



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.02.2008 Patentblatt 2008/09

(51) Int Cl.:
F23D 11/40 ^(2006.01) **F23D 14/70** ^(2006.01)
F23R 3/28 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06016932.3**

(22) Anmeldetag: **14.08.2006**

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

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

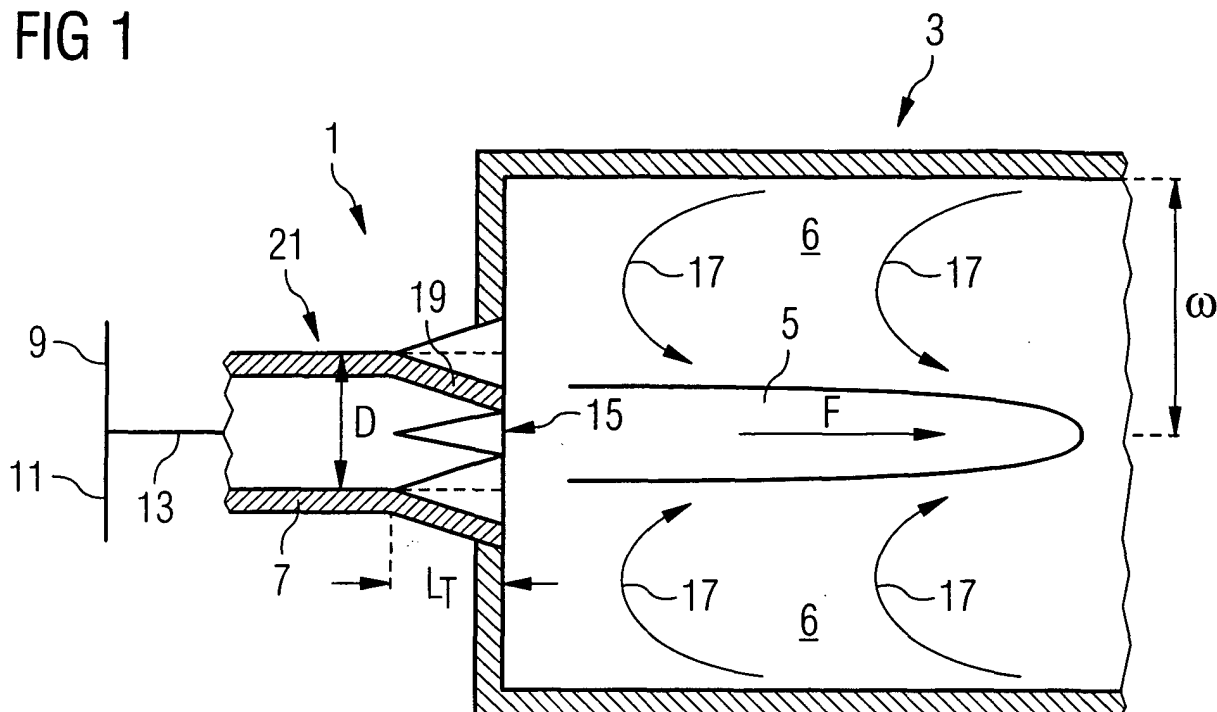
(72) Erfinder: **Krebs, Werner, Dr.**
45481 Mülheim an der Ruhr (DE)

(54) **Verbrennungssystem insbesondere für eine Gasturbine**

(57) Es wird ein Brenner (1, 101), insbesondere für eine Gasturbine, mit wenigstens einem Düsenrohr (7, 107) sowie einer mit dem Düsenrohr (7, 107) in Verbindung stehenden Brennstofffluidzufuhrleitung (9) zum Zuführen eines Brennstofffluides in das Düsenrohr (7, 107) zur Verfügung gestellt. Das Düsenrohr (7, 107) weist eine

Düsenaustrittsöffnung (15, 115) auf und ist zum Eindüsen eines Strahls aus Brennstofffluid oder aus einem Gemisch aus Luft und Brennstofffluid in eine Brennkammer (3) ausgestaltet. Außerdem weist das Düsenrohr (7, 107) im Bereich der Düsenaustrittsöffnung (15, 115) zur Öffnungsmitte hin vorstehende Elemente (19, 119) auf.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verbrennungssystem, insbesondere ein Verbrennungssystem für eine Gasturbine mit einer Brennkammer und wenigstens einem Düsenrohr, welches mit einer Düsenaustrittsöffnung in die Brennkammer mündet.

[0002] In jüngster Zeit werden so genannte Strahlflammen (jet flames) als Alternative zu Drallflammen (swirl flames) in Verbrennungssystemen für Gasturbinenanlagen diskutiert. In Strahlflammen wird ein Brennstofffluid oder ein Gemisch aus Brennstofffluid und Luft mittels eines Düsenrohres als Strahl in die Brennkammer eingebracht. Strahlflammen ermöglichen Stickoxidemissionen (NO_x -Emissionen), die so niedrig sind wie bei vorgemischten Drallflammen, während sie gleichzeitig die Verteilung der Wärmefreisetzung über einen im Vergleich zu den vorgemischten Drallflammen größeren Bereich in der Brennkammer ermöglichen. Infolge der Wärmefreisetzung über einen größeren Bereich eröffnen Strahlflammen ein Potential zum Vermindern thermoakustisch induzierter Schwingungen. Weiterhin ermöglichen Strahlflammen das Verbrennen sehr unterschiedlicher Brennstoffe, was eine hohe Flexibilität des Verbrennungssystems sicherstellt. Eine hohe Flexibilität ist eines der Hauptziele moderner Verbrennungssysteme.

[0003] Die Stabilisierung einer Strahlflamme bleibt jedoch weiterhin eine nicht vollständig gelöste Aufgabe. Bisher werden Strahlflammen hauptsächlich durch die Mitführung von heißen Reaktionsgasen aus einer äußeren Rezirkulationszone der Brennkammer stabilisiert. Die Mitführung der heißen Reaktionsgase wurde bisher verbessert, indem die Strahlgeschwindigkeit erhöht und die Geometrie der Verbrennungsanordnung geeignet eingestellt worden sind. Das Einstellen der Geometrie erfolgt in der Regel durch Herstellen eines speziellen Verhältnisses zwischen dem Durchmesser der Brennkammer und dem Durchmesser der in die Brennkammer mündenden Düsenöffnung des Düsenrohres. Die Flammenstabilität kann jedoch insbesondere im Hinblick auf unterschiedliche Betriebspunkte von Gasturbinenanlagen oder bei Verwendung von Brennstoffen mit hohem Wasserstoffgehalt, welche zu einer hohen Verbrennungsgeschwindigkeit führen, trotz allem noch unbefriedigend sein.

[0004] Demgegenüber ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen vorteilhaften Brenner für Strahlflammen und eine vorteilhafte Verbrennungssystem für Strahlflammen zur Verfügung zu stellen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen Brenner nach Anspruch 1 bzw. durch ein Verbrennungssystem nach Anspruch 12 gelöst. Die abhängigen Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0006] Ein erfindungsgemäßer Brenner, der insbesondere als Brenner für eine Gasturbine ausgestaltet sein kann, umfasst wenigstens ein Düsenrohr sowie eine mit dem Düsenrohr in Verbindung stehende Brennstoffzufuhrleitung zum Zuführen eines Brennstofffluids in das

Düsenrohr und ggf. zusätzlich eine mit dem Düsenrohr in Verbindung stehende Luftzufuhrleitung zum Zuführen von Verbrennungsluft in das Düsenrohr. Das Düsenrohr weist eine Düsenaustrittsöffnung auf und ist zum Eindüsen eines Strahls aus Brennstofffluid oder aus einem Gemisch aus Luft und Brennstofffluid in eine Brennkammer ausgestaltet. Das Düsenrohr weist im Bereich der Düsenaustrittsöffnung zur Öffnungsmitte hin vorstehende Elemente auf. Die zur Öffnungsmitte hin vorstehenden Elemente führen im ausgetretenen Strahl so zu einer Erhöhung der turbulenten Fluktuationen im Bereich der Grenzfläche zwischen dem Strahl und den rezirkulierten Verbrennungsabgasen, was wiederum das Mitreißen der Verbrennungsabgase verstärkt. Als Konsequenz hiervon wird die Stabilität der Flamme erhöht.

[0007] In einer ersten Realisierung der Erfindung sind die vorstehenden Elemente durch einen bis zur Düsenaustrittsöffnung reichenden Düsenrohrabschnitt mit gewellter Innenumfangsfläche gebildet. Diese Realisierung führt zu einer Vergrößerung der Oberfläche des aus der Düsenöffnung austretenden Strahls. Da die Zahl der turbulenten Fluktuationen von der Größe der Grenzfläche zwischen dem Strahl und den heißen Reaktionsgasen, d.h. den Verbrennungsgasen, in der Rezirkulationszone abhängt, ist in dieser Realisierung die Verstärkung der Wirbelbildung im Wesentlichen auf die vergrößerte Strahloberfläche zurückzuführen.

[0008] Die gewellte Innenumfangsfläche an der Düsenaustrittsöffnung kann insbesondere derart ausgestaltet sein, dass sie eine maximale Auslenkung A um einen mittleren Öffnungsradius R der Düsenaustrittsöffnung aufweist und das Verhältnis der Auslenkung zum mittleren Öffnungsradius durch die Beziehung

$$0,03 < A/R < 0,2$$

gegeben ist.

[0009] Die gewellte Innenumfangsfläche kann insbesondere die Form einer sich über den Umfang der Düsenaustrittsöffnung erstreckenden Sinuswelle aufweisen. Aber auch andere im weitesten Sinne gewellte Formen, wie etwa Sägezahnformen, sind möglich.

[0010] In einer Weiterbildung des Brenners mit der gewellten Innenumfangsfläche weist das Düsenrohr einen von der Düsenöffnung entfernten Düsenrohrabschnitt und einen Übergangsabschnitt auf. Der Übergangsabschnitt stellt einen Übergang von dem Düsenrohrabschnitt mit runden Öffnungsquerschnitt zu dem Düsenrohrabschnitt mit der gewellten Innenumfangsfläche dar. Die maximale Amplitude der gewellten Innenumfangsfläche wird unmittelbar an der Düsenaustrittsöffnung erreicht. Das Verhältnis der Länge L_T des Übergangsreiches zur maximalen Amplitude A ist durch die Formel

$$1 < \frac{L_T}{2A} < 5$$

gegeben. Im durch die Formel gegebenen Verhältnis der Länge des Übergangsbereiches zur maximalen Amplitude lassen sich besonders vorteilhafte Resultate für die Flammenstabilität erzielen.

[0011] In einer alternativen Realisierung des Brenners sind die vorstehenden Elemente durch im Bereich der Düsenaustrittsöffnung an der Innenumfangsfläche des Düsenrohres angeordnete Flügel, die insbesondere Deltaflügel sein können, gebildet. Deltaflügel weisen die Form eines Dreiecks auf und besitzen im Verhältnis zu ihrer Länge und Tiefe eine relativ geringe Profildicke. Die Flügel, insbesondere die Deltaflügel führen zu einer verstärkten Wirbelbildung im Bereich der Flügelkanten. Im Unterschied zur ersten Realisierung wird die verstärkte Wirbelbildung nicht erst durch die vergrößerte Strahloberfläche induziert, sondern liegt bereits beim Austritt des Strahls aus der Düsenaustrittsöffnung vor.

[0012] Die Flügel stehen an der Düsenaustrittsöffnung über die Strecke S von der Innenumfangsfläche aus, welche an der Düsenöffnung kreisförmig mit einem Öffnungsdurchmesser D ausgebildet ist, in die Düsenöffnung vor. Das Verhältnis der Strecke S zum Öffnungsdurchmesser D ist durch die Beziehung

$$0,03 < \frac{S}{D} < 0,2$$

gegeben. Die Verhältnisse, welche der angegebenen Beziehung genügen, führen zu besonders guten Ergebnissen beim Stabilisieren der Strahlflamme.

[0013] In einer besonderen Ausgestaltung der Realisierung mit Flügeln im Bereich der Düsenaustrittsöffnung sind die Flügel um einen Winkel α bezüglich der Radialrichtung der Düsenaustrittsöffnung geneigt. Der Winkel α kann hierbei insbesondere im Bereich $65^\circ < \alpha < 85^\circ$ liegen. Die geneigten Flügel, insbesondere solche mit Neigungswinkeln im angegebenen Bereich, führen zu einer besonders vorteilhaften Wirbelbildung im Oberflächenbereich des aus der Düsenaustrittsöffnung austretenden Fluidstrahls. Dies führt insbesondere dann zu guten Ergebnissen für die Flammenstabilität, wenn das Verhältnis der Strecke S zum Öffnungsdurchmesser D der Düsenaustrittsöffnung der weiter oben angegebenen Beziehung genügt.

[0014] Erfindungsgemäß wird außerdem ein Verbrennungssystem mit einer Brennkammer und einem Brenner zur Verfügung gestellt. Der Brenner umfasst wenigstens ein Düsenrohr sowie eine mit dem Düsenrohr in Verbindung stehende Brennstoffzufuhrleitung zum Zuführen eines Brennstofffluids in das Düsenrohr und ggf. zusätzlich eine mit dem Düsenrohr in Verbindung

stehende Luftzufuhrleitung zum Zuführen von Verbrennungsluft in das Düsenrohr. Das Düsenrohr weist eine in die Brennkammer mündende Düsenaustrittsöffnung auf und ist zum Eindüsen eines Strahls aus Brennstofffluid oder einem Gemisch aus Luft und Brennstofffluid in die Brennkammer ausgestaltet. In dem erfindungsgemäßen Verbrennungssystem steht das Düsenrohr in die Brennkammer vor. Insbesondere kann das Düsenrohr einen Öffnungsdurchmesser D aufweisen und über eine Länge L in die Brennkammer vorstehen, wobei das Verhältnis der Länge L zum Öffnungsdurchmesser D durch die Beziehung

$$0,3 < \frac{L}{D} < 3$$

gegeben ist. Das Vorstehen des Düsenrohres in die Brennkammer erhöht den Effekt, den das Mitreißen von heißen Verbrennungsabgasen der Rezirkulationszone auf den Strahl ausübt, weil die Düsenaustrittsöffnung näher an die Rezirkulationszone herangeführt oder gar in diese hineingeführt ist.

[0015] Das in die Brennkammer vorstehende Düsenrohr kann insbesondere im Bereich der Düsenaustrittsöffnung mit zur Öffnungsmitte hin vorstehenden Elementen, wie sie mit Bezug auf den erfindungsgemäßen Brenner beschrieben worden sind, ausgestattet sein. Mit anderen Worten, der Brenner kann insbesondere ein erfindungsgemäßer Brenner sein.

[0016] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Verbrennungssystem mit einem Brenner und einer Brennkammer in einer schematisierten, geschnittenen Seitenansicht.

Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf die Düsenaustrittsöffnung des Brenners aus Fig. 1.

Fig. 3 zeigt eine alternative Ausgestaltung des Brenners im Verbrennungssystem aus Fig. 1 in einer geschnittenen, schematisierten Seitenansicht.

Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf die Düsenaustrittsöffnung der alternativen Ausgestaltung des Brenners.

Fig. 5 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Verbrennungssystem mit einem Brenner und einer Brennkammer in einer schematisierten, geschnittenen Seitenansicht.

[0017] Ein Ausführungsbeispiel für ein erfindungsge-

mäßes Verbrennungssystem ist in einer stark schematisierten Darstellung in Fig. 1 gezeigt. Die Figur stellt einen Schnitt durch die Längsachse des Verbrennungssystems dar und zeigt einen Brenner 1 und eine Brennkammer 3.

[0018] Der Brenner ist zum Erzeugen einer Strahlflamme (jet flame) 5 ausgebildet. Er umfasst ein Düsenrohr 7, welches im vorliegenden Ausführungsbeispiel mit einer Brennstoffzufuhrleitung 9 und einer Luftzufuhrleitung 11 in Verbindung steht. Das über die Brennstoffzufuhrleitung 9 zugeführte Brennstofffluid, beispielsweise Gas (etwa Erdgas) oder Öl (etwa Heizöl), wird in einem Mischer 13 gemischt und dem Düsenrohr 7 zugeführt.

[0019] Über eine Düsenaustrittsöffnung 15 wird das vorgemischte Luft/Brennstoffgemisch in die Brennkammer 3 eingedüst, um die Strahlflamme 5 zu bilden. Üblicherweise steht der Durchmesser der Düsenaustrittsöffnung mit der Abmessung der Brennkammeröffnung W im Verhältnis $1 < W/D < 4$.

[0020] Im äußeren Bereich der Brennkammer 3 bildet sich bei vorliegender Strahlflamme 5 eine Rezirkulationszone 6 aus, in welcher heiße Verbrennungsabgase im radial äußeren Bereich der Brennkammer 3 in Richtung auf den Brenner 7 zurückströmen und im stromauf gelegenen Bereich der Brennkammer 3 in ihrer Bewegungsrichtung in Richtung auf den radial inneren Bereich der Brennkammer abgelenkt werden. Zwischen dem rezirkulierten Abgas 17 und der Umfangsfläche des Luft/Brennstoffgemisches in der Strahlflamme 5 treten Scherkräfte auf, welche das rezirkulierte Abgas 17 in Strömungsrichtung F des Luft/Brennstoffgemisches mitreißen. Aufgrund dieses Mitreißeffektes wird die Strahlflamme 5 in der Brennkammer 3 stabilisiert. Für den Mitreißeffekt sind in erster Linie turbulente Fluktuationen in der Umfangsfläche der Strahlflamme 5 verantwortlich.

[0021] Das Düsenrohr 7 des Brenners 1 weist im Bereich der Düsenaustrittsöffnung 15 eine gewellte Rohrwand 19 auf. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Wellung dadurch realisiert, dass die Rohrwand 19 die Form einer um einen mittleren Rohrradius R mit einer Amplitude A oszillierenden stehenden Sinuswelle aufweist. Die Wellung kann jedoch auch Einarbeiten einer in Umfangsrichtung des Düsenrohres sinusförmigen Kontur in seine Innenwandung realisiert sein. Die Wellung braucht aber nicht zwingend Sinusform aufzuweisen. Andere Formen, wie etwa Sägezahnformen, sind möglich.

[0022] Die Amplitude A der Wellung weist an der Düsenaustrittsöffnung 15 ihren maximalen Wert auf. Sie verringert sich zu stromaufwärts gelegenen Rohrschnitten hin, bis schließlich ein Rohrschnitt 21 erreicht ist, in dem das Rohr einen kreisförmigen Querschnitt aufweist. Der Übergangsbereich, in dem die Amplitude von ihrem Maximalwert A auf Null abnimmt, besitzt in Axialrichtung des Düsenrohres 7 eine Länge L_T . Das Verhältnis der Länge L_T des Übergangsbereiches zur maximalen Amplitude A ist durch die Beziehung

$$1 < L_T / 2A < 5$$

gegeben.

[0023] Aufgrund der Wellung des Düsenrohres 7 im Bereich Düsenaustrittsöffnung 15 ist die Oberfläche des aus der Düsenaustrittsöffnung 15 austretenden Strahls aus Luft/Brennstoffgemisch im Vergleich zu einem aus einer Düsenaustrittsöffnung mit rundem Querschnitt und dem Radius R austretenden Strahl aus Luft/Brennstoffgemisch vergrößert. Die Vergrößerung der Oberfläche des Strahls führt zu mehr turbulenten Fluktuationen und somit zu einer Verstärkung des beschriebenen Mitreißeffektes. Besonders vorteilhaft lässt sich der Mitreißeffekt verstärken, wenn das Verhältnis der Auslenkung A der Wellung zum mittleren Radius R der Düsenaustrittsöffnung durch die Beziehung

$$0,03 < A/R < 0,2$$

gegeben ist. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass Fig. 2 lediglich beispielhaft und schematisch für die Form der Wellung steht. Insbesondere kann die Zahl der Wellenberge und Wellentäler auch kleiner oder größer sein, als dies in Fig. 2 dargestellt ist.

[0024] Fig. 3 zeigt eine zweite Ausführungsvariante für das Düsenrohr des erfindungsgemäßen Brenners. Die Figur zeigt das Düsenrohr 107 gemäß der zweiten Variante in einem schematischen Schnitt entlang seiner zentralen Längsachse. Im Unterschied zum Düsenrohr 7 des ersten Ausführungsbeispiels weist das Düsenrohr 107 des zweiten Ausführungsbeispiels im Bereich der Düsenaustrittsöffnung 115 keine Wellung auf. Stattdessen sind im Bereich der Innenumfangsfläche der Düsenaustrittsöffnung 115 Deltaflügel 119 angeordnet. Die Deltaflügel 119 ragen über die Strecke S in die Düsenaustrittsöffnung 115 hinein. Das Verhältnis der Strecke S zum Durchmesser D der Düsenaustrittsöffnung 115 ist hierbei insbesondere durch die Beziehung

$$0,03 < S/D < 0,2$$

gegeben. Außerdem sind die Deltaflügel 119 im vorliegenden Ausführungsbeispiel um einen Winkel α im Bereich zwischen 65° und 85° gegen die Radialrichtung im Düsenrohr 107 geneigt. Es sind aber auch Ausführungsformen ohne Neigung möglich.

[0025] An den Kanten der im Bereich der Düsenaustrittsöffnung 115 angeordneten Deltaflügel 119 erfolgt eine Wirbelbildung, die sich in der Oberfläche des aus der

Düsenaustrittsöffnung 115 austretenden Strahls fortsetzt. Die Wirbel erhöhen die turbulenten Fluktuationen im Grenzbereich zwischen dem Strahl und dem rezirkulierten Abgas, sodass der Mitreißeffekt verstärkt wird.

[0026] Ein weiteres Ausführungsbeispiel für das erfindungsgemäße Verbrennungssystem ist in Fig. 5 dargestellt. Die Figur stellt das Verbrennungssystem in einem Schnitt entlang seiner Längsachse dar und zeigt einen Brenner 201 und eine Brennkammer 203.

[0027] Der Brenner umfasst ein Düsenrohr 207, eine Brennstoffzufuhrleitung 209 und eine Luftzufuhrleitung 211 sowie einen Mischer 213, der dem Düsenrohr 207 vorgeschaltet ist und in den die Brennstoffzufuhrleitung 209 und die Luftzufuhrleitung 211 münden. Im Unterschied zum Brenner im ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verbrennungssystems weist das Düsenrohr 207 weder eine Wellung noch Deltaflügel im Bereich seiner Düsenaustrittsöffnung 215 auf. Es sei an dieser Stelle aber erwähnt, dass der Brenner auch im zweiten Ausführungsbeispiel des Verbrennungssystems mit einer Wellung oder mit Deltaflügeln im Bereich seiner Düsenaustrittsöffnung 215 ausgestattet sein kann.

[0028] Im Unterschied zu dem in Fig. 1 dargestellten Verbrennungssystem ragt das Düsenrohr 207 in dem in Fig. 5 dargestellten Verbrennungssystem um die Strecke L in die Brennkammer 203 hinein. Die Strecke L, um die das Düsenrohr 207 in die Brennkammer 203 hineinragt, steht mit dem Öffnungsdurchmesser D des Düsenaustrittsöffnung vorzugsweise in einer Beziehung, die durch

$$0,3 < L/D < 3$$

gegeben ist. Aufgrund des Hineinragens in die Brennkammer 203 kann die Düsenaustrittsöffnung 215 näher an die Rezirkulationszone in der Brennkammer herangeführt werden, sodass bereits kurz nach dem Austritt des Strahls 205 aus der Düsenaustrittsöffnung 215 der Mitreißeffekt eintritt. Der Mitreißeffekt kann daher die Strahlflamme 205 weitestgehend über ihre gesamte Länge stabilisieren.

[0029] Mit Hilfe der Erfindung wird der Mitreißeffekt für die heißen Gase in der äußeren Rezirkulationszone erhöht. Zudem gewährleisten die erhöhten turbulenten Fluktuationen eine gleichmäßige Verbrennung mit niedrigen akustischen Amplituden, sodass das Auftreten von Verbrennungsschwingungen unterdrückt wird. Eine Optimierung der Stabilität der Strahlflamme kann durch Kombinieren der in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Brenner mit dem in Fig. 5 dargestellten Verbrennungssystem herbeigeführt werden.

Patentansprüche

1. Brenner (1, 101), insbesondere für eine Gasturbine,

mit wenigstens einem Düsenrohr (7, 107) sowie einer mit dem Düsenrohr (7, 107) in Verbindung stehenden Brennstofffluidzufuhrleitung (9) zum Zuführen eines Brennstofffluides in das Düsenrohr (7, 107), wobei das Düsenrohr (7, 107) eine Düsenaustrittsöffnung (15, 115) aufweist und zum Eindüsen eines Strahls (5) aus Brennstofffluid oder aus einem Gemisch aus Luft und Brennstofffluid in eine Brennkammer (3) ausgestaltet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Düsenrohr (7, 107) im Bereich der Düsenaustrittsöffnung (15, 115) zur Öffnungsmitte hin vorstehende Elemente (19, 119) aufweist.

2. Brenner (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorstehende Elemente durch einen bis zur Düsenaustrittsöffnung (15) reichenden Düsenrohrabschnitt mit gewellter Innenumfangsfläche (19) gebildet sind.

3. Brenner (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gewellte Innenumfangsfläche (19) an der Düsenaustrittsöffnung (15) eine maximale Auslenkung A um einen mittleren Öffnungsradius R der Düsenaustrittsöffnung (15) aufweist und das Verhältnis der Auslenkung zum mittleren Öffnungsradius durch die Beziehung

$$0,03 < A/R < 0,2$$

gegeben ist.

4. Brenner (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gewellte Innenumfangsfläche (19) die Form einer Sinuswelle aufweist.

5. Brenner (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gewellte Innenumfangsfläche (19) Sägezahnform aufweist.

6. Brenner (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Düsenrohr (7) einen von der Düsenöffnung (15) entfernten Düsenrohrabschnitt (21) mit einem runden Öffnungsquerschnitt und einen Übergangsabschnitt von dem Düsenrohrabschnitt (21) mit dem runden Öffnungsquerschnitt zum Düsenrohrabschnitt mit der gewellten Innenumfangsfläche (19) aufweist, wobei die maximale Amplitude A der gewellten Innenumfangsfläche (19) an der Düsenaustrittsöffnung (15) erreicht wird und das Verhältnis der Länge L_T des Übergangsbereiches zur maximalen Amplitude A durch die Beziehung

$$1 < \frac{L_T}{2A} < 5$$

gegeben ist.

7. Brenner (101) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorstehenden Elemente durch im Bereich der Düsenaustrittsöffnung (115) an der Innenumfangsfläche (107) des Düsenrohrs angeordnete Flügel (119) gebildet sind. 10
8. Brenner (101) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flügel als Deltaflügel (119) ausgebildet sind. 15
9. Brenner (101) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flügel (119) an der Düsenaustrittsöffnung (115) über die Strecke S von der Innenumfangsfläche aus in die Düsenöffnung vorstehen, die Innenumfangsfläche an der Düsenöffnung einen kreisförmigen Umfang mit Öffnungsdurchmesser D aufweist und das Verhältnis der Strecke S zum Öffnungsdurchmesser D durch die Beziehung 20 25

$$0,03 < \frac{S}{D} < 0,2$$

gegeben ist.

10. Brenneranordnung (101) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flügel (119) um einen Neigungswinkel α bezüglich der Radialrichtung der Düsenaustrittsöffnung (115) geneigt sind. 35 40
11. Brenner (101) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Neigungswinkel α im Bereich $65^\circ < \alpha < 85^\circ$ liegt.
12. Verbrennungssystem, insbesondere für eine Gasturbine, mit einer Brennkammer (203) und einem Brenner (201), insbesondere mit einem Brenner nach einem der vorangehenden Ansprüche, welcher wenigstens ein Düsenrohr (207) sowie eine mit dem Düsenrohr (207) in Verbindung stehende Brennstofffluidzufuhrleitung (209) zum Zuführen eines Brennstofffluides in das Düsenrohr (207) umfasst, wobei das Düsenrohr (207) eine in die Brennkammer (203) mündende Düsenaustrittsöffnung (215) aufweist und zum Eindüsen eines Strahls (205) aus Brennstofffluid oder einem Gemisch aus Luft und Brennstofffluid in die Brennkammer (203) ausgestaltet ist, **dadurch gekennzeichnet**, das Düsenrohr 45 50 55

(207) in die Brennkammer vorsteht.

13. Verbrennungssystem nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Düsenrohr (207) einen Öffnungsdurchmesser D aufweist und über eine Länge L in die Brennkammer (203) vorsteht, wobei das Verhältnis des Öffnungsdurchmessers D zur Länge L durch die Beziehung

$$0,3 < \frac{L}{D} < 3$$

gegeben ist.

FIG 1

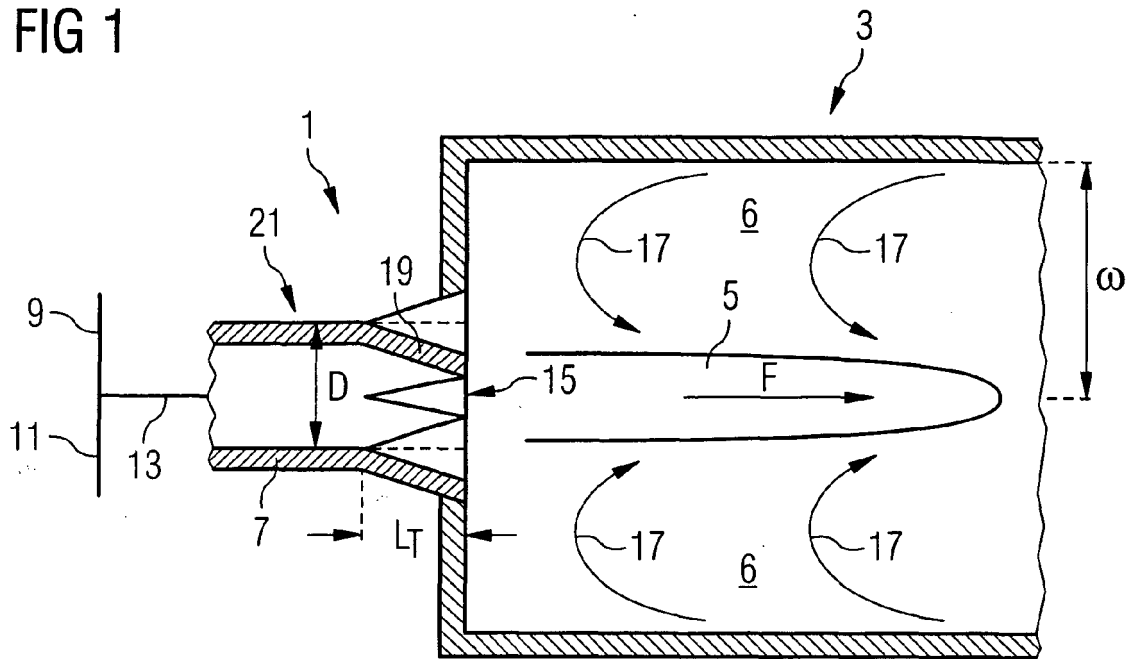


FIG 2

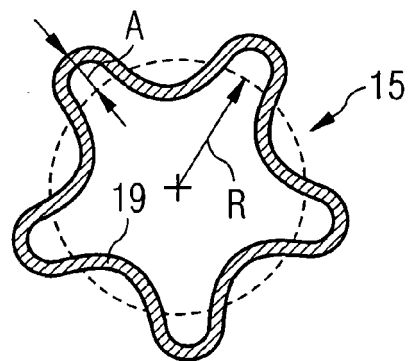


FIG 3

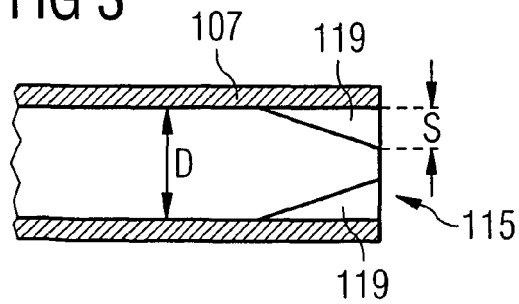


FIG 4

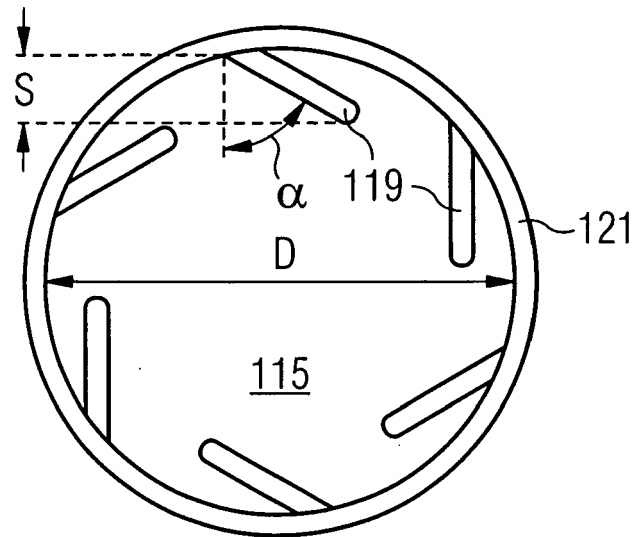
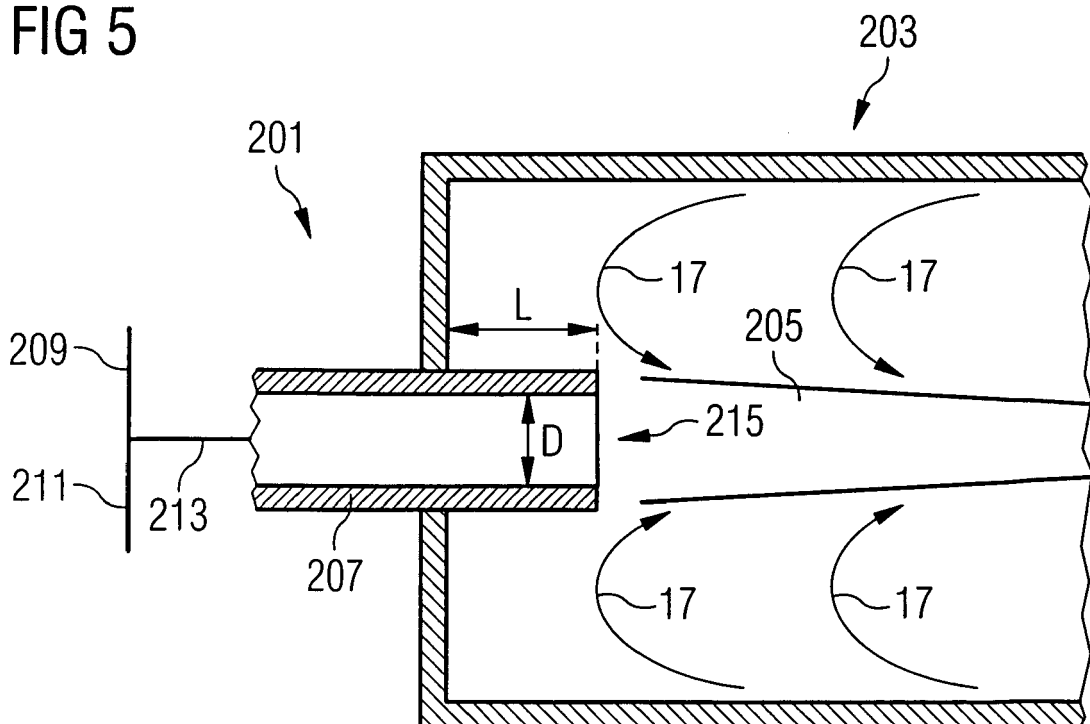


FIG 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 01 6932

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 323 614 A (TSUKAHARA SATOSHI [JP] ET AL) 28. Juni 1994 (1994-06-28)	1,7,8,12	INV. F23D11/40 F23D14/70 F23R3/28
Y	* Spalte 2, Zeile 22 - Zeile 59 * * Abbildung 1 *	10	
Y	----- GB 1 502 459 A (OFR SPA [IT]) 1. März 1978 (1978-03-01) * Seite 1, Zeile 66 - Zeile 73 * * Seite 2, Zeile 22 - Zeile 48 * * Abbildung *	10	
X	----- US 6 026 644 A (ITO KAZUYUKI [JP] ET AL) 22. Februar 2000 (2000-02-22) * Spalte 7, Zeile 15 - Zeile 32 * * Spalte 19, Zeile 12 - Zeile 19 * * Abbildungen 1,20,21 *	1,7,8,12	
X	----- DE 93 10 257 U1 (VIESSMANN WERKE KG [DE]) 2. September 1993 (1993-09-02) * Seite 6, Absatz 6 - Seite 7, letzter Absatz; Abbildungen 1A-5B *	1,2,4,5	
X	----- DE 36 36 787 A1 (MAN TECHNOLOGIE GMBH [DE]) 19. Mai 1988 (1988-05-19) * Spalte 3, Zeile 7 - Zeile 25 * * Spalte 3, Zeile 45 - Zeile 55 * * Abbildungen 1,3 *	1,2,4,12	F23D F23R
X	----- EP 1 342 956 A2 (NAT AEROSPACE LAB [JP]) 10. September 2003 (2003-09-10) * Spalte 14, Zeile 7 - Zeile 43 * * Spalte 19, Zeile 40 - Spalte 21, Zeile 5; Abbildungen 1A,1B,4A-4D *	1,12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 11. Januar 2007	Prüfer Gavriliu, Costin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		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	

3

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE**

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung mehr als zehn Patentansprüche.

- ☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die ersten zehn sowie für jene Patentansprüche erstellt, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:
- ☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die ersten zehn Patentansprüche erstellt.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

- ☐ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.
- ☒ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
- ☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:
- ☐ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:



Europäisches
Patentamt

**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 06 01 6932

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-10

Brenner mit einem Düsenrohr, einer Brennstofffluidzufuhrleitung, wobei das Düsenrohr eine Düsenaustrittsöffnung aufweist und wobei das Düsenrohr im Bereich der Düsenaustrittsöffnung zur Öffnungsmitte hin vorstehende Elemente aufweist.

2. Ansprüche: 12,13

Verbrennungssystem mit einer Brennkammer und einem Brenner, welcher ein Düsenrohr und eine Brennstofffluidzufuhrleitung umfasst, wobei das Düsenrohr eine in die Brennkammer mündende Düsenaustrittsöffnung aufweist und wobei das Düsenrohr in die Brennkammer vorsteht.

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

EP 06 01 6932

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.

11-01-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5323614	A	28-06-1994	JP	5203148 A	10-08-1993
GB 1502459	A	01-03-1978	DE	7523827 U	13-11-1975
			FR	2342010 A7	16-09-1977
US 6026644	A	22-02-2000	KEINE		
DE 9310257	U1	02-09-1993	KEINE		
DE 3636787	A1	19-05-1988	KEINE		
EP 1342956	A2	10-09-2003	JP	2003262336 A	19-09-2003
			US	2003167771 A1	11-09-2003

EPO FORM P0481

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