



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 213 538 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.06.2002 Patentblatt 2002/24

(51) Int Cl.7: **F23J 13/06**

(21) Anmeldenummer: **01811076.7**

(22) Anmeldetag: **08.11.2001**

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

(72) Erfinder: **Kudernatsch, Günter**
5312 Döttingen (CH)

(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys**
c/o ABB Schweiz AG
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden (CH)

(30) Priorität: **08.12.2000 CH 20002400**

(71) Anmelder: **ABB Turbo Systems AG**
5400 Baden (CH)

(54) Abgassystem mit Helmholtz-Resonator

(57) Zur Dämpfung der tiefen Frequenzen in einem Abgassystem (10) für Industriegasturbinen mit einer Abgasleitung (12) und einem daran anschliessenden Kamin (14), welche zusammen einen durchgängigen Strömungskanal (16) bilden, wird ein Helmholtz-Resonator (24, 24', 24'', 24a) mittels eines Absorptionsschalldämpfers (36) von der Strömung (S) akustisch transparent abgeschirmt am Strömungskanal (16) angeordnet.

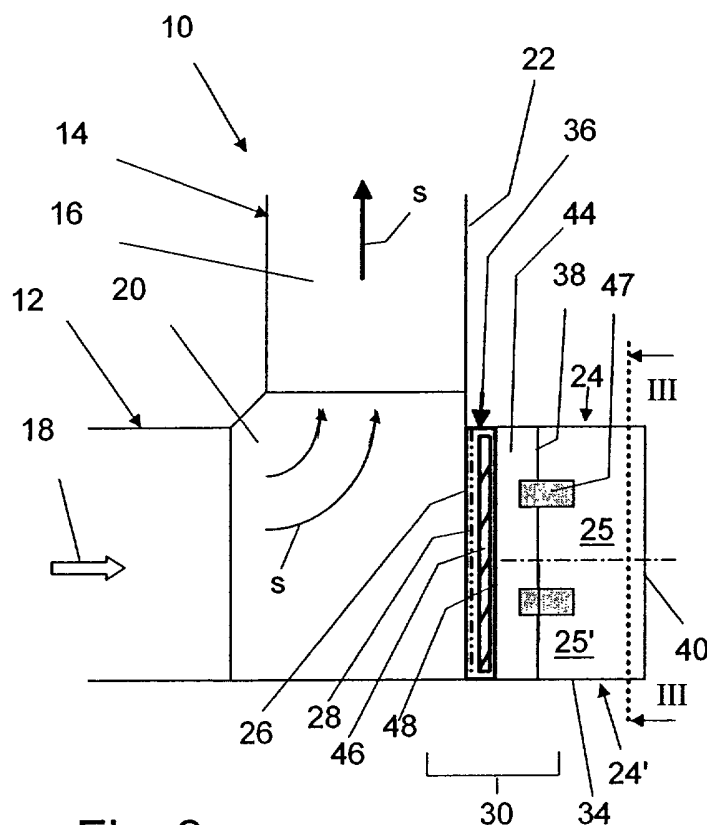


Fig. 2

EP 1 213 538 A2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Abgassystem für Industriegasturbinen mit einer Abgasleitung und einem daran anschliessenden Kamin, gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Siedlungszonen und Anlagen, die mit Gasturbinen betrieben werden, wie beispielsweise Wärmekraftwerke, rücken immer näher zusammen. Um die Lärmbelästigung der Bevölkerung gering zu halten, sind in den letzten Jahren die Grenzwerte für Lärmemissionen immer weiter verschärft worden. Zu den bestehenden Grenzwerten für hohe und mittlere Frequenzen sind vielerorts zusätzliche Grenzwerte für den tieffrequenten Lärm eingeführt worden. Die Lärmemissionen einer Gasturbinenanlage erfolgt vornehmlich über ihr Abgassystem. Die Entstehung des schwer zu beherrschenden tieffrequenten Lärmes hat vielfältige Ursachen und ist unter anderem auf Pulsationen im Brennraum zurückzuführen.

Stand der Technik

[0003] Um die Grenzwerte für tieffrequente Lärmemissionen einhalten zu können, hat man Absorptionsschalldämpfer in das Abgassystem der Gasturbinenanlagen eingebaut, wie dies beispielsweise in der DE-A1-44 19 604 und DE-A1-40 09 072 erwähnt ist. Damit soll der tieffrequente Lärm, an dem Ort an dem seine Abstrahlung in die Umgebung stattfindet, reduziert werden. Während aber Schall im hohen und mittleren Frequenzbereich relativ gut mit Absorptionsschalldämpfern absorbiert werden kann, ist tieffrequenter Lärm schwer zu beherrschen, da konventionelle Schalldämpfer bei tiefen Frequenzen nur eine geringe Schalldämpfung zeigen. Um den tieffrequenten Lärm reduzieren zu können, müssen daher grosse Absorptionsschalldämpfer mit Dämmmatten von bis zu 800mm Dicke in das Abgassystem der Anlagen eingebaut werden. Dies erhöht den Platzbedarf der Abgasanlage, reduziert unter Umständen deren Leistung aufgrund von Druckabfall im System und ist zudem sehr aufwendig in der Montage und Wartung. Das Abgassystem wird dadurch sehr teuer.

Darstellung der Erfindung

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Abgassystem der eingangs genannten Art zu schaffen, in dem tieffrequente Lärmemissionen effizient reduziert werden, ohne dass die Leistung der Anlage wesentlich beeinträchtigt wird und das zudem einfach und wirtschaftlich in Montage und Wartung ist.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Abgassystem mit den Merkmalen des Patentanspruches 1.

[0006] In einem Abgassystem für Industriegasturbi-

nen bilden eine Abgasleitung und ein daran anschliessender Kamin zusammen einen durchgängigen Strömungskanal. In dem Abgassystem ist ein Helmholtz-Resonator akustisch gekoppelt am Strömungskanal angeordnet. Der Helmholtz-Resonator ist genau auf die tiefen Frequenz, die gedämpft werden soll, abgestimmt. Er beansprucht dabei weniger Raum als ein Absorptionsschalldämpfer. Die Montage eines Helmholtz-Resonators ist sehr einfach und seine Dauerhaftigkeit bei grossen Strömungsgeschwindigkeit im Verhältnis zu Absorptionsschalldämpfern viel höher. Ausserdem ist bewirkt der Einsatz von Helmholtz-Resonatoren keine Leistungsminderung der Anlage. Das Abgassystem kann aus diesen Gründen einfacher montiert und gewartet und die gesamte Anlage wirtschaftlicher betrieben werden.

[0007] Wird der Helmholtz-Resonator mit seiner Eintrittsöffnung im Bereich eines Druckmaximums einer akustischen Mode im Abgassystem angeordnet, so ist seine Effizienz am grössten

[0008] Sehr vorteilhaft ist es den Helmholtz-Resonator im Übergangsbereich zwischen Abgaskanal und Kamin anzuordnen, da hier in der Regel kaum Platzprobleme vorhanden sind. Besonders günstig ist es, den Helmholtz-Resonator an der den Abgaskanal in Strömungsrichtung begrenzenden Rückwand des Kamins vorzusehen, da dies eine besonders einfache Montage erlaubt.

[0009] Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dimensionen des Abgaskanals und des Kamins so gewählt sind, dass ein Druckmaximum der akustischen Mode im Übergangsbereich zwischen Abgaskanal und Kamin auftritt. Auf diese Weise kann der Helmholtz-Resonator, wie oben beschrieben, sehr einfach montiert werden und ist noch dazu äusserst effizient.

[0010] Eine Hitzeisolierung des Helmholtz-Resonators gegen aussen gewährleistet eine etwa konstante Temperatur des Helmholtz-Resonators und damit eine Frequenzstabilität seiner Absorptionseigenschaften.

[0011] Weist der Helmholtz-Resonator einen Hals aufweist, der in seiner Länge und/oder seinem Querschnitt verstellbar ist so kann der Helmholtz-Resonator besser auf die zu absorbierenden Frequenzen eingestellt werden.

[0012] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Helmholtz-Resonator ein verstellbares Volumen auf. Auch dies verschafft eine einfachen Anpassungsmöglichkeit an die zu absorbierenden Frequenzen. Sehr einfach lässt sich das verstellbare Volumen realisieren, indem man mittels eines verschiebbaren Bodens die Höhe der Seitenwände verstellbar gestaltet.

[0013] Ist die Temperatur des Helmholtz-Resonators einstellbar, so kann er besonders einfach an die zu absorbierende Frequenz angepasst werden. Einfach lässt sich die Einstellbarkeit der Temperatur beispielsweise durch das Anbringen von Heizelementen an den Ausenwänden des Helmholtz-Resonator realisieren. Eine

andere kostengünstige Möglichkeit besteht darin, den Helmholtz-Resonator umströmbar zu gestalten, so dass zur Temperaturregulierung entweder heisse Abgase aus dem Abgassystem abgezweigt und um die Aussenwände des Helmholtz-Resonators geleitet werden oder derselbe mit kalter Luft umströmt wird.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Helmholtz-Resonator akustisch transparent von der Strömung im Strömungskanal abgeschirmt ist. Dies erlaubt eine bessere Schallabsorption des Helmholtz-Resonators. Sehr einfach und zweckdienlich lässt sich eine solche Abschirmung durch einen zwischen der Eintrittsöffnung des Helmholtz-Resonators und der Strömung angeordneten Absorptionsschalldämpfer realisieren.

[0015] Besonders vorteilhaft ist es einen Absorptionsschalldämpfer zu verwenden, der ungefähr den folgenden Aufbau hat: Eine erste Lochabdeckung ist Teil einer den Strömungskanal begrenzenden Wand. An diese erste Lochabdeckung schliesst ein auf der dem Strömungskanal abgewandten Seite der Lochabdeckung angeordnetes strömungsresistentes Gewebe und eine Schicht Dämpfungsmaterial an. Dieser folgt auf der dem Strömungskanal abgewandten Seite eine zweite Lochabdeckung. Seitlich wird der Absorptionsschalldämpfer von Seitenwänden umfasst. Ein solcher Absorptionsschalldämpfer weist angrenzend an einen Strömungskanal mit hohen Strömungsgeschwindigkeiten eine gute Belastbarkeit auf.

[0016] Ist zwischen dem Absorptionsschalldämpfer und der Eintrittsöffnung des Helmholtz-Resonators ein Hohlraum angeordnet ist, so wirkt sich dies positiv auf das Schwingverhalten des Helmholtz-Resonators und damit auf seine Absorptionsfähigkeit aus.

[0017] Sehr vorteilhaft ist es, mehrere Helmholtz-Resonatoren in dem Abgassystem vorzusehen. Diese können dann an verschiedenen Orten im Abgassystem angeordnet sein, z.B. jeweils dort wo Maxima der Schallmoden auftreten. Sie können auch auf unterschiedliche, tiefe Frequenzen abgestimmt sein und so zu einer noch wirksameren Reduzierung des tieffrequenten Lärms beitragen. Dazu können sie an unterschiedlichen Orten des Abgassystems oder auch dicht beieinander angeordnet sein. Um eine gute Schallabsorption zu gewährleisten sollten die Helmholtz-Resonatoren aber gasdicht voneinander getrennt sein.

[0018] Weitere bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand weiterer abhängiger Patentansprüche.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0019] Im folgenden wird der Erfindungsgegenstand anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen, welche in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt sind, näher erläutert. Es zeigen rein schematisch:

Fig. 1 ein erfindungsgemässes Abgassystem mit Helmholtz-Resonator;

Fig. 2 in einem schematischen Schnitt entlang der Längsachse des Strömungskanals einen Teil eines erfindungsgemässen Abgassystems mit nebeneinander angeordneten Helmholtz-Resonatoren;

Fig. 3 eine Ansicht der nebeneinander angeordneten Helmholtz-Resonator aus Fig. 2 gemäss dem Schnitt III-III in Fig. 2; und

Fig. 4 in einem schematischen Schnitt einen Helmholtz-Resonator mit Längenverstellbarem Hals und verstellbarem Volumen.

[0020] Die in den Zeichnungen verwendeten Bezugszeichen und deren Bedeutung sind in der Bezugszeichenliste zusammengefasst aufgelistet. Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die beschriebenen Ausführungsformen stehen beispielhaft für den Erfindungsgegenstand und haben keine beschränkende Wirkung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0021] Figur 1 zeigt die Skizze eines Abgassystems 10 für eine Gasturbinenanlage (nicht dargestellt) mit einem Abgaskanal 12 und einem Kamin 14. Abgaskanal 12 und Kamin 14 bilden zusammen einen Strömungskanal 16. Die Strömungsrichtung des Abgases 18 im Strömungskanal 16 ist durch Pfeile S gekennzeichnet. In einem Übergangsbereich 20 zwischen Abgaskanal 12 und Kamin 14 ist der Abgaskanal 12 durch eine Rückwand 22 des Kamins 14 in seiner Strömungsrichtung S begrenzt. Im Übergangsbereich 20 ist an der Rückwand 22 des Kamins 14 ein Helmholtz-Resonator 24 angeordnet. Der Helmholtz-Resonator 24 ist durch eine Lochabdeckung 26, die einen Teil der Rückwand 22 des Kamins 14 bildet, und durch ein vom Strömungskanal 16 aus gesehen hinter der Lochabdeckung 26 angeordnetes, akustisch transparentes Gewebe 28 von der Strömung im Strömungskanal 16 abgeschirmt.

[0022] Der Abgaskanal 12 und der Kamin 14 sind so dimensioniert, dass ein Druckmaximum einer Schallmode im Übergangsbereich 20 bzw. im Eintrittsbereich 30 des Helmholtz-Resonators 24 liegt. Der Helmholtz-Resonator 24 ist gegen aussen wärmeisoliert, so dass er während des Betriebes eine etwa konstante Temperatur annimmt. Zusätzlich zu dem Helmholtz-Resonator 24 sind in dem Abgassystem 10 in bekannter Art und Weise Absorptionsschalldämpfer 32 angeordnet, um Schall im Bereich der hohen und mittleren Frequenzen zu absorbieren.

[0023] Wie durch gestrichelte Linien in Fig. 1 angedeutet, ist es möglich den Helmholtz-Resonator 24 auch an anderen Orten des Abgassystems 10 oder auch mehrere Helmholtz-Resonatoren 24, 24', 24'', ... an verschiedenen Orten des Abgassystems 10 anzuordnen. Um einen guten Wirkungsgrad bei der Schallabsorption

zu erreichen, sollten der oder die Helmholtz-Resonatoren 24, 24', 24'', ... im Abgassystem 10 dort angeordnet sein, wo ein Druckmaximum einer Schallmode liegt.

[0024] In den Fig. 2 und 3 ist in verschiedenen Ansichten ein Teil eines Abgassystems 10 gezeigt, bei dem im Übergangsbereich 20 zwischen Abgaskanal 12 und Kamin 14 an der Rückwand 22 des Kamins 14 drei Helmholtz-Resonatoren 24, 24', 24'' nebeneinander angeordnet sind. Der Abgaskanal 12 und der Kamin 14 sind in ihren Dimensionen wiederum so ausgelegt, dass das Druckmaximum einer Schallmode im Übergangsbereich 20 bzw. im Eintrittsbereich 30 der Helmholtz-Resonatoren 24, 24', 24'' liegt. Die drei Helmholtz-Resonatoren 24, 24', 24'' sind in einem zylindrischen Hohlkörper 34 ausgebildet. Gegen den Strömungskanal 16 ist der Hohlzylinder 34 durch einen vorgeschalteten Absorptionsschalldämpfer 36, abgeschirmt.

[0025] Beabstandet zu diesem Absorptionsschalldämpfer 36 ist im Hohlzylinder 34 eine Zwischenwand 38 angeordnet, die zusammen mit dem Absorptionsschalldämpfer 36 einen Zwischenraum 44 einschliesst. Auf der der Zwischenwand 38 gegenüberliegenden Seite ist der Hohlzylinder 34 durch einen Boden 40 gegen aussen gasdicht abgeschlossen. Der gesamte Hohlzylinder 34 und auch der Boden 40 sind gegen aussen wärmeisoliert, so dass der Hohlzylinder 34 im Betrieb etwa die Temperatur annimmt, die im Strömungskanal 16 herrscht.

[0026] Der Absorptionsschalldämpfer 36 hat im wesentlichen den üblichen Aufbau: Gegen den Strömungskanal 16 ist der Absorptionsschalldämpfer 36 durch eine Lochabdeckung 26, das einen Teil der Rückwand 22 des Kamins 14 bildet abgegrenzt. Die Lochabdeckung 26 ist hinterlegt mit einem strömungsresistenten und verschleissfesten Gewebe 28, das aber akustisch transparent ist, wie beispielsweise ein Metallgewebe. Auf das Gewebe 28 folgt im Schichtaufbau eine Schicht Dämpfungsmaterial 46, die angepasst an den zu absorbierenden Frequenzbereich ein- oder mehrlagig aufgebaut sein kann. Das Material und die Dicke des Dämpfungsmaterials 46 bestimmen sich je nach Anforderung. Abschliessend gegen den Zwischenraum 44 hin ist eine weitere Lochabdeckung 48 angeordnet. Der Mantel des Hohlzylinders 34 bildet zugleich die Seitenwände für den Absorptionsschalldämpfer 36.

[0027] Der zwischen der Zwischenwand 38 und dem Boden 40 verbleibende Hohlraum des Hohlzylinders 34 ist mit Hilfe von Wänden 42 in drei Sektoren unterteilt, welche die Volumen 25, 25', 25'' der drei Helmholtz-Resonatoren 24, 24', 24'' bilden. Die Wände 42 schliessen die Helmholtz-Resonatoren 24, 24', 24'' gasdicht gegeneinander ab. Jeder Helmholtz-Resonator 24, 24', 24'' ist durch einen rohrförmigen Hals 47, der durch die Zwischenwand 38 geführt ist, akustisch mit dem zwischen dem vorgeschalteten Absorptionsschalldämpfer 36 und der Zwischenwand 38 liegenden Zwischenraum 44 verbunden. Tieffrequenter Schall der vom Absorptionsschalldämpfer 36 nicht absorbiert wird, wird in den

Zwischenraum 44 und weiter in die drei Helmholtz-Resonatoren 24, 24', 24'' geleitet. Die hier gezeigte Anzahl und Form der Helmholtz-Resonatoren 24, 24', 24'' kann nach Bedarf geändert werden. Es können also ein Helmholtz-Resonator 24, zwei, drei, vier oder auch mehr Resonatoren 24, 24', 24'', ... nebeneinander angeordnet sein. Auch die Form kann beliebig variieren. Es können mehrerer Zylinder nebeneinander angeordnet sein statt der Zylindersektoren oder aber auch beliebige Polygonformen. Zusätzlich können auch an anderen Orten des Abgassystems 10 ein oder mehrere Helmholtz-Resonatoren 24, 24', 24'', ... nebeneinander angeordnet sein.

[0028] In einer besonderen Ausführungsform sind die drei Helmholtz-Resonatoren 24, 24', 24'' mit Hilfe von in Länge und/oder im Querschnitt anpassbaren Halsen 47 sowie mit Hilfe eines verstellbaren Volumens 25, 25', 25'' auf leicht unterschiedliche, tiefe Frequenzen eingestellt, die sich vorzugsweise auch von der Frequenz, welche im Zwischenraum 44 gedämpft wird, unterscheiden. Auf diese Weise kann der tieffrequente Lärm mit hohem Wirkungsgrad reduziert werden.

[0029] In Fig. 4 ist das Prinzip eines anpassbaren Helmholtz-Resonators 24a im Schnitt gezeigt. Wie aus Fig. 4 erkennbar, weist der Hals 47a zwei ineinander gesteckte Rohre 50, 52 auf. Es können aber auch beliebige andere Querschnittsformen gewählt werden. Das äussere Rohr 50 mit dem grösseren Durchmesser ist fest in der Zwischenwand 30 verankert. Es kann beispielsweise mit der Zwischenwand 30 verschweisst sein. Das äussere Rohr 50 weist auf seiner Innenseite, in seinen beiden Endbereichen jeweils auf Kreisscheiben liegende, sich radial nach innen erstreckende Vorsprünge 54 auf. Zwischen den Vorsprüngen 54 ist eine Dichtung 56 angeordnet, die das innere Rohr 52 mit dem etwas kleineren Durchmesser gasdicht umfasst. Das innere Rohr 52 ist im äusseren Rohr 50 konzentrisch und gegen den Widerstand der Dichtung 56 verschiebbar gelagert. Das innere Rohr 52 weist radial gegen aussen umgebogene Enden 53 auf, die mit den Vorsprüngen 54 in Anschlag gebracht, verhindern, dass das innere Rohr 52 zu weit aus dem äusseren Rohr 50 herausziehbar ist. Durch verschieben des inneren Rohres 52 im äusseren Rohr 50 ist der Hals 47a des Helmholtz-Resonators 24a in seiner Länge verschiebbar. Eine Verstellbarkeit des Halsdurchmessers kann beispielsweise dadurch errichtet werden, dass der Hals mit einem polygonen Querschnitt ausgebildet ist und die Seitenwände des Polygons mittels Gelenken gegeneinander bewegbar sind.

[0030] Das Volumen 25a des Helmholtz-Resonators 24a ist mit Hilfe von in ihrer Höhe verstellbaren Seitenwänden 58 einstellbar. Die Höhe der Seitenwände 58 ist mit Hilfe eines verschiebbaren Bodens 60 veränderbar. Der verschiebbare Boden 60 ist topfförmig ausgebildet und umfasst eine Bodenplatte 62 und von dieser etwa senkrecht abstehende Bodenwände 64, welche die Seitenwände 58 des Helmholtz-Resonators 24a

seitlich umgreifen. An Ihrem der Bodenplatte 62 entgegengesetzten Ende 66 sind die Bodenwände 64 radial nach innen umgebogen. Beabstandet von den umgebogenen Enden 66 ist an den Bodenwänden 64 ein sich radial nach innen erstreckender Kragen 68 vorgesehen. Zwischen dem Kragen 68 und den umgebogenen Enden 66 der Bodenwände 64 ist eine Bodendichtung 70 angeordnet, die die Seitenwände 58 des Helmholtz-Resonators 24a gasdicht umfasst. Die Seitenwände 58 weisen auf ihrer dem Boden 60 zugewandten Seite radial nach aussen umgebogene Ränder 72 auf, die mit dem Kragen 68 in Anschlag bringbar sind, und so verhindern, dass der Boden von den Seitenwänden 58 des Helmholtz-Resonators 24a abziehbar ist. Das Volumen 25a des Helmholtz-Resonators 24a ist damit im Rahmen der Verschiebung des Bodens 60 vom Anschlag der Bodenplatte 62 an die Ränder 72 der Seitenwände 58 bis zu Anschlag der Ränder 72 der Seitenwände 58 mit dem Kragen 68 der Bodenwände 64 verstellbar. Somit kann der Helmholtz-Resonator 24a durch den verstellbaren Hals 47a und das verstellbare Volumen 25a sehr genau auf die zu dämpfende Frequenz eingestellt werden.

[0031] Der Abstand der beiden Rohre 54, 56 sowie der Bodenwände 64 und der Seitenwände 58 des Helmholtz-Resonators 24a sind in Fig. 4 zwecks grösserer Anschaulichkeit übertrieben gross dargestellt.

Bezugszeichenliste

[0032]

10	Abgassystems
12	Abgaskanal
14	Kamin
16	Strömungskanal
18	Abgas
20	Übergangsbereich
22	Rückwand
24, 24', 24"	Helmholtz-Resonator
25, 25', 25"	Volumen
26	Lochabdeckung
28	Gewebe
30	Eintrittsbereich
32	Absorptionsschalldämpfer
34	Hohlzylinder
36	vorgeschaalteter Absorptionsschalldämpfer
38	Zwischenwand
40	Boden
42	Wände
44	Zwischenraum
46	Dämpfungsmaterial
48	weitere Lochabdeckung
50	Rohr aussen
52	Rohr innen
54	Vorsprung
56	Dichtung

58	Seitenwände
60	verschiebbarer Boden
62	Bodenplatte
64	Bodenwände
5 66	umgebogene Enden
68	Kragen
70	Bodendichtung
72	umgebogene Ränder

10

Patentansprüche

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1. Abgassystem für Industriegasturbinen mit einer Abgasleitung (12) und einem daran anschliessenden Kamin (14), welche zusammen einen durchgängigen Strömungskanal (16) bilden, und mit einer Einrichtung zur Lärminderung, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Dämpfung der tiefen Frequenzen des Lärms ein Helmholtz-Resonator (24, 24', 24", 24a) vorgesehen ist, der mit seinem Eintrittsbereich (30) im Bereich eines Druckmaximums einer akustischen Mode angeordnet ist.
2. Abgassystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dimensionen des Abgaskanals (12) und des Kamins (14) so gewählt sind, dass das Druckmaximum der akustischen Mode im Übergangsbereich (20) zwischen Abgaskanal (12) und Kamin (14) auftritt.
3. Abgassystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Helmholtz-Resonator (24, 24', 24", 24a) im Übergangsbereich (20) zwischen Abgaskanal (12) und Kamin (14) angeordnet ist, und zwar vorzugsweise an der den Abgaskanal (12) in Strömungsrichtung (s) begrenzenden Rückwand (22) des Kamins (14).
4. Abgassystem nach einem der vorgängigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Helmholtz-Resonator (24, 24', 24", 24a) gegen aussen hitzeisoliert ist.
5. Abgassystem nach einem der vorgängigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Helmholtz-Resonator (24, 24', 24", 24a) einen Hals (47, 47a) aufweist, der in seiner Länge und/oder seinem Querschnitt verstellbar ist und/oder dass der Helmholtz-Resonator (24, 24', 24", 24a) ein Volumen (25, 25', 25", 25a) aufweist, das verstellbar ist, und zwar vorzugsweise indem die Höhe seiner Seitenwände (58) mittels eines verschiebbaren Bodens (40, 60) verstellbar ist.
6. Abgassystem nach einem der vorgängigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur des Helmholtz-Resonators (24) einstellbar ist.

7. Abgassystem nach einem der vorgängigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Eintrittsbereich (30) des Helmholtz-Resonators (24, 24', 24'', 24a) akustisch transparent von der Strömung im Strömungskanal (16) abgeschirmt ist, und zwar vorzugsweise mittels eines zwischen dem Hals (47, 47a) des Helmholtz-Resonators (24, 24', 24'', 24a) und der Strömung (S) angeordneten Absorptionsschalldämpfers (36). 5
- 10
8. Abgassystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Absorptionsschalldämpfer (36) eine erste Lochabdeckung (26) aufweist, die vorzugsweise einen Teil einer den Strömungskanal (16) begrenzenden Wand (22) bildet, und dass er ein auf der dem Strömungskanal (16) abgewandten Seite der Lochabdeckung (26) angeordnetes, strömungsresistentes Gewebe (28), eine dem Gewebe (28) benachbarte Schicht Dämpfungsmaterial (46) und ein der ersten Lochabdeckung (26) gegenüberliegende zweite Lochabdeckung (48) sowie Seitenwände umfasst. 15
- 20
9. Abgassystem nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Absorptionsschalldämpfer (36) und dem Hals (47, 47a) des Helmholtz-Resonators (24, 24', 24'', 24a) ein Zwischenraum (44) angeordnet ist. 25
- 30
10. Abgassystem nach einem der vorgängigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Helmholtz-Resonatoren (24, 24', 24'', 24a) vorgesehen sind, die vorzugsweise auf unterschiedliche Frequenzen bzw. Moden abgestimmt sind. 35
- 40
11. Abgassystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Helmholtz-Resonatoren (24, 24', 24'', 24a) gasdicht voneinander getrennt sind. 45
- 50
- 55

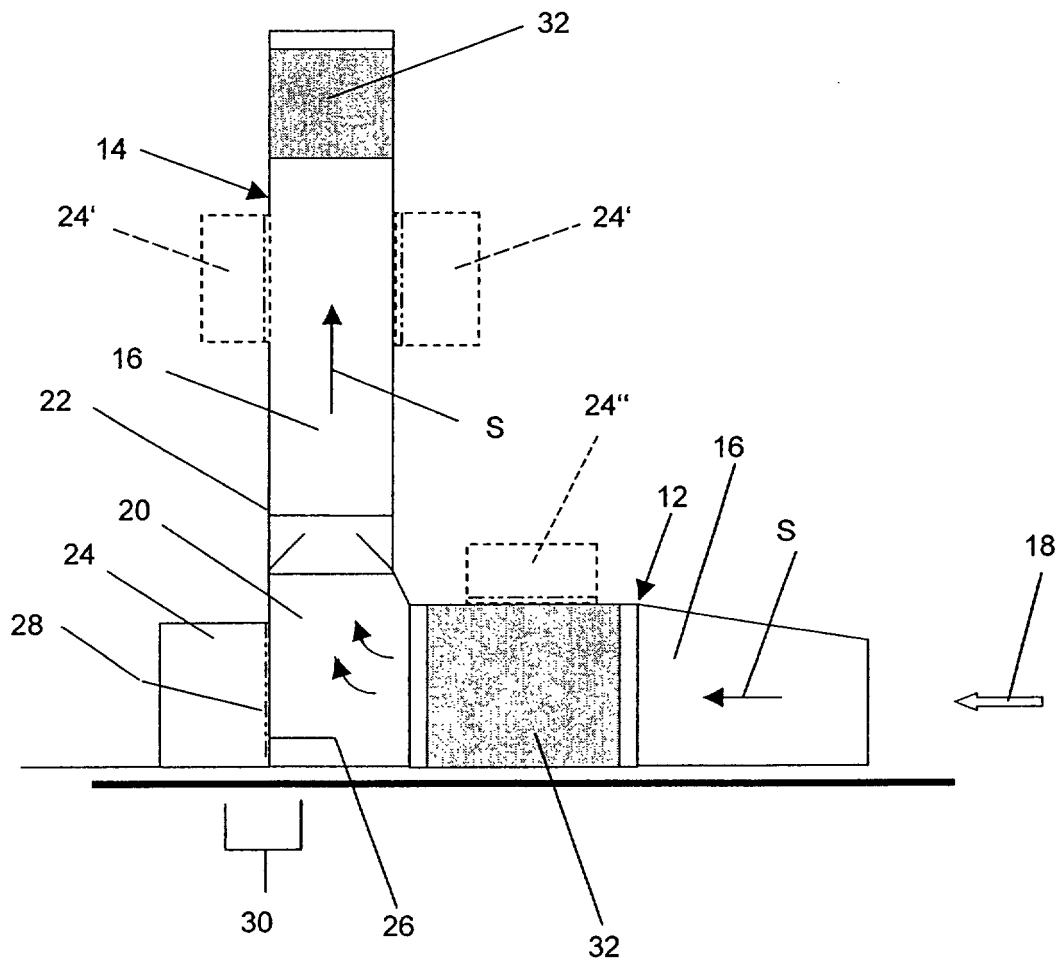


Fig.1

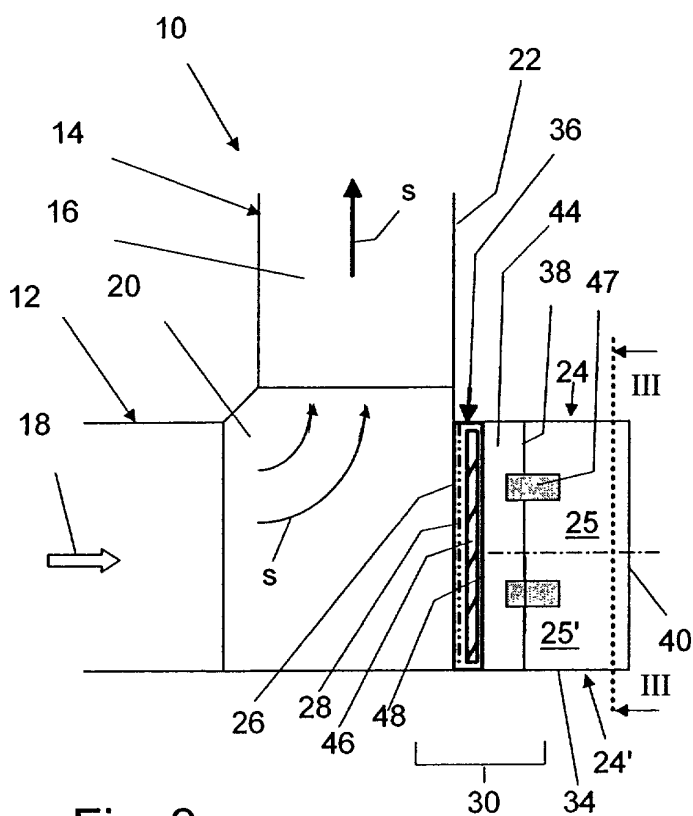


Fig. 2

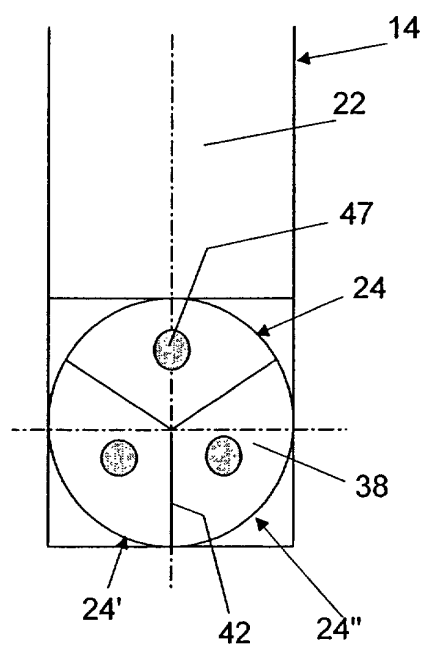


Fig. 3

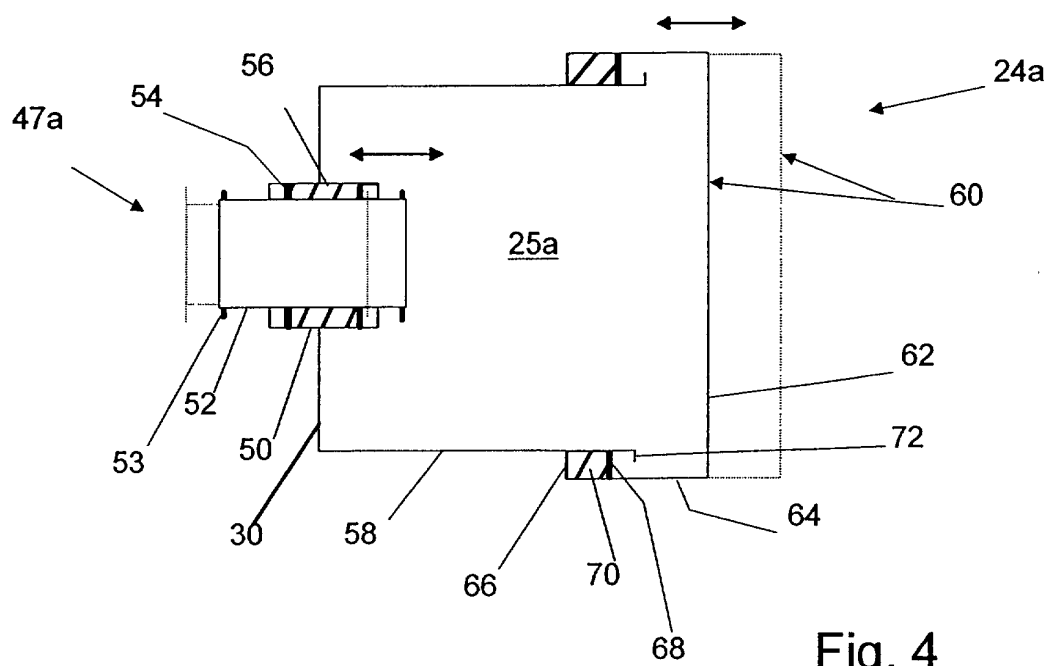


Fig. 4