteilt sind.



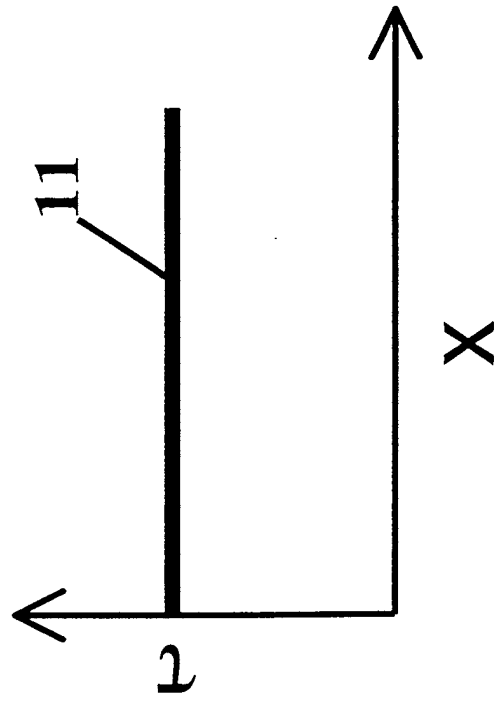


Fig. 1b)

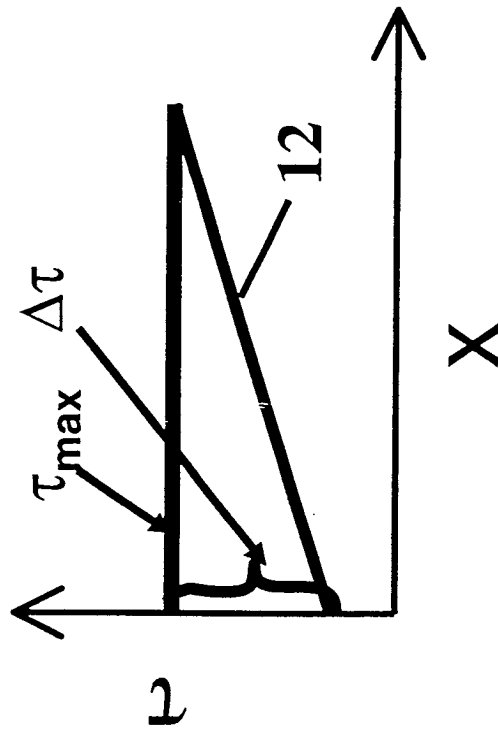


Fig. 2

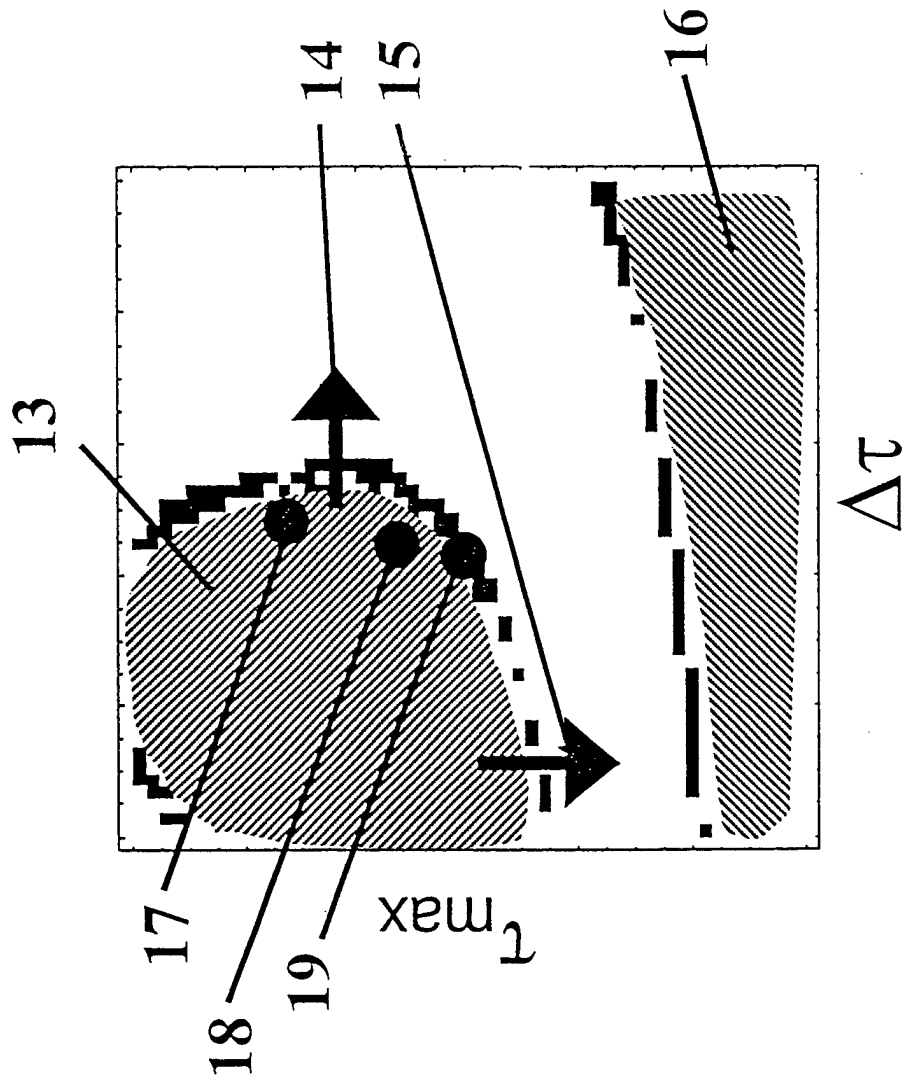


Fig. 3

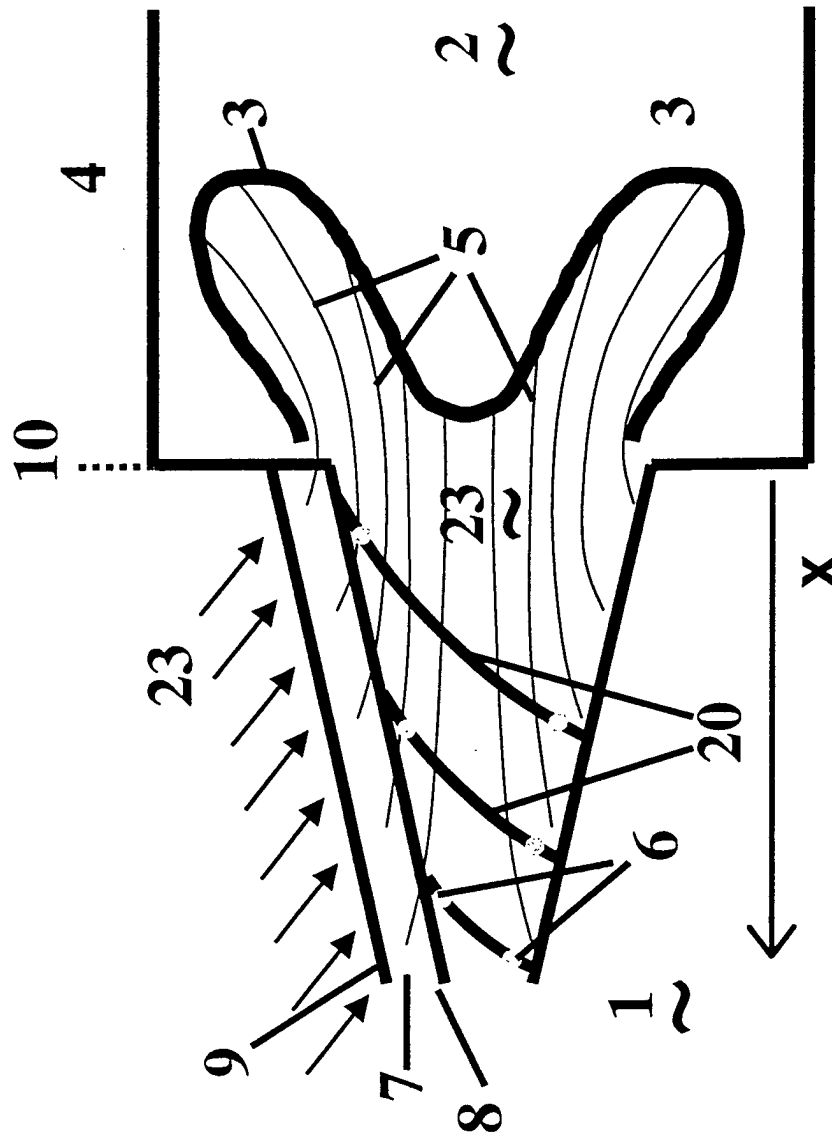


Fig. 4a)

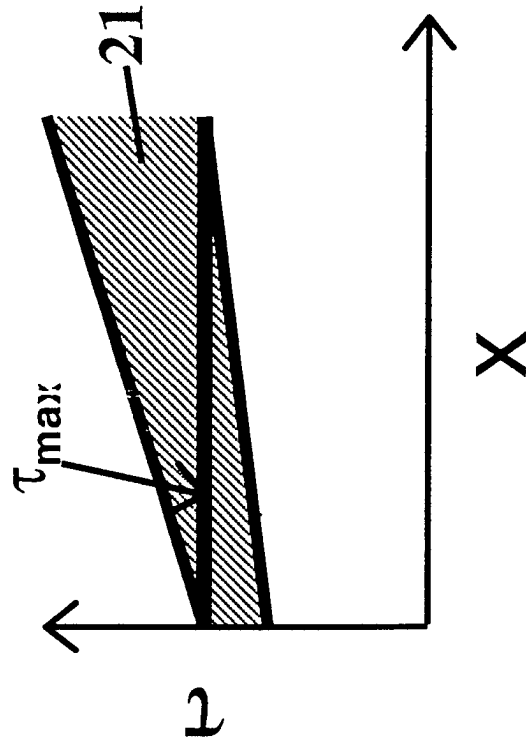


Fig. 4b)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 12 5598

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 198 09 364 A (GEN ELECTRIC) 17. September 1998 (1998-09-17)	1	F23R3/28 F23D14/02
A	* Seite 1, Zeile 32 - Seite 8, Zeile 46; Abbildungen 1-3 *	4,7	

A	EP 1 001 214 A (ASEA BROWN BOVERI) 17. Mai 2000 (2000-05-17)	1,6	
	* Seite 1, Zeile 54 - Seite 5, Zeile 32; Abbildungen 1,2 *		

A	EP 0 592 717 A (ASEA BROWN BOVERI) 20. April 1994 (1994-04-20)	1,7	
	* Spalte 2, Zeile 24 - Spalte 4, Zeile 56; Abbildungen 1,2 *		

A	DE 44 46 945 A (ABB MANAGEMENT AG) 4. Juli 1996 (1996-07-04)	7	
	* das ganze Dokument *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F23R F23D
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	6. Februar 2002	Theis, G	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03 82 (P4400)

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

EP 01 12 5598

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-02-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19809364 A	17-09-1998	US 5943866 A	31-08-1999
		DE 19809364 A1	17-09-1998
		GB 2348484 A ,B	04-10-2000
		GB 2323157 A ,B	16-09-1998
		JP 10318541 A	04-12-1998
		US 6164055 A	26-12-2000
EP 1001214 A	17-05-2000	EP 1001214 A1	17-05-2000
		US 2001019815 A1	06-09-2001
EP 0592717 A	20-04-1994	EP 0592717 A1	20-04-1994
		DE 59209209 D1	02-04-1998
		JP 6193841 A	15-07-1994
		US 5482457 A	09-01-1996
DE 4446945 A	04-07-1996	DE 4446945 A1	04-07-1996
		GB 2296562 A ,B	03-07-1996
		US 5699667 A	23-12-1997

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82