



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.11.2008 Patentblatt 2008/46

(51) Int Cl.:
F23R 3/00 (2006.01) F23M 13/00 (2006.01)
F01N 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07009448.7**

(22) Anmeldetag: **10.05.2007**

(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 MT NL PL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

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

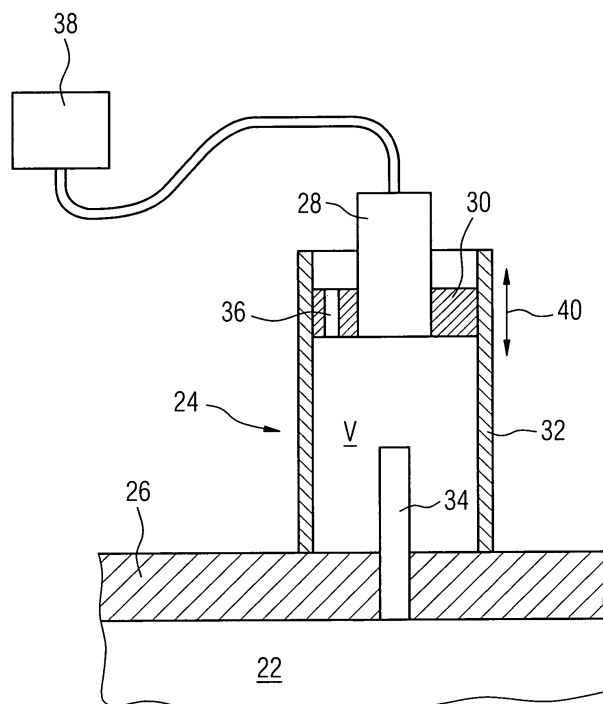
(72) Erfinder:
 • **Krebs, Werner, Dr. 45481 Mülheim an der Ruhr (DE)**
 • **Lepers, Joachim, Dr. 83022 Rosenheim (DE)**

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Messung von Schallschwingungen bei einer Fluidströmung sowie Gasturbinenanlage mit einer solchen Vorrichtung**

(57) Für ein frühzeitiges Erkennen von störenden Schwingungen in einer Fluidströmung ist eine Vorrichtung (24) vorgesehen, mit deren Hilfe Schallschwingungen in der Fluidströmung gemessen werden. Die Vorrichtung (24) umfasst einen akustischen Filter (32) zum

Verstärken von Schallschwingungen einer vorgegebenen Frequenzbandbreite und einen Drucksensor (28) zum Erfassen und Ausgeben der in der Fluidströmung auftretenden Schwingungen. Die Vorrichtung (24) ist besonders geeignet zum Messen von thermoakustischen Schwingungen in einer Gasturbinenanlage (2).

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Messung von Schallschwingungen bei einer Fluidströmung, insbesondere zur Messung von thermoakustischen Schallschwingungen in einer Verbrennungsanlage einer Gasturbine. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Gasturbinenanlage mit einer solchen Vorrichtung zur Messung von thermoakustischen Schwingungen.

[0002] Eine Gasturbinenanlage ist eine Strömungsmaschine, die in der Regel einen Verdichter, eine Verbrennungsanlage sowie eine Turbine umfasst. Im Verdichter erfolgt ein Verdichten von angesaugter Luft, welcher Luft anschließend ein Brennstoff beigemischt wird. Die Verbrennungsanlage umfasst ihrerseits drei Teile: Eine Luftzuführungspassage, die Brenner und die Brennkammer. Die Luftzuführungspassage ist der Raum stromaufwärts der Brenner, in dem die durch den Verdichter komprimierte Luft strömt, bevor sie die Brenner erreicht hat. Durch die Brenner wird der Brennstoff eingespritzt. Die Brenner münden in die Brennkammer, in der die Verbrennung des Gemisches aus komprimierter Luft und Brennstoff stattfindet. Die Verbrennungsabgase werden anschließend der Gasturbine zugeführt, in der den Verbrennungsabgasen thermische Energie entzogen und in mechanische Arbeit umgewandelt wird. Die mechanische Arbeit wird einerseits zum Antreiben des Verdichters und andererseits zum Antreiben eines Verbrauchers, beispielsweise eines Generators zum Erzeugen von Strom, eingesetzt.

[0003] Bei der Verbrennung in der Brennkammer ist darauf zu achten, dass eine stabile Flamme vorliegt. Instabilitäten der Flamme treffen insbesondere aufgrund von resonanten Verbrennungsschwingungen im Verbrennungsabgas auf und können einerseits zu einem erhöhten Schadstoffausstoß führen und andererseits Schwingungen und Vibrationen der Brennkammer verursachen, die ab einer bestimmten Frequenz - weiterhin Stabilitätsgrenze oder Brummgrenze genannt - die Lebensdauer der Brennkammer herabsetzen und die Wartungsintervalle verkürzen. Derartige Verbrennungsschwingungen in der Brennkammer, die aufgrund thermischer oder akustischer Störungen auftreten, werden weiterhin als thermoakustische Schwingungen bezeichnet.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind Dämpfer zu entnehmen, die aufgrund ihres vorgegebenen Volumens in der Lage sind, bestimmte Schwingungsfrequenzen in der Brennkammer effektiv zu dämpfen. Beispielsweise ist in der Offenlegungsschrift

DE 100 58 688 A1 eine Dämpferanordnung beschrieben, die mehrere Dämpfungselemente zur Reduktion von Brennkammerpulsationen umfasst, welche Dämpfungselemente nach Art von Helmholz-Resonatoren ausgebildet sind. Nachteilig bei solchen Dämpferanordnungen ist, dass sie in der Regel ein sehr großes Gesamtvolumen aufweisen, beispielsweise von etwa 40 Liter.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein frühzeitiges Erkennen von störenden Schallschwingungen bei einer Fluidströmung zu ermöglichen.

5 **[0006]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung zur Messung von Schallschwingungen bei einer Fluidströmung, insbesondere zur Messung von thermoakustischen Schwingungen in einer Verbrennungsanlage einer Gasturbinenanlage, mit einem akustischen Filter zum Verstärken bzw. Ausfiltern von Schallschwingungen einer vorgegebenen Frequenzbandbreite und einem dem akustischen Filter nachgeschalteten Drucksensor zum Erfassen und Ausgeben der Schallschwingungen.

10 **[0007]** Die Erfindung basiert auf der Überlegung, dass ein frühzeitiges Erkennen von Störschwingungen möglich ist, indem durch kontinuierliche Druckmessungen oder Druckmessungen in vorgegebenen Zeitintervallen die Druckschwankungen im Strömungssystem überwacht werden. Der akustische Filter ist dafür nach Art eines aktiven Filters ausgebildet, um Schwingungen in einer vorgegebenen Frequenzbandbreite, insbesondere Schwingungen im Bereich einer Stabilitäts- oder Brummgrenze des Systems zu verstärken, damit mittels des Drucksensors ein besonders klares Messsignal erfasst wird. Es werden hierbei Frequenzen einer größeren Bandbreite gemessen, als die für die der akustische Filter kalibriert ist. Der akustische Filter ist dabei bevorzugt derart ausgebildet, dass er für einen breiteren Frequenzbereich durchlässig ist, jedoch die Schwingungen in der vorgegebenen Frequenzbandbreite deutlich verstärkt sind. Der akustische Filter ist also dafür vorgesehen, eine kleinere Frequenzbandbreite, die die Brummgrenze angibt und somit für die Stabilität des Strömungssystems wesentlich ist, auszufiltern. Beim Annähern an die Brummgrenze wird hierdurch ein besonders klares Messsignal mit einem hohen Signal-Rausch-Verhältnis ermittelt.

35 **[0008]** Die Vorrichtung kann nach einer entsprechenden Kalibrierung bei unterschiedlichen Strömungssystemen eingesetzt werden. Insbesondere ist die Vorrichtung zur Messung von thermoakustischen Schwingungen in einer Verbrennungsanlage in einer Gasturbine geeignet. Dank dem gezielten Herausfiltern der Schallschwingungen mit einer Frequenz, welche die Brummgrenze angibt, erfolgt bei der Auswertung des Messsignals ein frühes Erkennen von Flammeninstabilitäten, so dass rechtzeitig Maßnahmen zur Stabilisierung des Verbrennungsprozesses eingeleitet werden können und bevorzugt auch werden.

40 **[0009]** Bevorzugt ist der akustische Filter ein Resonator, insbesondere ein Helmholz-Resonator. Resonatoren bieten viele Möglichkeiten bei ihrer Konstruktion und spielen heutzutage eine wichtige Rolle sowohl in der Akustik als auch in der Hochfrequenztechnik, wo sie als Filter auch für sehr hohe Frequenzen eingesetzt werden können.

45 **[0010]** Weiterhin bevorzugt ist der Resonator zum Verstärken unterschiedlicher Frequenzbandbreiten einstell-

bar. Hierdurch ist die Frequenzbandbreite, die durch den Resonator verstärkt wird, auf einfache Weise an das thermoakustische Verhalten des Strömungssystems anpassbar. Zum Herausfiltern des Messsignals in einer großen Frequenzbandbreite ist hierbei kein Austausch von Resonatoren erforderlich. Gleichzeitig entfällt durch die Verstellbarkeit des Resonators die Notwendigkeit, für unterschiedliche Resonanzfrequenzen unterschiedlich konfigurierte akustische Filter herzustellen und bereit zu halten.

[0011] Vorzugsweise ist wenigstens ein Teil einer Wandung des Resonators zur Einstellung eines Resonatorvolumens ortsveränderlich. Hierdurch liegt eine konstruktiv besonders einfache Realisierung des verstellbaren Resonators vor, durch die das Resonatorvolumen und somit die Resonatorfrequenz beeinflusst werden kann. Außerdem ist eine genaue Justage und insbesondere eine kontinuierliche Anpassung des Resonatorvolumens an die Betriebsanforderungen möglich.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der ortsveränderliche Teil der Wandung als Kolben ausgeführt. Der Kolben kann auf einfache Weise in Längsrichtung verschoben werden, um das Volumen des Resonators genau einzustellen.

[0013] Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist der ortsveränderliche Teil der Wandung nach Art eines längsverschieblichen Halses des Resonators ausgeführt. Der Hals des Resonators kann ebenfalls ohne einen großen technischen Aufwand in das Resonatorvolumen hinein oder heraus verschoben werden, wodurch sich das Resonatorvolumen ändert.

[0014] Nach einer bevorzugten Variante ist an einer Wandung des Resonators wenigstens eine Öffnung zur Zuführung von Kühlmittel in den Resonator vorgesehen. Die Zuführung von Kühlmittel ermöglicht einen dauerhaft störungsfreien Betrieb des Resonators bei seinem Einsatz bei sehr hohen Temperaturen, wie z.B. in der Brennkammer einer Gasturbinenanlage.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Resonator ausschließlich zum Verstärken einer vorgegebenen, gemessenen Frequenzbandbreite vorgesehen und weist ein Volumen von weniger als 5 Liter auf. Da die Funktion des Resonators lediglich auf seinen Einsatz als akustischen Filter eingeschränkt ist, kann der Resonator deutlich kleiner dimensioniert werden als die aus dem Stand der Technik bekannten Resonatoren, die zum Dämpfen der thermoakustischen Schwingungen verwendet werden. Zum Ausfiltern einer vorgegebenen Frequenzbandbreite reicht in der Regel ein einziger Resonator aus, dessen Volumen 5 Liter nicht übersteigt. Möglich ist auch, mehrere kleine Resonatoren einzusetzen, deren Gesamtvolumen ebenfalls in der Größenordnung von 5 Liter ist. Somit wäre eine sehr platz sparende und kostengünstige Realisierung der Vorrichtung gegeben.

[0016] Gemäß einer alternativen Ausführungsvariante ist der Resonator als Dämpfer der Schallschwingungen einsetzbar. Eine Erweiterung der Funktion des akusti-

schen Filters, bei der er außerdem als Dämpfer eingesetzt wird, erfordert eine entsprechende Vergrößerung des Volumens des Resonators. Zur Erfüllung dieser erweiterten Funktion kann ein Resonator herangezogen werden, der sowohl ein festes als auch ein veränderliches Volumen aufweisen kann, welches jedoch stets mit der Brummgrenze des Strömungssystems abgestimmt ist. Somit ist der Resonator in der Lage, die Störschwingungen nicht nur zu dämpfen, wie bisher bekannt, sondern sie auch bei den Messungen mittels des Drucksensors herauszufiltern.

[0017] Vorteilhafterweise sind mehrere akustische Filter vorgesehen, die zum Verstärken von Schallschwingungen unterschiedlicher Frequenzbandbreiten eingestellt sind. Besonders vorteilhaft ist der Einsatz einer solchen Konfiguration in Kombination mit akustischen Filtern, deren Volumen unveränderbar ist, so dass jeder Filter zum Ausfiltern lediglich einer vorgegebenen Frequenzbandbreite ausgebildet ist. Durch die Verwendung von mehreren akustischen Filtern, die Schallschwingungen unterschiedlicher Frequenzbandbreiten ausfiltern können, kann ein besonders breiter Frequenzbereich abgedeckt werden. Eine Gruppierung von mehreren akustischen Filtern in einem Array ist auch möglich, wenn die auszufilternden Frequenzbandbreiten einiger oder aller akustischer Filter einstellbar sind.

[0018] Weiterhin von Vorteil ist, dass eine Steuereinheit zum Auswerten des Messsignals des Drucksensors sowie eine von der Steuereinheit angesteuerten Stelleinrichtung zum Beeinflussen mindestens eines Strömungsparameters der Fluidströmung, insbesondere einer Luft- und/oder Brennstoffzufuhr, in Abhängigkeit von dem Messsignal vorgesehen sind. Wie bereits erläutert, wird durch Messungen der Druckschwankung im Strömungssystem eine Annäherung an die Brummgrenze festgestellt. Als entsprechende Reaktion auf eine solche Annäherung wird die Stelleinrichtung derart angesteuert, dass eine Änderung der Gasturbinenleistung bewirkt wird. Beispielsweise wird ein absoluter Wert der Luftzufuhr und/oder der Brennstoffzufuhr und/oder des Verhältnisses von Luftzufuhr zur Brennstoffzufuhr derart eingestellt, dass ein Überschreiten der Brummgrenze verhindert wird.

[0019] Die Aufgabe wird weiterhin erfindungsgemäß gelöst durch eine Gasturbinenanlage mit wenigstens einer Verbrennungsanlage, umfassend eine solche Vorrichtung zur Messung thermoakustischer Schwingungen in der Verbrennungsanlage. Hierbei kann die Vorrichtung in unterschiedlichen Bereichen der Verbrennungsanlage angeordnet sein. Gemäß einer bevorzugten Variante ist die Vorrichtung in einer Luftzuführungspassage der Verbrennungsanlage angeordnet. Gemäß einer weiteren alternativen Variante ist die Vorrichtung an einer Wand einer Brennkammer der Verbrennungsanlage angeordnet. Gemäß einer dritten alternativen Variante ist die Vorrichtung an einem Brenner oder im Bereich eines Brenners der Verbrennungsanlage angeordnet.

[0020] Die Aufgabe wird weiterhin erfindungsgemäß

gelöst durch ein Verfahren zur Messung von Schall-
schwingungen bei einer Fluidströmung, insbesondere
zur Messung von thermoakustischen Schwingungen in
einer Verbrennungsanlage einer Gasturbinenanlage, bei
dem die Schallschwingungen mittels eines akustischen
Filters, der zur Verstärkung des Messsignals innerhalb
einer vorgegebenen Frequenzbandbreite vorgesehen
ist, und eines Drucksensors erfasst und ausgegeben
werden. Die im Hinblick auf die Vorrichtung aufgeführten
Vorteile und bevorzugten Ausführungsformen lassen
sich sinngemäß auf das Verfahren übertragen.

[0021] In Abhängigkeit vom Messsignal wird eine An-
näherung an die Stabilitätsgrenze des Strömungssy-
stems detektiert und es werden frühzeitig Maßnahmen
ergriffen, um die Stabilität des Strömungssystems bei-
zubehalten. Als entsprechende Maßnahmen wird vor-
zugsweise ein Strömungsparameter der Fluidströmung,
insbesondere eine Luft- und/oder Brennstoffzufuhr der
Gasturbinenanlage - wenn es sich beim Strömungssy-
stem um eine Gasturbinenanlage handelt - in Abhängig-
keit vom Messsignal eingestellt.

[0022] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird an-
hand einer Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigen:

FIG 1 schematisch eine Gasturbinenanlage mit einer
Verbrennungsanlage, und

FIG 2 einen Schnitt durch eine Vorrichtung zur Mes-
sung von thermoakustischen Schwingungen in
der Verbrennungsanlage der Gasturbinenanla-
ge gemäß FIG 1.

[0023] In den Figuren sind gleich wirkende Teile mit
den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0024] In FIG 1 ist eine Gasturbinenanlage 2 in einer
teilweise geschnittenen Seitenansicht dargestellt. Diese
umfasst einen Verdichter 4, eine Gasturbine 6 und eine
Verbrennungsanlage 8. Im Verdichter 4 und in der Gas-
turbine 6 sind Verdichterlaufschaufeln 10 bzw. Turbinen-
laufschaufeln 12 auf einer gemeinsamen Welle 14 an-
geordnet, die auch Turbinenläufer genannt wird und um
eine zentrale Achse 16 drehbar gelagert ist.

[0025] Die Verbrennungsanlage 8 umfasst einen Luft-
kanal 18 und eine Anzahl von Brennern 20, die in eine
Brennkammer 22 münden, welche wiederum in die Gas-
turbine 6 mündet. Die Brennkammer 22 ist im vorliegen-
den Ausführungsbeispiel als Ringbrennkammer ausge-
bildet, d.h. sie erstreckt sich ringförmig um den Turbinen-
läufer 14 herum.

[0026] Im Betrieb der Gasturbinenanlage 2 wird über
den Verdichter 4 Umgebungsluft L eingesaugt, auf einen
höheren Druck verdichtet und in die Verbrennungsanla-
ge 8 als so genannte Verdichterluft ausgegeben. In der
Verbrennungsanlage 8 tritt die Verdichterluft in den Bren-
ner 20 ein und wird mit einem dem Brenner 20 zugeführ-
ten Brennstoff vermischt und in der Brennkammer 22 ver-
brannt. Die Größe der zugeführten Brennstoffmassen-
ströme lässt sich hierbei über ein oder mehrere, nicht
näher gezeigte Einstellventile beeinflussen.

[0027] Die bei der Verbrennung entstehenden Ver-
brennungsabgase bilden ein Arbeitsmedium A, welches
der Turbine 6 zugeleitet wird und dort unter Entspannung
und Abkühlung Impuls auf die Laufschaufeln 12 überträgt
und so den Turbinenläufer 14 in Rotation versetzt. Der
rotierende Turbinenläufer 14 treibt einerseits den Ver-
dichter 4 an und ist andererseits mit einem Verbraucher
(nicht dargestellt) gekoppelt, beispielsweise mit einem
elektrischen Generator zum Erzeugen von Strom.

[0028] Um Instabilitäten der Flamme in der Brennka-
mer 22 zu vermeiden, ist die Gasturbinenanlage 2 mit
einer Vorrichtung 24 zur Messung von thermoakusti-
schen Schwingungen versehen, die in diesem Ausführ-
ungsbeispiel an einer Wand 26 der Verbrennungskam-
mer 22 angeordnet ist.

[0029] Der genaue Aufbau der Vorrichtung 24 ist in
FIG 2 gezeigt. Die Vorrichtung 24 umfasst einen Druck-
sensor 28, der an einer Wandung 30 eines akustischen
Filters 32 angeordnet ist. Der akustische Filter 32 ist in
diesem Ausführungsbeispiel ein Helmholz-Resonator, in
dessen Innerem ein Volumen V begrenzt ist. Der Reso-
nator 32 weist einen Hals 34 auf, der durch die Wand 26
durchgeführt ist. In der Wandung 30 des Resonators 32
ist außerdem eine Öffnung 36 vorgesehen, durch die
Kühlmittel, insbesondere Kühlluft, in den Resonator 32
hineingeleitet wird.

[0030] Mittels des Drucksensors 28 werden die in der
Verbrennungsanlage 8 im Betrieb der Gasturbinenanla-
ge 2 auftretenden Schwingungen insbesondere kontinu-
ierlich erfasst und einer Steuereinheit 38 ausgegeben.
Der Resonator 32 ist derart ausgebildet, dass er Schwin-
gungen in einer vorgegebenen Frequenzbandbreite ver-
stärkt, so dass diese Schwingungen bei der Auswertung
des Messsignals herausgefiltert sind. Dies erfolgt durch
ein Abstimmen des Volumens V des Resonators 32 mit
einem Frequenzbereich, der eine Stabilitätsgrenze oder
Brummgrenze bei der Verbrennung in der Gasturbinen-
anlage 2 darstellt. Beim Feststellen einer Annäherung
der Schwingungsfrequenz an die Brummgrenze steuert
die Steuereinheit 38 eine hier nicht gezeigte Stelleinrich-
tung derart an, dass ein Strömungsparameter der Gas-
turbinanlage 2, z.B. eine Luft- und/oder Brennstoffzu-
fuhr, geändert wird, um ein Überschreiten der Brumm-
grenze zu vermeiden. Die Stelleinrichtung kann bei-
spielsweise die in Bezug auf den zugeführten Brennstoff
bereits angeführten Einstellventile umfassen.

[0031] Der Resonator 32 ist gemäß dem vorliegenden
Ausführungsbeispiel ausschließlich zum Herausfiltern
der vorgegebenen Frequenzbandbreite vorgesehen und
weist ein Volumen von etwa 4 Liter auf. Die Funktion des
Resonators 32 kann außerdem erweitert werden, indem
der Resonator 32 als ein Dämpfer der thermoakustischen
Schwingungen in der Verbrennungsanlage 8 dient, was
allerdings eine Vergrößerung des Volumens V des Reso-
nators 32 voraussetzt.

[0032] Gemäß der in FIG 2 gezeigten Ausführung des
Resonators 32 ist die Wandung 30 nach Art eines Kol-
bens ausgebildet und in Richtung des Pfeiles 40 längs-

verschieblich. Hierdurch wird das Volumen V des Resonators 32 verändert, wobei die Bandbreite der vom Resonator ausgefilterten Frequenzen sich ebenfalls verändert. Somit kann das Volumen V auf besonders einfache Weise an die betriebsbedingten thermoakustischen Störungen angepasst werden, um ihre frühzeitige Erfassung zu ermöglichen. Eine Veränderung des Volumens V ist außerdem möglich, indem optional auch der Resonatorhals 34 ebenfalls in Richtung des Pfeiles 40 verschoben wird.

[0033] In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist lediglich ein akustischer Filter 32 mit einem zugeordneten Drucksensor 28 vorgesehen. In einer alternativen, nicht gezeigten Ausgestaltung sind mehrere Vorrichtungen 24 nach Art eines Arrays angeordnet, deren akustische Filter 32 dafür ausgebildet sind, Schallschwingungen unterschiedlicher Frequenzbandbreiten auszufiltern.

[0034] In FIG 2 ist der akustische Filter 32 an der Wand 26 der Brennkammer 22 angeordnet. Alternativ oder ergänzend ist die Vorrichtung 24 in der Luftzuführungspassage 18 und/oder an einem Brenner 20 angeordnet.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (24) zur Messung von Schallschwingungen bei einer Fluidströmung, insbesondere zur Messung von thermoakustischen Schwingungen in einer Verbrennungsanlage (8) einer Gasturbinenanlage (2), mit einem akustischen Filter (32) zum Verstärken von Schallschwingungen einer vorgegebenen Frequenzbandbreite und einem dem akustischen Filter (32) nachgeschalteten Drucksensor (28) zum Erfassen der Schallschwingungen.
2. Vorrichtung (24) nach Anspruch 1, wobei der akustische Filter (32) ein Resonator, insbesondere ein Helmholtz-Resonator ist.
3. Vorrichtung (24) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Resonator (32) zum Verstärken von Schwingungen unterschiedlicher Frequenzbandbreiten einstellbar ist.
4. Vorrichtung (24) nach Anspruch 2 und 3, wobei wenigstens ein Teil einer Wandung des Resonators (32) zur Einstellung eines Resonatorvolumens (V) ortsveränderlich ist.
5. Vorrichtung (24) nach Anspruch 4, wobei der ortsveränderliche Teil der Wandung als Kolben (30) ausgeführt ist.
6. Vorrichtung (24) nach Anspruch 4, wobei der ortsveränderliche Teil der Wandung nach Art eines längsverschieblichen Halses (34) des Resonators (32) ausgeführt ist.
7. Vorrichtung (24) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei an einer Wandung des Resonators (32) wenigstens eine Öffnung (36) zur Zuführung von Kühlmittel in den Resonator (32) vorgesehen ist.
8. Vorrichtung (24) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei der Resonator (32) ausschließlich zum Ausfiltern von Schwingungen einer vorgegebenen Frequenzbandbreite vorgesehen ist und ein Volumen (V) von weniger als 5 l aufweist.
9. Vorrichtung (24) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei der Resonator (32) als ein Dämpfer für die Schallschwingungen ausgebildet ist.
10. Vorrichtung (24) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mehrere akustische Filter (32) vorgesehen sind, die zum Verstärken von Schallschwingungen unterschiedlicher Frequenzbandbreiten eingestellt ist.
11. Vorrichtung (24) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Steuereinheit (38) zum Auswerten eines Messsignals des Drucksensors (28) sowie eine von der Steuereinheit (38) angesteuerte Stelleinrichtung zum Beeinflussen mindestens eines Strömungsparameters der Fluidströmung, insbesondere einer Luft- und/oder Brennstoffzufuhr, in Abhängigkeit von dem Messsignal vorgesehen sind.
12. Gasturbinenanlage (2) mit wenigstens einer Verbrennungsanlage (8), umfassend eine Vorrichtung (24) nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Messung von thermoakustischen Schwingungen in der Verbrennungsanlage (8).
13. Gasturbinenanlage (2) nach Anspruch 12, wobei die Vorrichtung (24) in einer Luftzuführungspassage (18) der Verbrennungsanlage (8) angeordnet ist.
14. Gasturbinenanlage (2) nach Anspruch 12, wobei die Vorrichtung (24) an einer Wand (26) einer Brennkammer (22) der Verbrennungsanlage (8) angeordnet ist.
15. Gasturbinenanlage nach Anspruch 12, wobei die Vorrichtung (24) an einem Brenner (20) der Verbrennungsanlage (20) angeordnet ist.
16. Verfahren zur Messung von Schallschwingungen bei einer Fluidströmung, insbesondere zur Messung von thermoakustischen Schwingungen in einer Verbrennungsanlage (8) einer Gasturbinenanlage (2), bei dem Schallschwingungen einer vorgegebenen Frequenzbandbreite mittels eines akustischen Fil-

ters (32) verstärkt und mit Hilfe eines Drucksensors (28) erfasst werden.

17. Verfahren nach Anspruch 16,
bei dem ein Strömungsparameter der Fluidströmung, insbesondere eine Luft- und/oder Brennstoffzufuhr der Gasturbinenanlage (2), in Abhängigkeit von einem Messsignal des Drucksensors (28) eingestellt wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

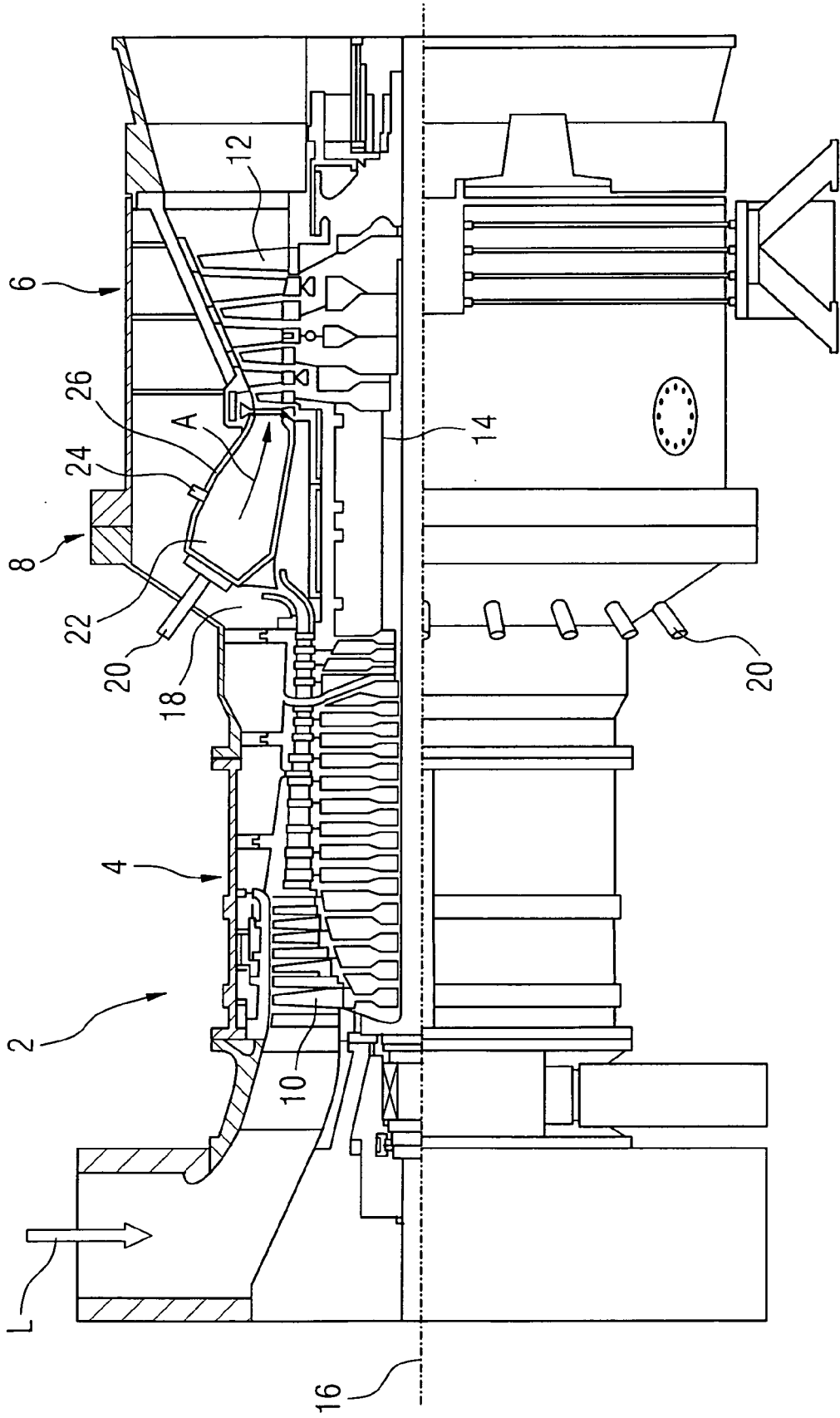
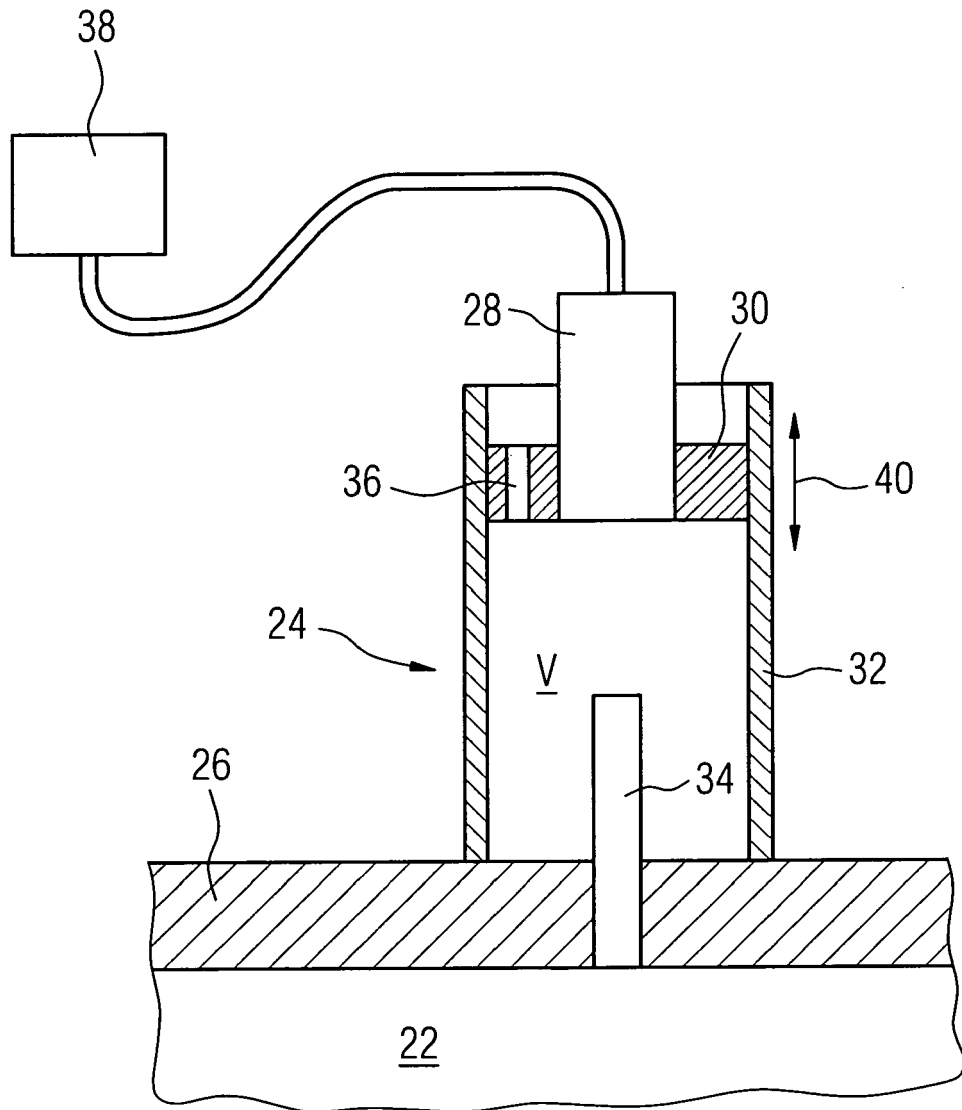


FIG 2





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X Y	US 2004/173175 A1 (KOSTUN JOHN D [US] ET AL) 9. September 2004 (2004-09-09) * Seite 1, Absatz 18 - Seite 2, Absatz 21 * * Seite 2, Absatz 24 - Absatz 27 * * Abbildungen 1,2 *	1-6,9, 11,16,17 10,12,14	INV. F23R3/00 F23M13/00 F01N1/02
Y	EP 1 158 247 A2 (ALSTOM POWER NV [NL] ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 28. November 2001 (2001-11-28) * Spalte 3, Zeile 51 - Spalte 4, Zeile 28 * * Spalte 5, Zeile 12 - Zeile 32 * * Spalte 5, Zeile 54 - Spalte 6, Zeile 55 * * Ansprüche 1,6; Abbildung 1 *	12,14	
Y A	US 6 464 489 B1 (GUTMARK EPHRAIM [US] ET AL) 15. Oktober 2002 (2002-10-15) * Spalte 9, Zeile 7 - Zeile 42 * * Abbildungen 6,7 * * Spalte 7, Zeile 5 - Spalte 8, Zeile 40 * * Spalte 9, Zeile 7 - Zeile 42 * * Abbildungen 6,7 *	10 13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F23R F23M F01N
A	US 5 894 823 A (LEE SANG HWEU [KR]) 20. April 1999 (1999-04-20) * Spalte 2, Zeile 44 - Spalte 3, Zeile 4 * * Abbildung 1 *	1,12,16	
A	US 2003/211432 A1 (GUTMARK EPHRAIM J [US] ET AL) 13. November 2003 (2003-11-13) * Seite 1, Absatz 16 - Seite 2, Absatz 17; Abbildung 1 *	1,12,16	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Oktober 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 (P/4C03)

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

EP 07 00 9448

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.

17-10-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004173175 A1	09-09-2004	DE 102004007717 A1 GB 2399141 A	23-09-2004 08-09-2004
EP 1158247 A2	28-11-2001	DE 10026121 A1 JP 2002129982 A US 2002000343 A1	29-11-2001 09-05-2002 03-01-2002
US 6464489 B1	15-10-2002	KEINE	
US 5894823 A	20-04-1999	KEINE	
US 2003211432 A1	13-11-2003	DE 10213682 A1 EP 1348908 A2	09-10-2003 01-10-2003

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10058688 A1 [0004]