

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 439 349 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.07.2004 Patentblatt 2004/30

(51) Int Cl. 7: F23R 3/40, F23C 11/00

(21) Anmeldenummer: 03104559.4

(22) Anmeldetag: 05.12.2003

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

(30) Priorität: 14.01.2003 CH 462003

(71) Anmelder: Alstom Technology Ltd
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• CARRONI, Richard
5443, Niederrohrdorf (CH)
• Flohr, Peter
5413, Birmenstorf (CH)

(54) Verbrennungsverfahren sowie Brenner zur Durchführung des Verfahrens

(57) Bei einem Verbrennungsverfahren wird in einem Brenner (12, 20) ein durch einen Strömungskanal (13) strömendes Brennstoff/Luft-Gemisch in einer ersten Verbrennungsstufe in einem Katalysator (15) zur Reaktion gebracht und wird stromabwärts vom Katalysator (15) Brennstoff mit dem Abgas aus dem Katalysator (15) zusammen in einer zweiten Verbrennungsstufe unter Ausbildung einer homogenen Flamme (17) durch Selbstentzündung verbrannt.

Wenn der Brennstoff aus dem Brennstoff/Luft-Ge-

misch in der ersten Verbrennungsstufe im Katalysator (15) nur teilweise verbrannt wird, und der unverbrannte Rest des Brennstoffes in der zweiten Verbrennungsstufe verbrannt wird, kann die Verbrennung dadurch stabilisiert werden, dass das Brennstoff enthaltende Abgas aus dem Katalysator (15) zwischen dem Ausgang des Katalysators (15) und der homogenen Flamme (17) durch Vorrichtungen (16, 19) geführt wird, welche eine aerodynamische Stabilisierung der homogenen Flamme (17) bewirken.

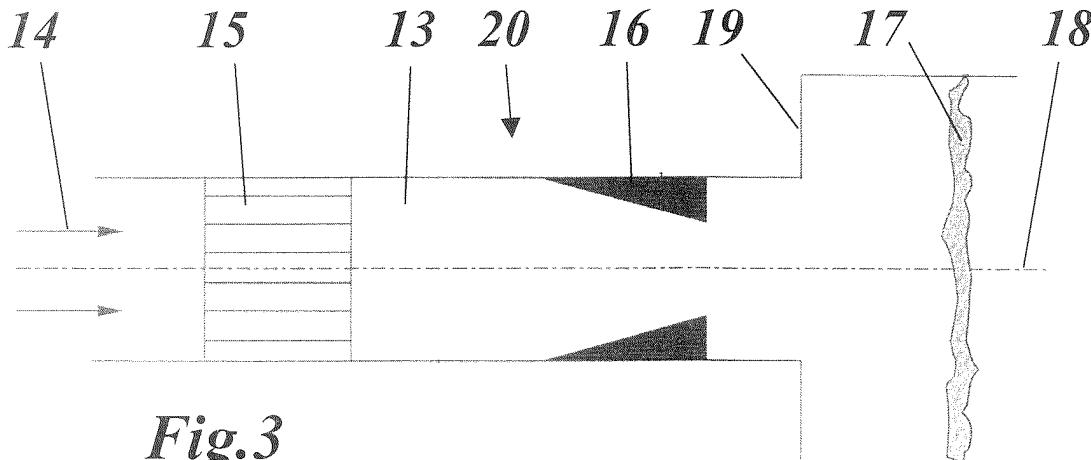


Fig.3

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Verbrennungstechnik. Sie betrifft ein Verbrennungsverfahren gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einen Brenner zur Durchführung des Verfahrens.

STAND DER TECHNIK

[0002] Die katalytische Verbrennung ist ein Verfahren, das bei Gasturbinen angewendet werden kann, um die Stabilität des Verbrennungsprozesses zu erhöhen und die Emissionen zu verringern (siehe z.B. die US-B1-6,339,925). Grenzen bei der Materialbelastung und Betriebsbedingungen erfordern, dass die eingesetzten Katalysatoren nur einen Teil (typischerweise bis zu 60%) des gesamten durch den Brenner strömenden Brennstoffes umsetzen. Die resultierende Gastemperatur kann deshalb möglicherweise nicht ausreichend erhöht sein, um die Verbrennung des am Ausgang des Katalysators verbleibenden Brennstoffes (eine homogene Mischung aus Brennstoff O₂, N₂, CO, CO₂ und H₂O bei Temperaturen zwischen 600°C und 950°C) thermisch zu stabilisieren. Daher ist eine aerodynamische Stabilisierung notwendig.

[0003] Eine einfache Lösung besteht darin, eine plötzliche Ausdehnung stromabwärts vom Katalysator zu verwenden, wobei Rezirkulationszonen an den Ecken der Erweiterung eine Verankerung bewirken (siehe z.B. die US-A-5,626,017). Diese Technik wirkt jedoch nur bei höheren Temperaturen am Katalysatorausgang. Wenn jedoch eine stärkere dynamische Stabilisierung benötigt wird, kann dies durch die Ausbildung von stark verwirbelten Strömungen geschehen, die einen Zusammenbruch der Wirbel ("vortex breakdown") begünstigen. In der US-A-5,433,596 wird ein Doppelkegelbrenner nach dem Stand der Technik beschrieben, der einen solchen Zusammenbruch des Wirbels erzeugt. Eine Anzahl von anderen Konfigurationen, wie sie z.B. in der US-A-5,588,826 beschrieben sind, erreichen dieses Ziel ebenfalls. Ein solcher grossräumiger Wirbel erfordert jedoch vergleichsweise komplexe Vorrichtungen, die erhebliche Druckabfälle verursachen.

[0004] Ein vereinfachtes Wirblerzeugungselement ("vortex generator"), das auch als SEV vortex generator bezeichnet wird und sich durch verringerte Druckverluste auszeichnet, ist in der US-A-5,577,378 offenbart worden. Es hat sich als geeignet für die sequentielle Verbrennung bzw. die Verbrennung mit Nachverbrennung erwiesen. Die Wirkung der Vorrichtung basiert auf einer Abgastemperatur am Ausgang des ersten Brenners, die oberhalb der Selbstentzündungstemperatur des im zweiten Brenner eingedüstten Brennstoffes; die Brennkammer für die Nachverbrennung ist ein brennerloser Raum mit einer Anzahl von Wirblerzeugungsele-

menten, deren Zweck darin besteht, den Brennstoff der zweiten Stufe mit dem Abgas der ersten Stufe vor der Selbstentzündung zu vermischen. Der Grad der Zirkulation und die Gestalt des axialen Geschwindigkeitspro-

5 fils können durch die Wahl der geometrischen Parameter des Wirblerzeugungselements (Länge, Höhe, Anströmwinkel) auf die Bedürfnisse zugeschnitten werden und können im Extremfall sogar zu einem freistehenden Wirbelzusammenbruch führen, wie er manchmal bei
10 Flugzeugen mit Deltaflügeln bei grossen Anströmwinkeln beobachtet wird.

[0005] In der o.g. US-A-5,626,017 ist eine Brennkammer für eine Gasturbine mit zweistufiger, sequentieller Verbrennung beschrieben, bei welcher in der ersten
15 Stufe die in einem Mischer erzeugte Brennstoff/Luft-Mischung in einem Katalysator vollständig verbrannt wird. Das aus dem Katalysator austretende Abgas hat eine vergleichsweise hohe Temperatur von 800°C bis 1100°C. Hinter dem Ausgang des Katalysators sind Wirbelzeugungselemente ("vortex generators") angeordnet, wie sie beispielhaft in Fig. 1 der vorliegenden Anmeldung wiedergegeben sind. Die Wirblerzeugungselemente erzeugen eine turbulente Strömung, in die dann stromabwärts Brennstoff eingedüst wird. Die entstehende Abgas/Brennstoffmischung entzündet sich dann selbst und bildet eine Flammenfront, die mittels einer stufenartigen Querschnittserweiterung im Strömungskanal aerodynamisch stabilisiert wird. Den Wirblerzeugungselementen kommt hierbei ausschliesslich die Funktion zu, die Vermischung von Abgas und eingedüstem Brennstoff zu befördern. Die Stabilisierung der Flammenfront dagegen wird durch die Querschnittserweiterung bewirkt.

[0006] Anders ist die Situation bei einer zweistufigen
35 Brennerkonfiguration, bei der das Brennstoff/Luft-Gemisch in der ersten Stufe nicht vollständig verbrannt wird, sondern das Abgas aus dem Katalysator einen Teil unverbrannten Brennstoffs enthält und zugleich eine deutlich verringerte Austrittstemperatur (z.B. 600°C bis
40 950°C) aufweist. Da in diesem Fall in der zweiten Stufe kein zusätzlicher Brennstoff eingedüst und entsprechend mit dem Abgas aus dem Katalysator auch nicht vermischt werden muss, liegt hier strömungstechnisch und insbesondere im Bezug auf die Stabilisierung der
45 Flammenfront eine andere Situation vor.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0007] Es ist nun Aufgabe der Erfindung, ein zweistufiges Verbrennungsverfahren mit Katalysator in der ersten Verbrennungsstufe anzugeben, welches einfach und sicher durchzuführen ist und zu geringeren Druckverlusten führt, sowie einen Brenner zur Durchführung des Verfahrens anzugeben.

[0008] Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale der Ansprüche 1 und 7 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, bei einer Verbrennung, bei der in der zweiten Verbrennungsstufe unverbrannter Brenn-

stoff aus der ersten, mit einem Katalysator ausgerüsteten Verbrennungsstufe nachverbrannt wird, die in der zweiten Stufe erzeugte homogene Flamme aerodynamisch zu stabilisieren, indem das Brennstoff enthaltende Abgas aus dem Katalysator zwischen dem Ausgang des Katalysators und der homogenen Flamme durch Vorrichtungen geführt wird, welche eine aerodynamische Stabilisierung der homogenen Flamme bewirken.

[0009] Gemäss einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden als aerodynamisch stabilisierende Vorrichtungen Wirblerzeugungselemente verwendet, welche am Ausgang des Katalysators angeordnet sind.

[0010] Gemäss einer bevorzugten Weiterbildung dieser Ausgestaltung wird als aerodynamisch stabilisierende Vorrichtung zusätzlich eine stufenartige Erweiterung im Strömungskanal verwendet welche zwischen den Wirblerzeugungselementen und der homogenen Flamme angeordnet ist.

[0011] Insbesondere enthält das Abgas am Ausgang des Katalysators neben dem unverbrannten Brennstoff O₂, N₂, CO, CO₂ und H₂O, tritt aus dem Katalysator mit einer Strömungsgeschwindigkeit von kleiner gleich 50 m/s aus und hat dabei eine Temperatur zwischen 600°C und 950°C.

[0012] Es ist weiterhin denkbar, dass dem Abgas stromabwärts vom Katalysator in einem Bypass am Katalysator aussen vorbeigeführter Brennstoff zugesetzt wird.

[0013] Schliesslich ist es denkbar, dass in dem durch den Strömungskanal strömenden Medium H₂/CO aus einem brennstoffreichen katalytischen Pilotbrenner vorhanden ist.

[0014] Eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemässen Brenners ist dadurch gekennzeichnet, dass stromabwärts von den Wirblerzeugungselementen zusätzlich eine stufenartige Erweiterung des Strömungskanals vorgesehen ist.

[0015] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Ausbildung der Wirblerzeugungselemente davon abhängig ist, ob die Wirblerzeugungselemente hauptsächlich eine Mischung oder einen Zusammenbruch von Wirbeln bewirken sollen.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0016] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 in einer perspektivischen Darstellung ein für die erfindungsgemäße Lösung einsetzbares Wirblerzeugungselement, wie es aus dem Stand der Technik bei SEV-Brennern (siehe die US-A-5,577,378) bereits bekannt ist;

Fig. 2 im schematisierten Längsschnitt einen Brenner gemäss einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Fig. 3 in einer zu Fig. 2 vergleichbaren Darstellung ein zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemässen Brenner.

5 WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0017] Es wird vorgeschlagen, sogenannte SEV-Wirblerzeugungselemente (SEV vortex generators) einzusetzen, um die homogenen Flammen insbesondere im Bezug auf den katalytischen Brenner aerodynamisch zu stabilisieren. Ergebnis dieser Methode ist, dass:

- eine ausreichende Flammenstabilisierung unabhängig von der Ausgangstemperatur am Katalysator erreicht wird, so dass ein Betrieb auch möglich ist, wenn die Ausgangstemperatur am Katalysator niedrig ist;
- der Druckabfall minimiert ist; und
- zum Eingang der Turbine hin vergleichmässigte Strömungs- und Temperaturfelder erzeugt werden, die von der verstärkten Mischung der Wirbelströmungen profitieren.

[0018] Der Einsatz von SEV-Wirblerzeugungselementen ist darüber hinaus vorteilhaft, weil für diese Elemente bereits ausgedehnte Erfahrungen hinsichtlich ihrer Auslegung (bzgl. Kühlung, Ermüdung, Flammenposition, Pulsationen, Geschwindigkeits- und Temperaturverteilungen) vorliegen, die bei Hochtemperatur-Brennern mit Nachverbrennung gemacht worden sind, und direkt auf Brenner mit katalytischen Elementen angewendet werden können.

[0019] Das in Fig. 1 dargestellte und an einer Brennkammerwand 11 anliegende, keilförmige bzw. tetraedrische SEV-Wirblerzeugungselement 10, das in der US-A-5,577,378 beschrieben ist, eignet sich besonders für den Einsatz bei der vorliegenden Lösung. Der Grad der Zirkulation und die Gestalt des axialen Geschwindigkeitsprofils können durch geeignete Wahl der Parameter (Länge L, Höhe h, Anströmwinkel α, und den aus diesen drei Grössen abgeleiteten Winkel θ) nach Wunsch eingestellt werden. In Abhängigkeit von den genauen Anforderungen können diese Parameter so eingestellt werden, dass sich nur eine Mischung (niedrigster Druckabfall) oder eine Mischung und ein Zusammenbruch der Wirbel (höherer Druckverlust wegen der Ausbildung einer Rezirkulationszone im Nachstrom) ergibt. In jedem Fall wird ein Paar von gegenläufig rotierenden Strömungswirbeln erzeugt.

[0020] Fig. 2 zeigt eine Konfiguration eines Brenners 12 mit einem sich entlang einer Achse 18 erstreckenden Strömungskanal 13. In dem Strömungskanal 13 ist ein Katalysator 15 angeordnet. Die Strömung 14 eines Brennstoff/Luft-Gemisches tritt von links in den Katalysator 15 ein. Der Brennstoff wird im Katalysator 15 teilweise verbrannt. Am Ausgang des Katalysators 15 tritt dann ein Abgasstrom aus, der neben dem unverbrannten Brennstoff beispielsweise O₂, N₂, CO, CO₂ und H₂O

enthält. Die Zusammensetzung des Abgases ist wegen der guten Mischung sehr gleichmäßig. Die Temperaturen des Abgases variieren zwischen 600°C und 950°C. Die Strömungsgeschwindigkeit ist typischerweise kleiner gleich 50 m/s. Stromabwärts vom Katalysator 15 sind Wirblerzeugungselemente 16 der in Fig. 1 gezeigten Form angeordnet. Die Wirblerzeugungselemente 16 sind so ausgelegt, dass sich eine ausreichende aerodynamische Stabilisierung ergibt, derart, dass eine homogene Flamme 17 in der in Fig. 2 gezeigten Position stabil lokalisiert ist. Die exakte Auslegung der Wirblerzeugungselemente 16 hängt von der Betriebseigenschaften des Katalysators 15 ab:

- Eine minimale Zirkulation wird bei einem Katalysator benötigt, der Abgase mit den höchsten Temperaturen (ungefähr 900-950°C) erzeugt.
- Eine maximal Zirkulation und ein Zusammenbruch der Wirbel ist erforderlich, wenn die Austrittstemperatur am Katalysator am niedrigsten ist (ungefähr 600°C).
- Für den Fall, dass die Zusammensetzung des Katalysator-Abgases ungleichmäßig ist, dienen die Wirblerzeugungselemente dazu, vor der Selbstzündung einen hohen Grad an Vormischung zu erreichen.
- Der Katalysator kann so ausgelegt werden, dass er eine gewisse Menge an Syngas (H_2 und CO) produziert. Die höhere Reaktivität dieser Gase verringert das Ausmass der benötigten aerodynamischen Stabilisierung. Allgemeiner gesagt bestimmt der Brennstoffanteil im Abgas des Katalysators die genaue Anforderung an die aerodynamische Stabilisierung.

[0021] In den Fällen, in denen eine maximale aerodynamische Stabilisierung wünschenswert ist, können die Wirblerzeugungselemente so ausgelegt werden, dass die homogenen Flammen daran gehindert werden, sich an die Elemente selbst anzuhängen.

[0022] Im Zusammenhang mit einem mager arbeitenden Standard-Vormisch-Brenner hat der an den SEV-Wirblerzeugungselementen vorbeiströmende Gasstrom typischerweise eine mittlere Geschwindigkeit von bis zu 150 m/s. Trotz des sehr kleinen Druckverlustkoeffizienten ζ bei einer solchen Ausgestaltung resultieren die hohen Geschwindigkeiten in hohen Druckverlusten (bis zu 4%). Brenner mit katalytischen Elementen sind allgemein durch deutlich geringere Austrittsgeschwindigkeiten von etwa 50 m/s gekennzeichnet. Der damit verbundene Druckverlust ist kleiner als 2% und stellt somit eine massgebliche Verringerung dar.

[0023] Obgleich die Gasmischung, die aus dem Katalysator austritt, sehr gut vermischt ist, gibt es Brennertypen, bei denen Brennstoff und/oder Luft den Hauptkatalysator im Bypass umströmen und hinterher zugeschüttet werden. Der Katalysator kann auch einen Pilotbrenner enthalten, der seine eigenen Verbrennungspro-

dukte (z.B. eine angereicherte Brennstoff/Luft-Mischung oder Syngas) erzeugt, die dann auch zum Hauptgasstrom zugefügt wird. Dies ist eine wichtige Überlegung, weil die Verbrennung inhomogener Mischungen zu hohen lokalen Temperaturen führt und dadurch die Emissionen erhöht. Die Wirblerzeugungselemente sind ihrer Natur nach auch Mischvorrichtungen und stellen daher sicher, dass die Gasmischungen vor der homogenen Verbrennung gut durchgemischt werden.

[0024] Wenn die Wirblerzeugungselemente 16 genügend steil sind, d.h., wenn der Anströmwinkel gross ist, können sie Rezirkulationszonen in ihren Nachströmungen verursachen. Die Rezirkulationszonen können unerwünscht sein, weil sie zu einer Verankerung der homogenen Flamme an den Wirblerzeugungselementen führen könnten. Eine solche Verankerung würde an den Vorrichtungen eine erhebliche thermische Belastung hervorrufen und die Lebensdauer reduzieren.

[0025] Es ist bekannt, dass eine Erweiterung im Querschnitt des Strömungskanals 13 den Zusammenbruch der Wirbel begünstigt. Wenn ein Wirblerzeugungselement für vergleichsweise kleine Werte der Zirkulation, d.h., ohne Rezirkulationszone in der unmittelbaren Nachströmung, ausgelegt ist, kann eine nachfolgende Expansion den Wirbel weiter stromabwärts zum Zusammenbruch bringen. Dies stellt sicher, dass eine Verankerung der Flamme am oder in unmittelbarer Nähe des Wirblerzeugungselements nicht auftreten kann. Eine entsprechende Konfiguration ist in Fig. 3 wiedergegeben. Der in Fig. 3 gezeigte Brenner 20 unterscheidet sich von dem in Fig. 2 dargestellten Brenner 12 hauptsächlich dadurch, dass zwischen den Wirblerzeugungselementen 16 und der homogenen Flamme 17 eine stufenartige Erweiterung 19 im Querschnitt des Strömungskanals 13 vorgesehen ist. Diese stufenartige Erweiterung 19 verhindert sicher, dass die Flamme 17 an den Elementen 16 verankert wird und diese gefährdet.

40 BEZUGSZEICHENLISTE

40 [0026]

10,16	Wirblerzeugungselement (vortex generator)
45 11	Brennkammerwand
12, 20	Brenner
13	Strömungskanal
14	Strömung
15	Katalysator
50 17	homogene Flamme
18	Achse (Brenner)
19	Erweiterung

55 Patentansprüche

1. Verbrennungsverfahren, bei welchem in einem Brenner (12, 20) ein durch einen Strömungskanal

- (13) strömendes Brennstoff/Luft-Gemisch in einer ersten Verbrennungsstufe in einem Katalysator (15) zur Reaktion gebracht und stromabwärts vom Katalysator (15) Brennstoff mit dem Abgas aus dem Katalysator (15) zusammen in einer zweiten Verbrennungsstufe unter Ausbildung einer homogenen Flamme (17) durch Selbstentzündung verbrannt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brennstoff aus dem Brennstoff/Luft-Gemisch in der ersten Verbrennungsstufe im Katalysator (15) nur teilweise verbrannt wird, dass der unverbrannte Rest des Brennstoffes in der zweiten Verbrennungsstufe verbrannt wird, und dass das Brennstoff enthaltende Abgas aus dem Katalysator (15) zwischen dem Ausgang des Katalysators (15) und der homogenen Flamme (17) durch Vorrichtungen (16, 19) geführt wird, welche eine aerodynamische Stabilisierung der homogenen Flamme (17) bewirken.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als aerodynamisch stabilisierende Vorrichtungen Wirblerzeugungselemente (10, 16) verwendet werden, welche am Ausgang des Katalysators (15) angeordnet sind.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als aerodynamisch stabilisierende Vorrichtung zusätzlich eine stufenartige Erweiterung (19) im Strömungskanal (13) verwendet wird, welche zwischen den Wirblerzeugungselementen (10, 16) und der homogenen Flamme (17) angeordnet ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abgas am Ausgang des Katalysators (15) neben dem unverbrannten Brennstoff O₂, N₂, CO, CO₂ und H₂O enthält.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abgas aus dem Katalysator (15) mit einer Strömungsgeschwindigkeit von kleiner gleich 50 m/s austritt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abgas aus dem Katalysator (15) mit einer Temperatur zwischen 600°C und 950°C austritt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Abgas stromabwärts vom Katalysator (15) am Katalysator (15) aussen vorbeigeführter Brennstoff zugesetzt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem durch den Strömungskanal (13) strömenden Medium H₂/CO aus einem brennstoffreichen katalytischen Pilotbrenner vorhanden ist.
9. Brenner (12, 20) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einem Strömungskanal (13), in welchem ein Katalysator (15) für die Katalyse eines durch den Strömungskanal (13) strömenden Brennstoff/Luft-Gemisches angeordnet ist, und in welchem stromabwärts vom Katalysator (15) Mittel zum aerodynamischen Stabilisieren einer sich stromabwärts ausbildenden homogenen Flamme (17) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stabilisierungsmittel Wirblerzeugungselemente (10, 16) umfassen.
10. Brenner nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** stromabwärts von den Wirblerzeugungselementen (10, 16) zusätzlich eine stufenartige Erweiterung (19) des Strömungskanals (13) vorgesehen ist.
11. Brenner nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausbildung der Wirblerzeugungselemente (10, 16) davon abhängig ist, ob die Wirblerzeugungselemente (10, 16) hauptsächlich eine Mischung oder einen Zusammenbruch von Wirbeln bewirken sollen.

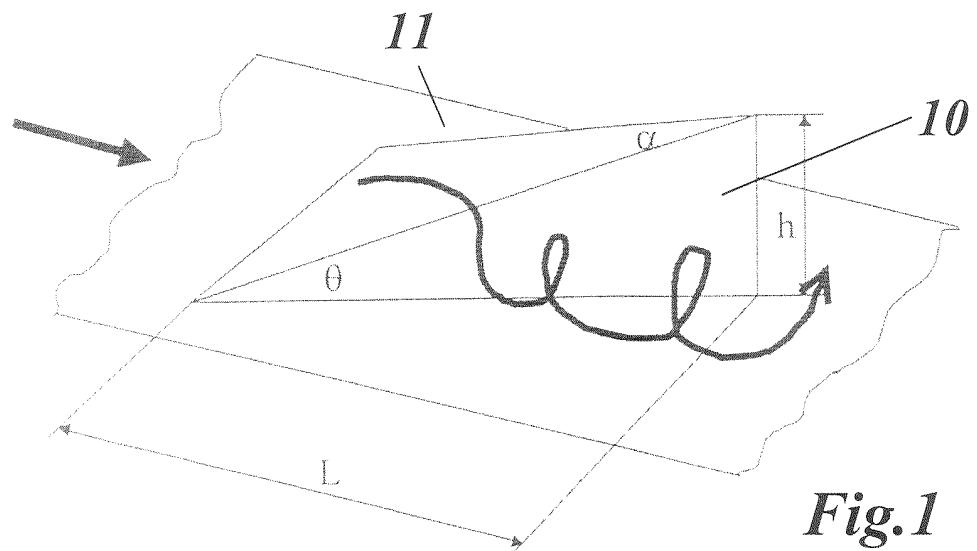


Fig.1

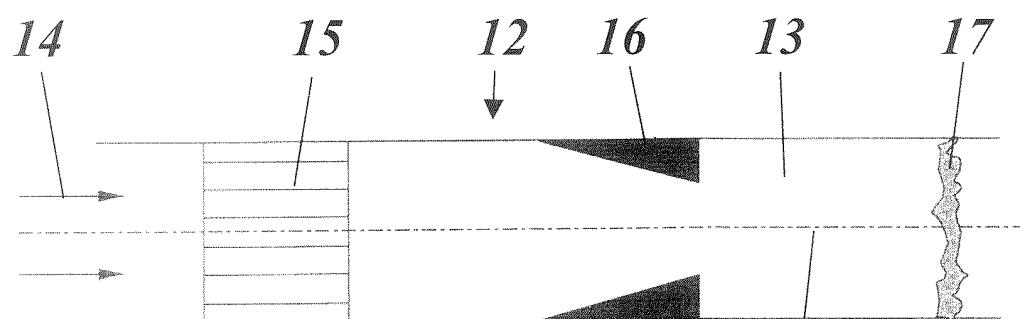


Fig.2

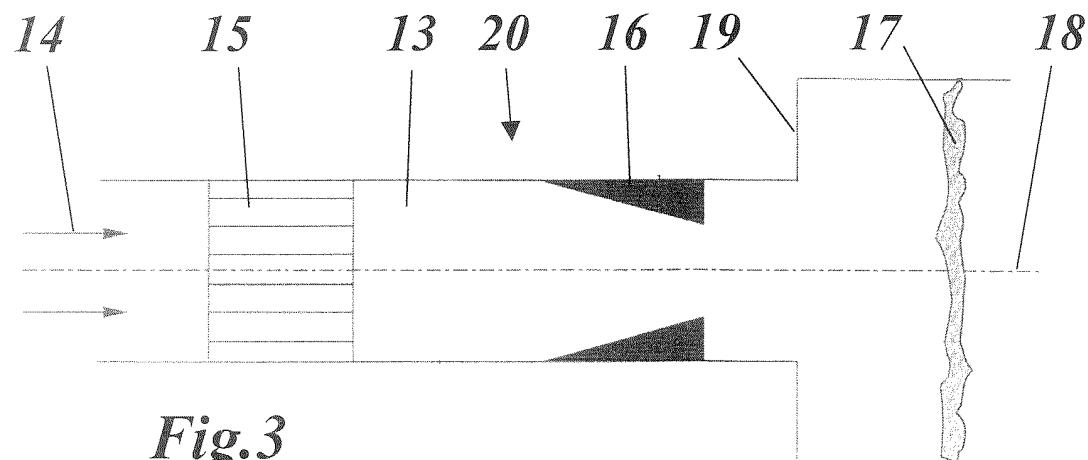


Fig.3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 10 4559

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE									
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)						
X	DE 42 02 018 C (ABB) 29. April 1993 (1993-04-29) * das ganze Dokument * -----	1,9	F23R3/40 F23C11/00						
X	US 4 731 989 A (KOEZUKA JUNJI ET AL) 22. März 1988 (1988-03-22) * Spalte 8, Zeile 35 - Spalte 11, Zeile 4; Abbildungen 15-17 *	1,9							
Y	US 5 518 697 A (SHOJI TORU ET AL) 21. Mai 1996 (1996-05-21) * Spalte 16, Zeile 66 - Spalte 17, Zeile 28 * * Spalte 20, Zeile 40 - Spalte 21, Zeile 5 * * Spalte 21, Zeile 16 - Zeile 34; Abbildungen 9,10 *	1-11							
Y,D	US 5 626 017 A (SATTELMAYER THOMAS) 6. Mai 1997 (1997-05-06) * Spalte 1, Zeile 55 - Spalte 4, Zeile 20; Abbildung 1 *	1-11							
A	WO 02/068867 A (CATALYTICA ENERGY SYSTEMS INC ; DALLA BETTA RALPH A (US); YEE DAVID) 6. September 2002 (2002-09-06) * das ganze Dokument *	1,9	F23R F23C						
A	EP 1 255 077 A (ALSTOM SWITZERLAND LTD) 6. November 2002 (2002-11-06) * das ganze Dokument *	1,9							
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchenort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 34%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>Den Haag</td> <td>3. Mai 2004</td> <td>Coli, E</td> </tr> </table>				Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	Den Haag	3. Mai 2004	Coli, E
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
Den Haag	3. Mai 2004	Coli, E							
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur									

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

EP 03 10 4559

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

03-05-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4202018	C	29-04-1993	DE	4202018 C1	29-04-1993
US 4731989	A	22-03-1988	JP	1719587 C	14-12-1992
			JP	2045772 B	11-10-1990
			JP	60175925 A	10-09-1985
			JP	60186622 A	24-09-1985
			JP	60205129 A	16-10-1985
			JP	1028843 B	06-06-1989
			JP	1545515 C	28-02-1990
			JP	60122807 A	01-07-1985
			DE	3474714 D1	24-11-1988
			EP	0144094 A1	12-06-1985
US 5518697	A	21-05-1996	US	5512250 A	30-04-1996
			AT	215669 T	15-04-2002
			AU	1921495 A	18-09-1995
			CA	2184752 A1	08-09-1995
			CN	1147288 A	09-04-1997
			DE	69526212 D1	08-05-2002
			DE	69526212 T2	25-03-2004
			EP	0745180 A1	04-12-1996
			JP	10501052 T	27-01-1998
			WO	9523915 A1	08-09-1995
			AT	216753 T	15-05-2002
			AU	1966295 A	18-09-1995
			CA	2184632 A1	08-09-1995
			CN	1147287 A ,B	09-04-1997
			DE	69526492 D1	29-05-2002
			DE	69526492 T2	08-08-2002
			EP	0746674 A1	11-12-1996
			JP	10501051 T	27-01-1998
			RU	2151307 C1	20-06-2000
			WO	9523914 A1	08-09-1995
US 5626017	A	06-05-1997	DE	4426351 A1	01-02-1996
			CN	1121570 A	01-05-1996
			EP	0694740 A2	31-01-1996
			JP	8189641 A	23-07-1996
WO 02068867	A	06-09-2002	EP	1334307 A2	13-08-2003
			EP	1352196 A2	15-10-2003
			TW	505764 B	11-10-2002
			WO	02073090 A2	19-09-2002
			WO	02068867 A2	06-09-2002
EP 1255077	A	06-11-2002	EP	1255077 A2	06-11-2002

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

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

EP 03 10 4559

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

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-05-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1255077 A	NO 20022034 A US 2002197580 A1	31-10-2002 26-12-2002	

EPO FORM P0461

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