



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 624 250 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.02.2006 Patentblatt 2006/06

(51) Int Cl.:
F23R 3/10 (2006.01) F23M 13/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04018394.9**

(22) Anmeldetag: **03.08.2004**

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

- Buchal, Tobias, Dr.
40489 Düsseldorf (DE)
- Huth, Michael, Dr.
45239 Essen (DE)
- Nimptsch, Harald
45136 Essen (DE)
- Prade, Bernd, Dr.
45478 Mülheim (DE)

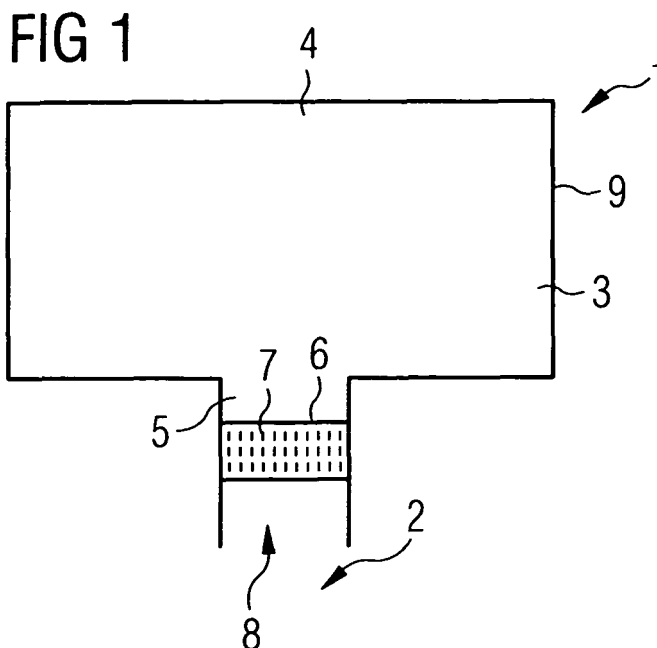
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• Bethke, Sven, Dr.
40489 Düsseldorf (DE)

(54) **Vorrichtung zur Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen in Brennkammern**

(57) Eine erfindungsgemäße Vorrichtung (1) zur Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen in Brennkammern (2) umfasst mindestens einen Resonator

(9), welcher ein Resonatorvolumen (3) aufweist. In dem Resonatorvolumen (3) ist wenigstens eine zusätzliche Dämpfungseinrichtung (6) angeordnet.



EP 1 624 250 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen in Brennkammern und insbesondere eine Vorrichtung zur Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen in Gasturbinen.

[0002] Eine Gasturbinenanlage umfasst im einfachsten Fall eine Verdichter, eine Brennkammer sowie eine Turbine. Im Verdichter erfolgt ein Verdichten von angesaugter Luft, welcher anschließend ein Brennstoff beigemischt wird. In der Brennkammer erfolgt eine Verbrennung des Gemisches, wobei die Verbrennungsabgase der Turbine zugeführt werden, von der den Verbrennungsabgasen Energie entzogen und in mechanische Energie umgesetzt wird.

[0003] Schwankungen in der Brennstoffqualität und sonstige thermische oder akustische Störungen führen jedoch zu Schwankungen in der freigesetzten Wärmemenge. Dabei liegt eine Wechselwirkung von akustischen und thermischen Störungen vor, die sich aufschwingen können. Derartige thermoakustische Schwingungen in den Brennkammern von Gasturbinen - oder auch Strömungsmaschinen im allgemeinen - stellen ein Problem bei dem Entwurf und bei dem Betrieb von neuen Brennkammern, Brennkammerteilen und Brennern für derartige Strömungsmaschinen dar.

[0004] Um Schadstoffemissionen zu verringern, wird in modernen Anlagen der Kühlmassenstrom verringert. Dadurch wird auch die akustische Dämpfung verringert, so dass thermoakustische Schwingungen zunehmen können. Dabei kann es zu einer sich aufschaukelnden Wechselwirkung zwischen thermischen und akustischen Störungen kommen, die hohe Belastungen der Brennkammer und steigende Emissionen verursachen können.

[0005] Zur Verringerung von thermoakustischen Schwingungen werden deshalb im Stand der Technik z.B. Helmholtz-Resonatoren zur Dämpfung eingesetzt, die die Amplitude von Schwingungen bestimmter Frequenzen dämpfen.

[0006] Derartige Helmholtz-Resonatoren dämpfen in Abhängigkeit von der Querschnittsfläche des Verbindungsrohres und vom Resonatorvolumen insbesondere die Amplitude von Schwingungen mit der Helmholtzfrequenz. Ein Problem ist es aber, für die Anlage insgesamt eine ausreichende Dämpfung gewährleisten zu können.

[0007] Im Stand der Technik wurde dies Problem durch eine Erhöhung der Anzahl an Resonatoren oder durch eine Vergrößerung der Wirkfläche durch Vergrößerung der Resonatoren gelöst. Die Erhöhung der Resonatoranzahl bzw. deren Vergrößerung hat jedoch den Nachteil eines erhöhten Bauvolumenbedarfs, der nicht immer zur Verfügung steht.

[0008] Zur Vermeidung dieses Nachteiles ist aus der DE 196 40 980 A1 eine Vorrichtung zur Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen bekannt geworden, bei der eine Wandung des Resonatorvolumens des

Helmholtz-Resonators als mechanische Feder ausgebildet ist, an der schwingende Massen angeordnet sind. Dadurch bedingt wird bei unveränderter Baugröße die Dämpfungsleistung gesteigert. Die Feder kann aus einer Mehrzahl von gasdicht zusammengehefteten Tellerfedern oder aus einem elastischen Balgelement bestehen, welches den Resonatorraum umgibt. Eine zusätzliche Masse an der schwingend aufgehängten Seitenwand des Resonatorvolumens schwingt dann in Abhängigkeit von der mechanischen Feder. Dadurch wird das virtuelle Volumen beeinflusst und eine größere Dämpfung erzielt. Da die Seitenwand die Feder bildet, ist der konstruktive Aufwand hoch, da der Resonator an sich umkonstruiert werden muss. Insbesondere müssen durch Änderung der Resonatorkonstruktion auch die diesen umgebenden Systemteile angepasst werden.

[0009] Diese bekannte Lösung hat demzufolge den Nachteil der aufwendigen Konstruktion. Schon die Grundkonstruktion des Helmholtz-Resonators unterscheidet sich von den bekannten Resonatoren. Der spezielle Resonator muss bei der Konstruktion, Herstellung und Montage der gesamten Anlage berücksichtigt werden. Ein Nachrüsten bestehender Anlagen ist nicht ohne weiteres möglich.

[0010] Demgegenüber ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen in Brennkammern und insbesondere eine Vorrichtung zur Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen in Gasturbinen zur Verfügung zu stellen, mit welchen bei einer relativ einfachen Grundkonstruktion eine wirksame Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen möglich ist.

[0011] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung zur Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen mit den Merkmalen nach Anspruch 1 und durch eine Gasturbine mit den Merkmalen des Anspruchs 10. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen umfasst mindestens einen Resonator mit einem Resonatorvolumen, wobei in dem bzw. innerhalb des Resonatorvolumens wenigstens eine zusätzliche Dämpfungseinrichtung angeordnet ist.

[0013] Die Erfindung hat viele Vorteile.

[0014] Insbesondere wird es mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ermöglicht, eine einfache Grundkonstruktion des Resonators zu verwenden. Die Außenabmessungen und der Einbau bzw. der Platzbedarf unterscheiden sich nicht von den bislang bekannten Resonatoren, so dass konstruktive Anpassungen an den erfindungsgemäßen Resonator im wesentlichen nicht nötig sind.

[0015] Außerdem weist die erfindungsgemäße Vorrichtung höhere dämpfende Eigenschaften auf, die bei konventionellen Resonatoren gleicher Baugröße ohne zusätzliche Dämpfungseinrichtungen nicht erzielt werden.

[0016] Bei Beibehaltung einer einfachen und unaufwendigen Grundkonstruktion wird die Gesamtdämpfung erhöht. Die Dämpfungseigenschaften eines Resonators, in dem Schwingungsenergie in einer Fluidmasse dissipiert wird, wird durch Einsatz einer oder mehrerer zusätzlicher Dämpfungseinrichtungen erheblich gesteigert.

[0017] Die zur effektiven Dämpfung insgesamt erforderliche Resonatorzahl oder deren Wirkfläche kann deshalb gegenüber herkömmlichen Resonatoren verringert werden, ohne dass der Aufwand für die Grundkonstruktion des Resonators in einem entsprechenden Maße mit ansteigt. In einem einfachen Fall kann der Resonatorkörper an sich unverändert bleiben. Allein durch Einbau (wenigstens) einer zusätzlichen Dämpfungseinrichtung wird die Dämpfung erheblich erhöht, während die Grundkonstruktion unverändert bleiben kann.

[0018] Vorzugsweise ist es möglich, dass eine zusätzliche Dämpfungseinrichtung als Einsatz in einen fertigen Resonator eingeführt werden kann. Bevorzugterweise ist ein Nachrüsten bestehender Resonatoren möglich. Beispielsweise kann die zusätzliche Dämpfungseinrichtung in den Resonatorhals eingeführt werden und dort dauerhaft verbleiben oder auch durch den Resonatorhals in das Resonatorvolumen eingeführt werden, wo es in geeigneter Weise befestigt wird.

[0019] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist der Resonator im Wesentlichen als Helmholtzresonator ausgebildet. Das ist vorteilhaft, da Helmholtzresonatoren viele Möglichkeiten bei der Konstruktion bieten.

[0020] In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist wenigstens eine der wenigstens einen zusätzlichen Dämpfungseinrichtung flexible Dämpfungselemente auf. Bevorzugt wird eine Mehrzahl und besonders bevorzugt eine Vielzahl von flexiblen Dämpfungselementen eingesetzt. Die Abmessungen der einzelnen Dämpfungselemente können gleich oder auch unterschiedlich sein. Vorzugsweise sind die Dämpfungselemente als langgestreckte und relativ dünne Elemente ausgeführt.

[0021] In einer möglichen Ausgestaltung besteht wenigstens ein Dämpfungselement im Wesentlichen aus einem Metall. Vorzugsweise ist wenigstens ein Dämpfungselement ein dünnes Metallplättchen und ist z.B. aus Blech.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst wenigstens eine der wenigstens einen zusätzlichen Dämpfungseinrichtung einen Masse-schwinger und ein Dämpfungsmittel. In diesem Falle kann die bzw. wenigstens eine zusätzliche Dämpfungseinrichtung als Stoßdämpfer ausgebildet sein. Dazu kann die Einrichtung einen oder mehrere Feder-/Massenschwinger umfassen, die im Resonatorvolumen angeordnet sind.

[0023] Mit "Anordnung im Resonatorvolumen" wird im Sinne dieser Erfindung eine Anordnung innerhalb des Resonatorraums oder innerhalb des Resonatorhalses

verstanden, wobei auch eine teilweise Anordnung im Resonatorvolumen und eine teilweise Anordnung im Resonatorhals möglich ist.

[0024] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfasst wenigstens eine zusätzliche Dämpfungseinrichtung wenigstens eine Strömungsumlenkungseinrichtung. Durch eine Umlenkung einer Strömung kann dieselbe beeinflusst werden und so eine effektive Dämpfung von Schwingungen erfolgen.

[0025] Vorzugsweise umfasst wenigstens eine zusätzliche Dämpfungseinrichtung wenigstens eine turbulenz erzeugende Einrichtung, um die thermoakustischen Schwingungen zu dämpfen. Turbulenz erzeugende Einrichtungen sind sehr vorteilhaft, da durch eine einfache strömungsumlenkende Einbaueinrichtung eine effektive Dämpfung erzielbar ist. Mit der turbulenz erzeugenden Einrichtung können Strömungswirbel gebildet werden, die Schwingungsenergie dissipieren.

[0026] Besonders bevorzugt ist die Vorrichtung oder die zusätzliche Dämpfungseinrichtung derart gestaltet, dass eine Vorzugsfrequenz der turbulenz erzeugenden Einrichtung abstimmbar ist.

[0027] Eine Abstimbarkeit kann durch Einstellung der Nettodurchströmung von Sperrluft erfolgen, die zur Kühlung von Bauteilen und auch zur Kühlung des Resonators eingesetzt werden kann, um eine Überhitzung zu vermeiden. Durch gezielte Einstellung der Sperrluftströmung kann die Strömungscharakteristik eingestellt werden, was die dimensionslose Strouhalzahl für diesen Fall beeinflusst. Folglich kann die Ablösung von Wirbeln gesteuert werden. In einfachen Fällen kann die turbulenz erzeugende Einrichtung durch Strömungswiderstände in Form von Einbauten bestimmter geometrischer Formen gebildet werden.

[0028] Eine Abstimbarkeit der turbulenz erzeugenden Einrichtung kann beispielsweise auch durch einen einstellbaren Anströmungs- oder Umlenkungswinkel von strömungslenkenden Mitteln realisiert werden. Es ist auch möglich, dass durch geeignete Maßnahmen ein Strömungsquerschnitt beeinflusst wird.

[0029] In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung werden unterschiedliche der zuvor beschriebenen Dämpfungselemente gemeinsam in einer Dämpfungseinrichtung betrieben oder es werden auch unterschiedliche Dämpfungseinrichtungen in einer Vorrichtung eingesetzt.

[0030] Eine erfindungsgemäße Gasturbine nach Anspruch 10 weist wenigstens eine Brennkammer und wenigstens eine Dämpfungsvorrichtung zur Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen in wenigstens einer Brennkammer auf. Die Dämpfungsvorrichtung ist dabei mit mindestens einem Resonator ausgestattet. Wenigstens eine in einem Resonatorvolumen des Resonators angeordnete zusätzliche Dämpfungseinrichtung dient zur Dämpfung von akustischen Schwingungen.

[0031] Vorzugsweise wird wenigstens eine Vorrichtung zur Dämpfung eingesetzt, wie sie zuvor beschrieben wurde. Dabei können auch mehrere und/oder unter-

schiedliche Dämpfungseinrichtungen gleichzeitig eingesetzt werden.

[0032] Obwohl die Erfindung insgesamt mit Bezug auf Gasturbinen beschrieben wird, ist der Einsatz nicht auf Gasturbinen beschränkt. Es ist ebenso möglich, die Erfindung bei anderen Maschinen und Anlagen einzusetzen.

[0033] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen.

[0034] Darin zeigen:

FIG 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer stark schematischen Darstellung;

FIG 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer stark schematischen Darstellung; und

FIG 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer stark schematischen Darstellung.

[0035] FIG 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen.

[0036] Die Vorrichtung 1 ist im Ausführungsbeispiel im Wesentlichen als Helmholtz-Resonator 9 ausgeführt. Das Resonatorvolumen 3 umfaßt den Resonatorraum 4 und den Resonatorhals 5, durch welchen Gas in den Resonatorraum 4 eintreten kann. Im Anschluss an den Resonatorhals 5 erstreckt sich z.B. die Brennkammer 2 einer Gasturbine (nicht dargestellt).

[0037] Erfindungsgemäß ist innerhalb des gesamten Resonatorvolumens 3 eine zusätzliche Dämpfungseinrichtung 6 vorgesehen. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Dämpfungseinrichtung 6 mit flexiblen Schwingungsmitteln 7 ausgerüstet, die im Ausführungsbeispiel dünne Bleche sind, die federnde Eigenschaften aufweisen und die durch die hervorgerufenen Schwingungen thermoakustische Schwingungen zusätzlich dämpfen. Dadurch wird die Wirksamkeit des Resonators 9 insgesamt erheblich gesteigert.

[0038] Die zusätzliche Dämpfungseinrichtung 6 weist hier eine Vielzahl von flexiblen Dämpfungselementen 7 auf. Die einzelnen Dämpfungselemente 7 können parallel und/oder hintereinander angeordnet werden. Auch eine statistische Verteilung der einzelnen Dämpfungselemente 7 über das Volumen der Dämpfungseinrichtung 6 ist möglich. Die zusätzliche Dämpfungseinrichtung 6 bzw. die Dämpfungselementen 7 läßt/lassen genügend freie Querschnittsfläche übrig, um einen Gasaustausch zwischen Brennkammer 2 und Resonator 9 zu ermöglichen.

[0039] Es können auch mehrere zusätzliche Dämpfungseinrichtungen 6 vorgesehen sein. Z.B. kann eine zusätzliche Dämpfungseinrichtung 6 im Resonatorhals 5 und eine weitere im Resonatorraum 4 angeordnet sein.

Eine zusätzliche Dämpfungseinrichtung 6 wird über ein im Stand der Technik bekanntes Befestigungsmittel in dem Resonator befestigt. Beispielsweise kann eine zusätzliche Dämpfungseinrichtung 6 festgeschweißt werden. Auch eine Klemmung oder eine Befestigung durch Nieten oder Schrauben oder dergleichen ist möglich.

[0040] Bei dem in FIG 2 dargestellten Ausführungsbeispiel, welches wiederum eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 in einer stark vereinfachten und stark schematischen Darstellung zeigt, wird ein Feder-Masse-System als zusätzliche Dämpfungseinrichtung 11 eingesetzt. Zur Vereinfachung sind gleiche Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0041] Die Vorrichtung umfasst einen Resonator 9, der wiederum ein Resonatorvolumen 3 bestehend aus dem Volumen des Resonatorraums 4 und dem Volumen des Resonatorhalses 5 umfasst.

[0042] In diesem Ausführungsbeispiel ist die zusätzliche Dämpfungseinrichtung 11 als dämpfendes Feder-Masse-System ausgeführt und wiederum innerhalb des Resonatorvolumens angeordnet. Die Dämpfungseinrichtung umfasst ein Federmittel 12, das als mechanische Feder, z.B. als Spiral- oder Tellerfeder, ausgeführt sein kann. Im dargestellten Beispiel ist das eine Ende 16 des Federmittels 12 fest an dem Boden des Resonatorraums 4 angeordnet. Das kann durch eine geeignete Befestigung erfolgen.

[0043] Das andere Ende 17 der Feder 12 ist mit einer Schwungmasse 13 verbunden. Die Schwungmasse 13 ist hier im Ausführungsbeispiel im Resonatorhals 5 angeordnet. Die Schwungmasse 13 kann sich in anderen Ausführungsbeispielen auch im Resonatorraum 4 befinden. Die Schwungmasse 13 nimmt nicht die gesamte Querschnittsfläche 8 des Resonatorhalses 5 in Anspruch, sondern lässt genügend freie Querschnittsfläche übrig, um einen Austausch zwischen Brennkammer 2 und Resonator 1 zu ermöglichen.

[0044] Die Schwungmasse 13 kann als im Wesentlichen runde Scheibe ausgeführt sein. Dann sind Luftkanäle 14 an der Schwungmasse 13 zum Austausch vorgesehen. Die Schwungmasse 13 kann auch als ein mit Armen versehenes sternförmiges Gebilde ausgeführt sein, bei dem zwischen den einzelnen Armen genügend Querschnittsfläche zum Austausch verbleibt.

[0045] In allen Fällen und Ausführungsbeispielen werden die einzelnen Querschnittsflächen bei der Konstruktion aufeinander abgestimmt, da diese die Resonatorfrequenz beeinflussen.

[0046] Bei dem schematisch dargestellten Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 ist als zusätzliche Dämpfungseinrichtung eine turbulenz erzeugende Einrichtung 21 vorgesehen. Die turbulenz erzeugende Einrichtung 21 ist hier im Resonatorhals 5 angeordnet, kann aber auch (zum Teil oder ganz) im Resonatorraum 4 vorgesehen sein.

[0047] Die turbulenz erzeugende Einrichtung 21 umfasst Mittel 22 zur Erzeugung von Turbulenzen, die hier als Strömungsumlenkungselemente ausgeführt sind.

Beispielsweise können Leitelemente aus Keramik oder Metall oder dergleichen mehr verwendet werden. Die Leitelemente haben vorzugsweise eine derartige Gestalt, dass die Strömung umgelenkt wird und sich Wirbel bilden, die Schwingungsenergie dissipieren. Zwischen einzelnen Leitelementen 22 können Strömungskanäle 24 vorgesehen sein.

[0048] Vorzugsweise ist bei der zusätzlichen Dämpfungseinrichtung 21 die Vorzugsfrequenz der Wirbel beeinflussbar. Beispielsweise kann die Frequenz abgestimmt werden, indem die - in Gasturbinen im allgemeinen nötige - Sperrluft zur Kühlung verwendet wird. Sperrluft wird verwendet, um die Überhitzung von Bauteilen, wie z.B. Resonatoren, zu vermeiden. Deshalb liegt oft an der Resonatoröffnung eine Nettodurchströmung vor. Diese Strömung kann verwendet werden, um in Abhängigkeit von der dimensionslosen Strouhalzahl Wirbelablösungen an überströmten Körpern zu erzeugen.

[0049] In einem einfachen Ausführungsbeispiel werden einfache geometrische Körper zur Turbulenzerzeugung eingesetzt. Das können runde und abgerundete und insbesondere auch rechteckige und im Wesentlichen rechteckige Körper sein, die im Strömungsweg angeordnet werden. Durch Einstellung oder Beeinflussung der Strömungsgeschwindigkeit kann dann die Turbulenz eingestellt werden.

[0050] In weiteren Ausgestaltungen können auch Kombinationen der hier erläuterten Ausführungsbeispiele eingesetzt werden. So kann z.B. das Masseelement eines Feder-Masse-Schwingers mit flexiblen Strukturen wie z.B. dünnen Blechen versehen werden. Auch kann das Masseelement eines Feder-Masse-Schwingers gleichzeitig als turbulenzerzeugende Einrichtung dienen. Auch weitere Kombinationen sind möglich.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen in Brennkammern (2) mit mindestens einem Resonator (9), welcher ein Resonatorvolumen (3) aufweist, **gekennzeichnet durch** wenigstens eine im Resonatorvolumen (3) angeordnete zusätzliche Dämpfungseinrichtung (6).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Resonator (9) im Wesentlichen als Helmholtzresonator ausgebildet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der wenigstens einen zusätzlichen Dämpfungseinrichtung (6) flexible Dämpfungselemente (7) aufweist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,**

dass wenigstens ein Dämpfungselement (7) im Wesentlichen aus Blech besteht.

5. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der wenigstens einen zusätzlichen Dämpfungseinrichtung (6) einen Masse-schwinger (13) und ein Dämpfungsmittel (12) aufweist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass wenigstens eine zusätzliche Dämpfungseinrichtung (6) als Stoßdämpfer (11) ausgebildet ist.
7. Vorrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine zusätzliche Dämpfungseinrichtung (6) wenigstens eine Strömungsumlenkungseinrichtung (21) umfasst.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet,** dass wenigstens eine zusätzliche Dämpfungseinrichtung (6) wenigstens eine turbulenzerzeugende Einrichtung umfasst.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,** dass eine Vorzugsfrequenz der turbulenzerzeugenden Einrichtung abstimmbar ist.
10. Gasturbine mit wenigstens einer Brennkammer (2) und wenigstens einer Dämpfungsvorrichtung (1) zur Dämpfung von thermoakustischen Schwingungen in wenigstens einer Brennkammer (2), wobei die Dämpfungsvorrichtung mit mindestens einem Resonator (9) ausgestattet ist, **gekennzeichnet durch** wenigstens eine in einem Resonatorvolumen (3) des Resonators (9) angeordnete zusätzliche Dämpfungseinrichtung (6).

FIG 1

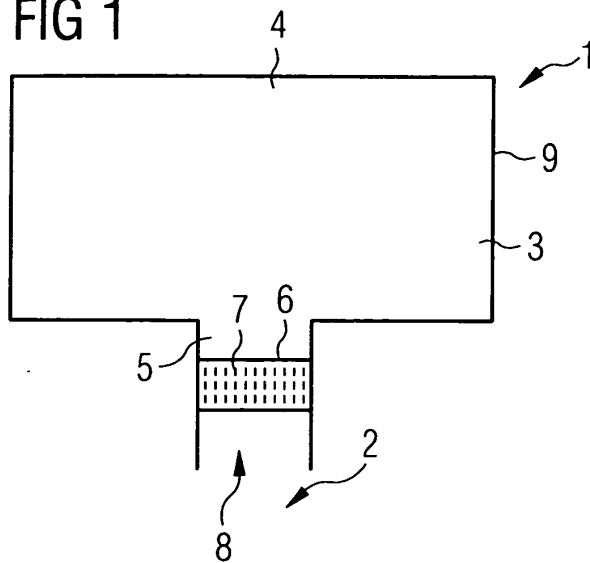


FIG 2

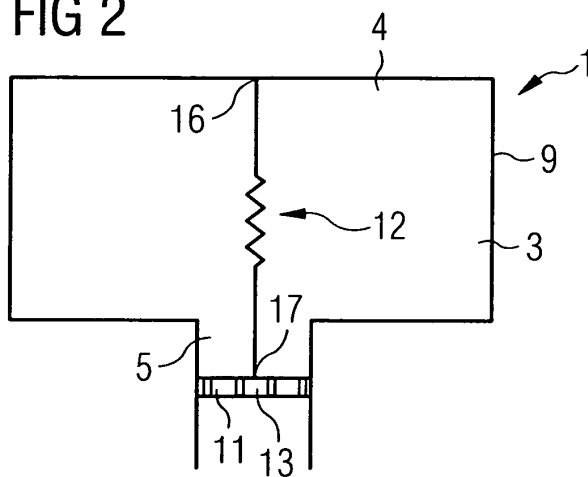
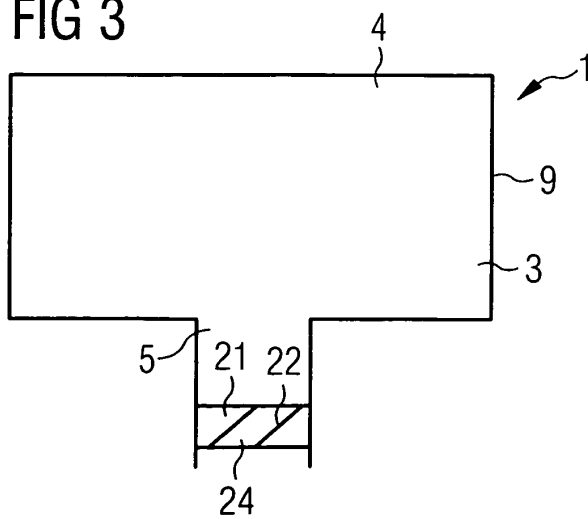


FIG 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 01 8394

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 990 851 A (ASEA BROWN BOVERI) 5. April 2000 (2000-04-05) * Seite 4, Absatz 18 - Seite 7, Absatz 30; Abbildungen 4,8 *	1,2,7,8, 10	F23R3/10 F23M13/00
X	WO 2004/051063 A (KAWATA YUTAKA ; AOYAMA KUNIAKI (JP); IKEDA KAZUFUMI (JP); MANDAI SHIGE) 17. Juni 2004 (2004-06-17) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-8,32,34-39,45,46 *	1,2,7,8, 10	
X	EP 0 723 123 A (FASTO NEFIT BV) 24. Juli 1996 (1996-07-24) * Spalte 2, Zeile 1 - Spalte 3, Zeile 34 * * Spalte 6, Zeile 23 - Zeile 29; Abbildung 7 *	1,3,5,10	
X	CH 692 095 A (VAILLANT GMBH) 31. Januar 2002 (2002-01-31) * Spalte 4, Zeile 34 - Spalte 6, Zeile 41; Abbildungen 3-7 *	1,3,10	
A,D	DE 196 40 980 A (ASEA BROWN BOVERI) 16. April 1998 (1998-04-16) * das ganze Dokument *	1,10	F23R F23M
A	DE 94 06 179 U (VIESSMANN WERKE KG) 1. Juni 1994 (1994-06-01)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Januar 2005	Prüfer Theis, G
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

4

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 01 8394

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.

17-01-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0990851 A	05-04-2000	EP 0990851 A1	05-04-2000
		DE 59809097 D1	28-08-2003
WO 2004051063 A	17-06-2004	JP 2004183943 A	02-07-2004
		JP 2004183944 A	02-07-2004
		JP 2004183945 A	02-07-2004
		JP 2004183946 A	02-07-2004
		WO 2004051063 A1	17-06-2004
EP 0723123 A	24-07-1996	NL 9500116 A	02-09-1996
		DE 69607496 D1	11-05-2000
		DE 69607496 T2	23-11-2000
		EP 0723123 A1	24-07-1996
CH 692095 A	31-01-2002	AT 405563 B	27-09-1999
		AT 104295 A	15-01-1999
		CH 692095 A5	31-01-2002
		DE 19612987 A1	26-09-1996
		AT 405761 B	25-11-1999
		AT 51296 A	15-03-1999
DE 19640980 A	16-04-1998	DE 19640980 A1	16-04-1998
DE 9406179 U	01-06-1994	DE 9406179 U1	01-06-1994

EPO FORM P0461

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