



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 114 967 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
16.11.2005 Patentblatt 2005/46

(51) Int Cl.7: **F23M 13/00**

(21) Anmeldenummer: **01810007.3**

(22) Anmeldetag: **04.01.2001**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Unterdrückung von Strömungswirbeln innerhalb einer Brennkammer einer Strömungskraftmaschine**

Method and device for suppressing whirls in a combustion chamber of a turbo-engine

Procédé et dispositif pour supprimer les tourbillons dans une chambre à combustion d'une turbomachine

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB

(30) Priorität: **07.01.2000 DE 10000415**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.07.2001 Patentblatt 2001/28

(73) Patentinhaber: **Alstom Technology Ltd**
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Gutmark, Ephraim Prof. Dr.,**
Baton Rouge, CA 70810 (US)

• **Paschereit, Christian Olivier Dr.**
5400 Baden (CH)
• **Weisenstein, Wolfgang**
5453 Remetschwil (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 643 267 EP-A- 0 754 908
EP-A- 0 789 193 EP-A- 0 987 491
EP-A- 0 987 495 DE-A- 4 339 094
DE-A- 19 636 093 US-A- 5 408 830

EP 1 114 967 B1

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

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 4 sowie auf eine Vorrichtung gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zur Unterdrückung von Strömungswirbeln innerhalb einer Brennkammer einer Strömungskraftmaschine.

Stand der Technik

[0002] Beim Betrieb von Strömungskraftmaschinen, wie beispielsweise Gasturbinenanlagen, treten in den Brennkammern häufig unerwünschte, so genannte thermoakustische Schwingungen auf, die am Brenner als strömungsmechanische Instabilitätswellen entstehen und zu Strömungswirbeln führen. Diese beeinflussen den gesamten Verbrennungsvorgang stark und führen zu unerwünschten periodischen Wärmefreisetzungen innerhalb der Brennkammer, die mit starken Druckschwankungen verbunden sind. Mit den hohen Druckschwankungen sind hohe Schwingungsamplituden verknüpft, die zu unerwünschten Effekten, wie etwa zu einer hohen mechanischen Belastung des Brennkammergehäuses, einer erhöhten NO_x -Emission durch eine inhomogene Verbrennung und sogar zu einem Erlöschen der Flamme innerhalb der Brennkammer führen können.

[0003] Thermoakustische Schwingungen beruhen zumindest teilweise auf Strömungsinstabilitäten der Brennerströmung, die sich in kohärenten Strömungsstrukturen äussern, und die die Mischungsvorgänge zwischen Luft und Brennstoff beeinflussen. Bei herkömmlichen Brennkammern wird Kühlluft in Art eines Kühlluftfilm über die Brennkammerwände geleitet. Neben dem Kühleffekt wirkt der Kühlluftfilm auch schalldämpfend und trägt zur Verminderung von thermoakustischen Schwingungen bei. In modernen Gasturbinenbrennkammern mit hohen Wirkungsgraden, niedrigen Emissionen und einer konstanten Temperaturverteilung am Turbineneintritt ist der Kühlluftstrom in die Brennkammer deutlich reduziert und die gesamte Luft wird durch den Brenner geleitet. Jedoch reduziert sich zugleich auch der schalldämpfende Kühlluftfilm, wodurch die schalldämpfende Wirkung herabgesetzt wird und die mit den unerwünschten Schwingungen verbundenen Probleme wieder verstärkt auftreten.

[0004] Eine weitere Möglichkeit der Schalldämpfung besteht im Ankoppeln so genannter Helmholtz-Dämpfer im Bereich der Brennkammer oder der Kühlluftzufuhr. Jedoch ist bei modernen Brennkammerkonstruktionen das Vorsehen derartiger Helmholtz-Dämpfer aufgrund enger Platzverhältnisse mit großen Schwierigkeiten verbunden.

[0005] Daneben ist es bekannt dass den im Brenner auftretenden strömungsmechanischen Instabilitäten und den damit verbundenen Druckschwankungen da-

durch entgegengetreten werden kann, indem die Flamme durch zusätzliche Eindüsung von Brennstoff stabilisiert werden kann. Eine derartige Eindüsung von zusätzlichem Brennstoff erfolgt über die Kopfstufe des Brenners, in der eine auf der Brennerachse liegende Düse für die Pilot-Brennstoffgaszuführung vorgesehen ist, sie führt zu einer Anfettung der zentralen Flammstabilisierungszone. Diese Methode der Verminderung von thermoakustischen Schwingungsamplituden ist jedoch mit dem Nachteil verbunden, dass die Eindüsung von Brennstoff an der Kopfstufe mit einer Erhöhung der NO_x -Emission einhergehen kann.

[0006] Nähere Untersuchungen zur Ausbildung thermoakustischer Schwingungen haben gezeigt, dass derartig unerwünschte kohärente Strukturen bei Mischvorgängen entstehen. Von besonderer Bedeutung sind hierbei die sich zwischen zwei mischenden Strömungen ausbildenden Scherschichten, innerhalb der kohärente Strukturen gebildet werden. Nähere Ausführungen hierzu sind folgenden Druckschriften zu entnehmen: Oster & Wygnanski 1982, "The forced mixing layer between parallel streams", Journal of Fluid mechanics, Vol. 123, 91-130; Paschereit et al. 1995, "Experimental investigation of subharmonic resonance in an axisymmetric jet", Journal of Fluid Mechanics, Vol. 283, 365-407).

[0007] Wie aus den vorstehenden Artikeln hervorgeht, ist es möglich, die sich innerhalb der Scherschichten ausbildenden kohärenten Strukturen durch gezieltes Einbringen einer akustischen Anregung derart zu beeinflussen, dass ihre Entstehung verhindert wird. Eine weitere Methode ist das Einbringen eines akustischen Gegenschallfeldes, so dass das vorhandene unerwünschte Schallfeld durch ein gezielt eingebrachtes, phasenverschobenes Schallfeld regelrecht ausgelöscht wird. Diese Antischall-Technik, benötigt jedoch verhältnismässig viel Energie, die entweder extern dem Brennersystem zur Verfügung gestellt werden muss oder die dem gesamten System an einer anderen Stelle abzugeben ist. Dies führt jedoch zu einer, wenn auch geringen, aber dennoch vorhandenen Wirkungsgradeinbuße.

[0008] Die Schrift EP-A2-0 754 908 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Unterdrückung von Flammen-/Druckschwankungen bei einer Feuerung. Üblicherweise können bei solchen Feuerungen Druckschwankungen auftreten, die durch sich an den Aussen- bzw. Randbereichen der Flamme oder der Brennstoff/Luftströmung aufrollende Ringwirbel angeregt und verstärkt werden. Um diese Ringwirbel zu unterbinden, wird vorgeschlagen, die Flamme mit einem Mantel aus Gas zu umgeben. Dieser Mantel weist eine höhere Strömungsgeschwindigkeit in Flammenrichtung auf, als der Randbereich der Flamme. Hierdurch erfolgt eine Grenzschichtbeschleunigung und die Wirbelbildung kann nicht mehr auftreten.

[0009] Aus US-A-5,408,830 ist eine Gasturbinenanlage bekannt, die eine spezielle Brennstofflanze aufweist. Die Brennstofflanze, die sich in einem Vormisch-

rohr befindet, umfasst einen zylindrischen Lanzenkörper mit einer Anzahl von internen Leitungen. Diesen internen Leitungen führen über radiale Erweiterungen zur einer axialen Brennstoffeindüsung und gleichzeitig zu schrägen Eindüsungsöffnungen an der Spitze der Lanze. Diese Spülluft wird in eine Rezirkulationszone eingedüst, die sich vergrößert und so zu einer verbesserten Flammenstabilität führt.

Darstellung der Erfindung

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Unterdrückung von thermoakustischen Schwingungen und Strömungswirbeln innerhalb einer Brennkammer einer Strömungskraftmaschine, insbesondere einer Gasturbinenanlage, zu schaffen, so dass unerwünschte Strömungswirbel, die sich als kohärente Druckschwankungsstrukturen ausbilden, effizient und ohne großen zusätzlichen Energieaufwand ausgelöscht werden. Die hierzu notwendigen Maßnahmen sollen einen geringen konstruktiven Aufwand verursachen und kostengünstig in ihrer Realisierung sein.

[0011] Die Lösung der der Erfindung zu Grunde liegenden Aufgabe ist in den Ansprüchen 1 und 14 angegeben. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0012] Erfindungsgemäß sieht das Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 vor, den Massenstrom unmittelbar am Brenneraustritt an einer Abrisskante des Brenners in eine Scherschicht einer bringen.

[0013] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass der Ort der Entstehung der kohärenten Strukturen die Grenz- bzw. Scherschicht unmittelbar am Brenneraustritt ist. Anders als das Prinzip des Antischalls, bei dem ein vorhandenes Schallfeld durch Einbringen eines phasenverschobenen Schallfeldes gleicher Energie ausgelöscht wird, basiert die Erfindung auf der unmittelbaren Beeinflussung der Scherschicht selbst, in der sich die thermoakustischen Schwingungen ausbilden. Durch die direkte Einflussnahme, in Form einer gezielten Injektion eines Massenstromes, vorzugsweise eines gasförmigen Massenstromes, wie Luft, Stickstoff oder Erdgas, in die Scherschicht können die, in der Scherschicht wirkenden, die Druckschwankungen verstärkenden Mechanismen genutzt werden, um gezielt die unerwünschten Druckschwankungen auszulöschen. So werden bereits kleinste, von außen in die Scherschicht eingebrachte Störungen, in Form einer gezielten Injektion eines Massenstroms, verstärkt, wodurch die sich innerhalb der Scherschicht ausbildenden thermoakustischen Schwingungen ausgelöscht werden. Auf diese Weise ist man in der Lage, mit kleinen, extern induzierten Störsignalen die thermoakustischen Schwingungen gänzlich zu unterdrücken. Zusätzliche Energiequellen, wie sie von der Antischalltechnik her bekannt sind, sind beim erfindungsgemäßen Verfahren

nicht erforderlich.

[0014] Auf diese Weise erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren eine direkte Anregung der Scherschicht am Ort ihrer Entstehung, d.h. am Brenneraustritt.

[0015] Typischerweise weist der Brenner mindestens zwei hohle, in Strömungsrichtung der Heißgase ineinander geschachtelte Teilkörper auf, deren Mittelachsen zueinander versetzt verlaufen, sodass benachbarte Wandungen der Teilkörper tangentiale Lufteintrittskanäle für die Einströmung von Verbrennungsluft in einen von den Teilkörpern vorgegebenen Innenraum bilden, und wobei der Brenner zumindest eine Brennstoffdüse aufweist. Derartige, auch als Kegelbrenner bezeichnete Brennertypen, weisen an ihrem Brenneraustritt eine kreisrund ausgebildete Abrisskante auf, an der Brennerseitig unmittelbar angrenzend ein Austrittskanal vorgesehen ist, durch den der Massenstrom in die, sich an der Abrisskante ausbildende Scherschicht injiziert werden kann. Vorzugsweise ist der Austrittskanal an der Innenseite des Brenneraustritts unmittelbar an seiner Abrisskante vorgesehen.

[0016] Neben der Verwendung eines gasförmigen Massenstromes, wie vorstehend aufgezeigt, ist es auch möglich, einen flüssigen Massenstrom den Heißgasen beizumischen, beispielsweise in Form flüssigen Brennstoffs.

[0017] Um gezielt die sich innerhalb der Scherschicht am Brenneraustritt ausbildenden thermoakustischen Schwingungen zu unterdrücken, ist der Massenstromzufluss konstant oder vorzugsweise gepulst in die Scherschicht einzubringen, um sich nachfolgend mit den Heißgasen zu vermischen. Für optimale Ergebnisse in der Schwingungsdämpfung ist die Pulsationsfrequenz des Massenstromes auf das Ausbildungsverhalten der sich innerhalb der Scherschicht ausbildenden, unerwünschten Strömungswirbel bzw. thermoakustischen Schwingungen abzustimmen. Erfahrungswerte zeigen, dass die unerwünschten Strömungswirbel bei einer Pulsationsfrequenz zwischen 1 Hz und 5 kHz, vorzugsweise zwischen 50 Hz und 300 Hz, effektiv unterdrückt werden.

[0018] Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Massenstromspeisung als Antwortsignal auf die sich innerhalb der Scherschicht ausbildenden thermoakustischen Schwingungen erfolgt. Dies setzt voraus, dass das Ausbildungsverhalten der Strömungswirbel innerhalb der Scherschicht erfasst wird und dass in Abhängigkeit davon ein entsprechendes Antwort- bzw. Anregungssignal generiert wird. Dies erfolgt vorzugsweise innerhalb eines geschlossenen Regelkreises, dem ein für die Ausbildung thermoakustischer Schwingungen charakteristisches Signal zugeführt wird, und der in Abhängigkeit davon ein Anregungssignal generiert, durch das der in die Grenzschicht einzubringende Massenstrom moduliert wird. Mit an sich bekannten Techniken ist es möglich, das für die Ausbildung von thermoakustischen Schwingungen innerhalb der Grenzschicht charakteristische Signal zu erfassen, entsprechend zu

filtern und phasengedreht und verstärkt einer weiteren Regeleinheit, die nach Maßgabe des vorstehend geschilderten geschlossenen Regelkreises arbeitet, zuzuführen.

[0019] Demgegenüber kann aus Gründen geringen Aufwandes das die Massenstromeinspeisung bestimmende Anregungssignal auch von einer Steuereinheit geliefert werden, das in keiner bestimmten Phasenbeziehung zu den sich innerhalb der Scherschicht ausbildenden thermoakustischen Schwingungen steht. Dennoch kann auf diese Weise eine höchst effiziente Schwingungsunterdrückung erzielt werden.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0020] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch. Es zeigen:

Fig. 1 schematische Darstellung der erfindungsgemäß ausgebildeten Anregungsvorrichtung, sowie

Fig. 2 Diagrammdarstellung zur Unterdrückungseffizienz mit Hilfe eines geschlossenen Regelkreises.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

[0021] In Fig. 1 ist eine schematisierte Vorrichtung dargestellt zur gezielten Unterdrückung thermoakustischer Schwingungen innerhalb einer Brennkammer 2. Stark schematisiert ist ein Kegelbrenner 1 dargestellt, mit einer in Strömungsrichtung unmittelbar anschließenden Brennkammer 2. Der Kegelbrenner 1 weist einen kreisförmig ausgebildeten Brenneraustritt 3 auf, der insbesondere als scharfe Abrisskante ausgebildet ist. An der Innenseite des Brenneraustritts 2 mündet, die Abrisskante zirkular umlaufend, ein Austrittskanal 4, durch den ein Massenstrom, vorzugsweise Luft, Stickstoff oder Erdgas gezielt ausgebracht werden kann (siehe Pfeile). Auch ein flüssiger Brennstoff kann verwendet werden. Unmittelbar in Strömungsrichtung am Brenneraustritt 3 anschließend, bildet sich eine Grenz- bzw. Scherschicht 5 aus, innerhalb der die unerwünschten thermoakustischen Schwingungen entstehen. Um diese effizient zu unterdrücken, erfolgt durch den Austrittskanal 4 eine Eindüsung eines Massenstroms in die Scherschicht 5, innerhalb der Strömungswirbel verstärkende Mechanismen wirken. Infolge dessen verstärken sich auch die durch den Massenstrom in die Scherschicht induzierten Störungen entsprechend. Ein ansteuerbares Ventil 6 sorgt dafür, dass der Massenstrom sowohl kontinuierlich als auch in die Scherschicht 5 eingespeist werden kann.

[0022] Grundsätzlich ist es möglich, eine fest vorge-

gebene Pulsfrequenz zu wählen, die in keinem festen Phasenbezug zu den sich innerhalb der Scherschicht 5 ausbildenden thermoakustischen Schwingungen steht. Jedoch kann das Ventil 6 im Rahmen eines geschlossenen Regelkreises eine Pulsfrequenz vorgeben, die in einem bestimmten Verhältnis zum Ausbildungsverhalten der thermoakustischen Schwingungen innerhalb der Scherschicht 5 steht. So kann durch geeignete Wahl einer korrekten Phasendifferenz zwischen der Pulsation des Massenstromes sowie eines gemessenen Anregungssignals, das die thermoakustischen Schwingungen innerhalb der Scherschicht charakterisiert, die Kohärenz der sich entwickelnden Instabilitätswellen gestört werden, wodurch die Pulsationsamplituden entscheidend verringert werden können. Im Gegensatz zur akustischen Anregung unter Verwendung der Antischalltechnik sind an dem erfindungsgemäßen Anregungsmechanismus keine hohen Anforderungen zu stellen, zumal auch thermische Rahmenbedingungen die Funktionalität des Dämpfungsmechanismus nicht wesentlich beeinträchtigt.

[0023] Die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Unterdrückung von Strömungswirbeln innerhalb von Brennkammern von Strömungskraftmaschinen ist auch aus dem Diagramm gemäß Fig. 2 zu entnehmen. Zur Gegenüberstellung eines nichtgedämpften Strömungsfalls (siehe hierzu die gestrichelte Linie) gegenüber eines gedämpften Strömungsfalles (siehe hierzu durchgezogenen Linienzug) soll das Diagramm gemäß Fig. 2 dienen, das bei einer Unterdrückung einer Druckschwingung im 100 Hz-Bereich aufgenommen worden ist. Die Anregung des Massenstromes erfolgt antisymmetrisch zu den sich innerhalb der Scherschicht ausbildenden thermoakustischen Schwingungen. Als Massenstrom wurde Stickstoff verwandt.

Bezugszeichenliste

[0024]

- 1 Brenner
- 2 Brennkammer
- 3 Brenneraustritt
- 4 Austrittskanal
- 5 Scherschicht
- 6 Ventil

Patentansprüche

1. Verfahren zur Unterdrückung von thermoakustischen Schwingungen und Strömungswirbeln innerhalb einer Brennkammer (2) einer Strömungskraftmaschine, wobei
 - in einem Brenner (1) ein Brennstoff-/Luftgemisch bereitstellt und in die Brennkammer (2) eingeleitet wird und

- das Brennstoff-/Luftgemisch innerhalb der Brennkammer (2) zur Zündung gebracht wird und Heissgase gebildet werden, wobei
- der Brennkammer (2) ein zusätzlicher Massenstrom zugeführt wird,

5

dadurch gekennzeichnet, dass

- der Massenstrom unmittelbar am Brenneraustritt (3) in eine sich an einer Abrisskante des Brenners (1) bildende Scherschicht (5) eingebracht wird.
- 10
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
- das Brennstoff-/Luftgemisches in einem Brenner (1) erzeugt wird, der aus mindestens zwei hohlen, in Strömungsrichtung des Brennstoff-/Luftgemisches ineinandergeschachtelten Teilkörpern besteht, deren Mittelachsen zueinander versetzt laufen, dergestalt, dass benachbarte Wandungen der Teilkörper tangential Luft Eintrittskanäle für die Einströmung von Verbrennungsluft in einen von den Teilkörpern vorgegebenen Innenraum bilden, und wobei der Brenner (1) zumindest eine Brennstoffdüse aufweist.
- 20
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Massenstrom an der Innenseite des Brenneraustritts (3) in die Scherschicht (5) eingebracht wird.
- 30
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
- ein gasförmiger Massenstrom aus Luft, Stickstoff oder Erdgas in die Scherschicht (5) eingebracht wird.
- 35
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
- ein flüssiger Brennstoff als Massenstrom in die Scherschicht (5) eingebracht wird.
- 40
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Massenstrom kontinuierlich in die Scherschicht (5) eingebracht wird.
- 45
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Massenstrom gepulst in die Scherschicht (5) eingebracht wird.
- 50
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die gepulste Beimischung des Massenstroms mittels einer Steuereinheit (6) erfolgt.
- 55

9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Steuereinheit (6) mit einem offenen oder geschlossenen Regelkreis betrieben wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Massenstrom mit einer Pulsationsfrequenz zwischen 1 Hz und 5 kHz, vorzugsweise mit einer Frequenz zwischen 50 Hz und 300 Hz, in die Scherschicht (5) eingebracht wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
- ein offener Regelkreis ein Anregungssignal erzeugt, das in keiner bestimmten Phasenbeziehung zu einem gemessenen Signal steht, das die, sich innerhalb der einer Brennkammer (2) entstehenden thermoakustischen Schwingungen und Strömungswirbel charakterisiert.

12. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
- einem geschlossenen Regelkreis ein Signal zugeführt wird, das die, sich innerhalb der einer Brennkammer (2) entstehenden thermoakustischen Schwingungen und Strömungswirbel charakterisiert und als Anregungssignal für den gepulsten Massenstrom verwendet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
- das dem geschlossenen Regelkreis zugeführte Signal gemessen, gefiltert, phasengedreht und verstärkt wird.

14. Vorrichtung zur Unterdrückung von thermoakustischen Schwingungen und Strömungswirbeln innerhalb einer Brennkammer (2) einer Strömungskraftmaschine, die

- einen Brenner (1),
- eine dem Brenner (1) nachfolgend angeordnete Brennkammer (2) und
- mindestens einen Austrittskanal (4) zur Einbringung eines zusätzlichen Massenstroms umfasst, welcher Austrittskanal (4) in die Brennkammer (2) mündet,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der mindestens eine Austrittskanal (4) am Brenneraustritt (3) an einer Abrisskante des Brenners (1) in die Brennkammer (2) mündet.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14,
der mindestens eine Austrittskanal (4) an der Innenseite des Brenneraustritts (3) in die Brennkammer

(2) mündet.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Brenner (1) ein Kegelbrenner ist, dessen Bren-
neraustritt (3) eine weitgehend kreisringförmige
Kontur aufweist, entlang der wenigstens teilweise
der Austrittskanal (4) mündet.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass
im Zuleitungsbereich des Austrittskanals (4) eine
Regeleinheit vorgesehen ist, durch die der Massen-
strom gepulst die Brennkammer (2) einbringbar ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Regeleinheit ein Ventil (6) ist.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Strömungskraftmaschine eine Gasturbinenan-
lage ist.

Claims

1. Method of suppressing thermoacoustic vibrations
and flow eddies within a combustion chamber (2) of
a turbomachine, wherein
- a fuel/air mixture is provided in a burner (1) and
is introduced into the combustion chamber (2)
and
 - the fuel/air mixture inside the combustion
chamber (2) is caused to ignite and hot gases
are formed,
 - the combustion chamber (2) being supplied
with an additional mass flow,

characterized in that

- the mass flow is introduced directly at the burn-
er outlet (3) into a shear layer (5) forming at a
separation edge of the burner (1).
2. Method according to Claim 1, **characterized in that**
the fuel/air mixture is generated in a burner (1),
which consists of at least two hollow partial bodies
nested one within the other in the flow direction of
the fuel/air mixture, the centre lines of which partial
bodies are offset relative to one another in such a
way that adjacent walls of the partial bodies form
tangential air inlet ducts for the flow of combustion
air into an internal space specified by the partial
bodies, the burner (1) having at least one fuel noz-
zle.

3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized
in that** the mass flow is introduced into the shear
layer(s) on the inside of the burner outlet (3).

4. Method according to one of Claims 1 to 3, **charac-
terized in that** a gaseous mass flow of air, nitrogen
or natural gas is introduced into the shear layer (s).

5. Method according to one of Claims 1 to 3, **charac-
terized in that** a liquid fuel is introduced as the
mass flow into the shear layer (5).

6. Method according to Claims 1 to 5, **characterized
in that** the mass flow is introduced continuously into
the shear layer(s).

7. Method according to one of Claims 1 to 5, **charac-
terized in that** the mass flow is introduced in pulse
fashion into the shear layer(s).

8. Method according to Claim 7, **characterized in that**
the pulsed mixing of the mass flow takes place by
means of a control unit (6).

9. Method according to Claim 8, **characterized in that**
the control unit (6) is operated with an open-chain
or a closed-loop control circuit.

10. Method according to one of Claims 7 to 9, **charac-
terized in that** the mass flow is introduced into the
shear layer(s) with a pulsation frequency between
1 Hz and 5 kHz, preferably with a frequency be-
tween 50 Hz and 300 Hz.

11. Method according to Claim 10, **characterized in
that** an open-chain control circuit generates an ex-
citation signal which has no specified phase rela-
tionship to a measured signal which characterizes
the thermoacoustic vibrations and flow eddies oc-
curring within the combustion chamber (2).

12. Method according to Claim 10, **characterized in
that** a signal is supplied to a closed-loop control cir-
cuit which characterizes the thermoacoustic vibra-
tions and flow eddies occurring in the combustion
chamber (2), and which is used as the excitation
signal for the pulsed mass flow.

13. Method according to Claim 12, **characterized in
that** the signal supplied to the closed-loop control
circuit is measured, filtered, phase-shifted and am-
plified.

14. Appliance for suppressing thermoacoustic vibra-
tions and flow eddies within a combustion chamber
(2) of a turbomachine, which comprises

- a burner (1),

- a combustion chamber (2) arranged following the burner (1) and
- at least one outlet duct (4) for introducing an additional mass flow, which outlet duct (4) discharges into the combustion chamber (2),

characterized in that

- the at least one outlet duct (4) discharges into the combustion chamber (2) at the burner outlet (3) at a separation edge of the burner (1).

15. Appliance according to Claim 14, **characterized in that** the at least one outlet duct (4) discharges into the combustion chamber (2) on the inner side of the burner outlet (3).

16. Appliance according to Claim 14 or 15, **characterized in that** the burner (1) is a conical burner whose burner outlet (3) has a substantially circular contour along which, at least in part, the outlet duct (4) discharges.

17. Appliance according to one of Claims 14 to 16, **characterized in that** a control unit, by means of which the mass flow can be introduced into the combustion chamber (2) in pulses, is provided in the feed region of the outlet duct (4).

18. Appliance according to Claim 17, **characterized in that** the control unit is a valve (6).

19. Appliance according to one of Claims 14 to 18, **characterized in that** the turbomachine is a gas turbine installation.

Revendications

1. Procédé pour supprimer des vibrations thermoacoustiques et des tourbillons à l'intérieur d'une chambre de combustion (2) d'une turbomachine, dans lequel

- dans un brûleur (1) est fourni un mélange combustible/air qui est introduit dans la chambre de combustion (2) et
- le mélange combustible/air est allumé à l'intérieur de la chambre de combustion (2) et des gaz chauds se forment,
- un débit massique alimentant la chambre de combustion (2),

caractérisé en ce que

- le débit massique est introduit directement au

niveau de la sortie du brûleur (3) dans une couche de cisaillement (5) se formant au niveau d'une arête de rupture du brûleur (1).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

le mélange combustible/air est produit dans un brûleur (1) qui se compose d'au moins deux corps partiels creux emboîtés l'un dans l'autre dans la direction de l'écoulement du mélange combustible/air, dont les axes médians s'étendent de manière décalée l'un par rapport à l'autre, de telle sorte que des parois voisines des corps partiels forment des canaux d'entrée d'air tangentiels pour l'entrée de l'air de combustion dans un espace interne prédéfini par les corps partiels, et le brûleur (1) présentant au moins un injecteur de combustible.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**

le débit massique est introduit dans la couche de cisaillement (5) au niveau du côté intérieur de la sortie du brûleur (3).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**

un débit massique gazeux constitué d'air, d'azote ou de gaz naturel est introduit dans la couche de cisaillement (5).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**

un combustible liquide est introduit dans la couche de cisaillement (5) en tant que débit massique.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que**

le débit massique est introduit en continu dans la couche de cisaillement (5).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que**

le débit massique est introduit de manière pulsée dans la couche de cisaillement (5).

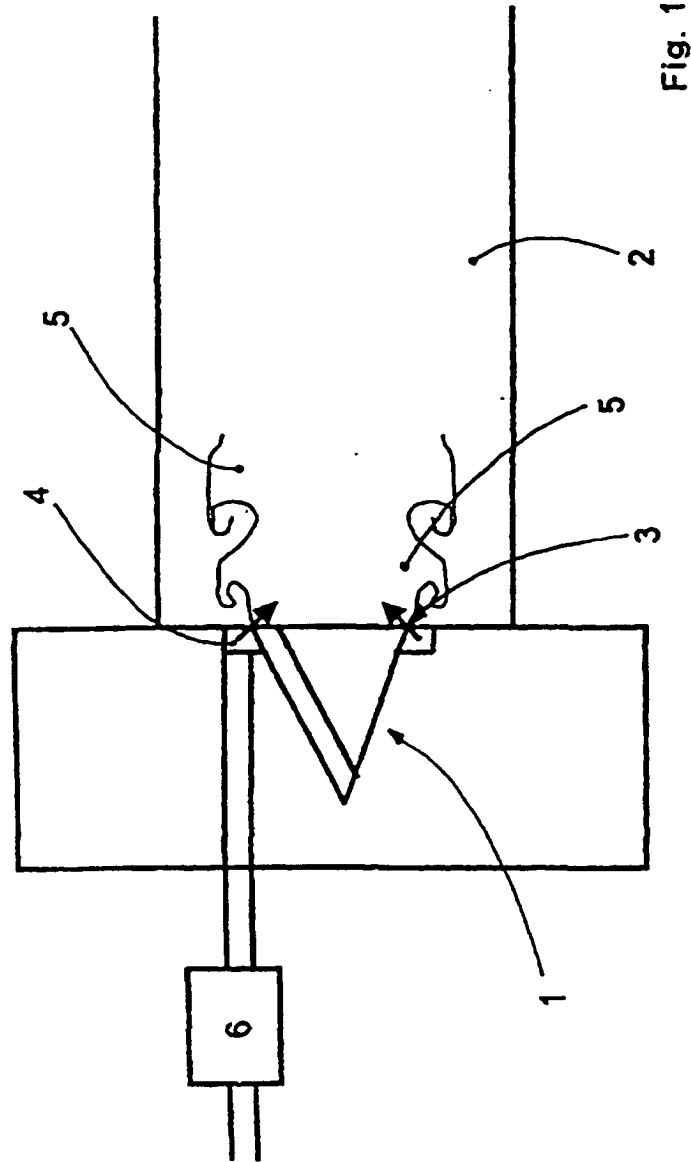
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que**

le mélange pulsé du débit massique est réalisé au moyen d'une unité de commande (6).

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que**

l'unité de commande (6) est entraînée avec un circuit de régulation ouvert ou fermé.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9,
caractérisé en ce que
le débit massique est introduit avec une fréquence de pulsations comprise entre 1 Hz et 5 kHz, de préférence avec une fréquence comprise entre 50 Hz et 300 Hz, dans la couche de cisaillement (5).
11. Procédé selon la revendication 10,
caractérisé en ce qu'
un circuit de régulation ouvert produit un signal d'excitation qui n'est pas en relation de phase déterminée avec un signal mesuré qui **caractérise** les vibrations thermoacoustiques et les tourbillons se produisant à l'intérieur de la chambre de combustion (2), et est utilisé comme signal d'excitation pour le débit massique pulsé.
12. Procédé selon la revendication 10,
caractérisé en ce qu'
un signal est acheminé à un circuit de régulation fermé et **caractérise** les vibrations thermoacoustiques et les tourbillons se produisant à l'intérieur de la chambre de combustion (2), et est utilisé comme signal d'excitation pour le débit massique pulsé.
13. Procédé selon la revendication 12,
caractérisé en ce que
le signal acheminé au circuit de régulation fermé est mesuré, filtré, soumis à une rotation de phase, et amplifié.
14. Dispositif pour supprimer des vibrations thermoacoustiques et des tourbillons à l'intérieur d'une chambre de combustion (2) d'une turbomachine, qui comprend :
- un brûleur (1),
 - une chambre de combustion (2) disposée après le brûleur (1) et
 - au moins un canal de sortie (4) pour l'introduction d'un débit massique supplémentaire, lequel canal de sortie (4) débouche dans la chambre de combustion (2),
- caractérisé en ce que**
- l'au moins un canal de sortie (4) débouche à la sortie du brûleur (3) au niveau d'une arête de rupture du brûleur (1) dans la chambre de combustion (2).
15. Dispositif selon la revendication 14,
caractérisé en ce que
l'au moins un canal de sortie (4) débouche dans la chambre de combustion (2) au niveau du côté intérieur de la sortie du brûleur (3).
16. Dispositif selon la revendication 14 ou 15,
caractérisé en ce que
le brûleur (1) est un brûleur sous forme de cône dont la sortie de brûleur (3) présente un contour essentiellement annulaire circulaire le long duquel débouche au moins en partie le canal de sortie (4).
17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 14 à 16,
caractérisé en ce que
l'on prévoit dans la région d'alimentation du canal de sortie (4) une unité de régulation qui permet d'introduire le débit massique de manière pulsée dans la chambre de combustion (2).
18. Dispositif selon la revendication 17,
caractérisé en ce que
l'unité de régulation est une soupape (6).
19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 14 à 18,
caractérisé en ce que
la turbomachine est une installation de turbine à gaz.



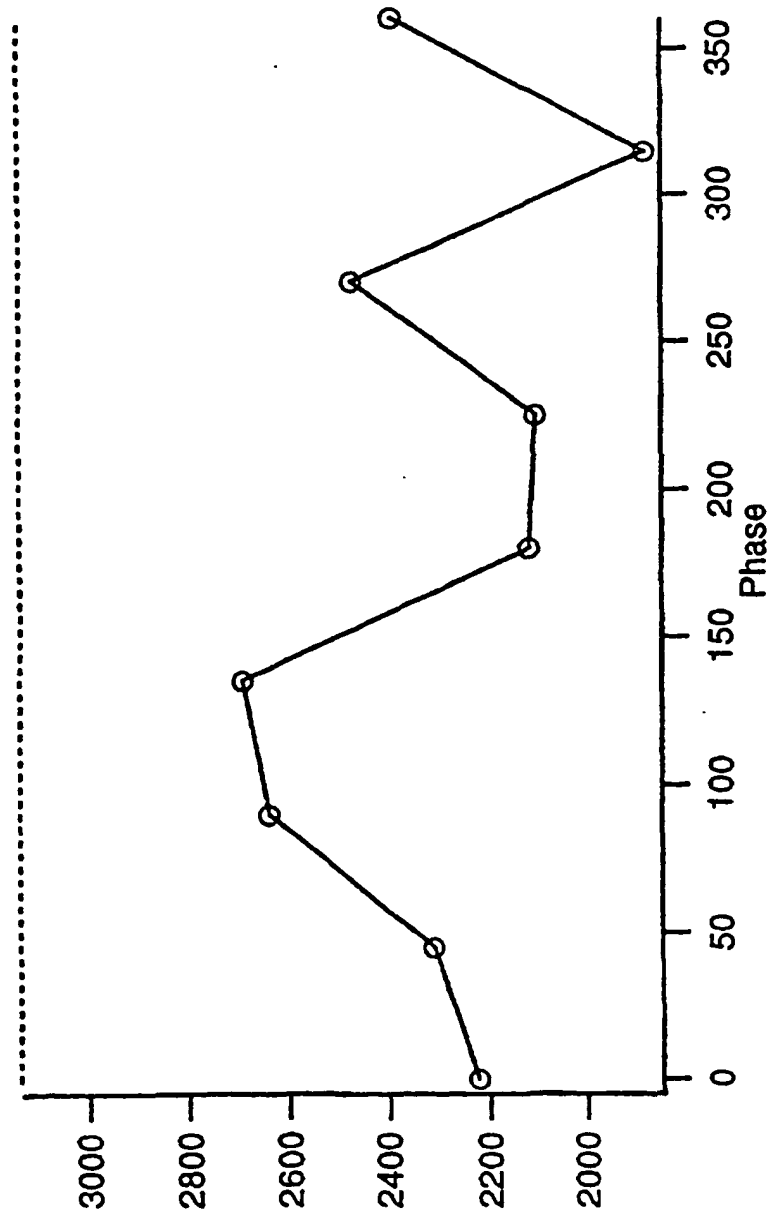


Fig. 2