



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 990 851 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.04.2000 Patentblatt 2000/14

(51) Int. Cl.⁷: **F23R 3/10, F23M 13/00**

(21) Anmeldenummer: **98810983.1**

(22) Anmeldetag: **30.09.1998**

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

(71) Anmelder: **Asea Brown Boveri AG**
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
Keller, Jakob, Prof. Dr.
5610 Wohlen (CH)

(54) **Brennkammer für eine Gasturbine**

(57) Bei einer Brennkammer für eine Gasturbine, wird Schallabsorption in einem breiten Frequenzbereich bei gleichzeitiger Kühlung der Anordnung und geringem Platzbedarf dadurch bewirkt, dass zumindest in einem Teilbereich der Innenwände (12,17) die Innenwand (17) aus wenigstens zwei, im wesentlichen parallel zueinander angeordneten Lochplatten (24,17a) gebildet wird,

und dass die Abstände zwischen den Lochplatten (24,17a) und die geometrischen Abmessungen der Öffnungen (27a) so gewählt sind, dass eine Mehrzahl von untereinander verbundenen Helmholtzresonatoren gebildet wird, und dass zusätzlich weitere Mittel vorhanden sind, welche schallabsorbierend wirken.

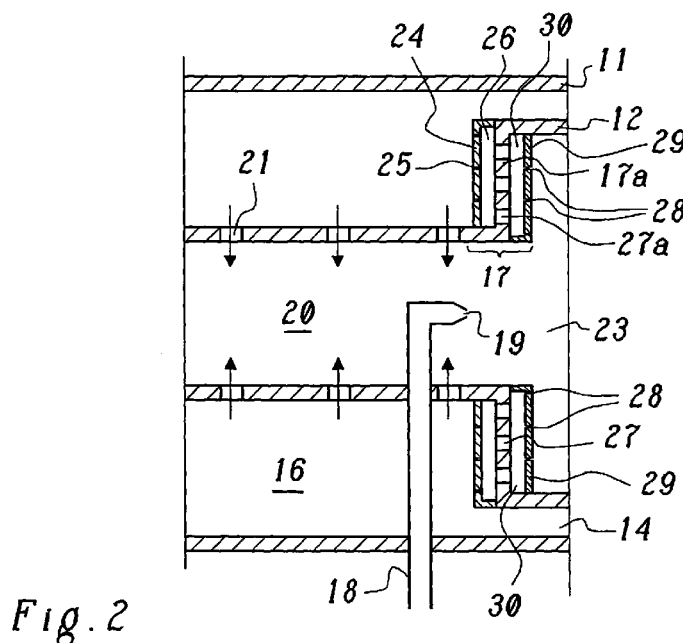


Fig. 2

EP 0 990 851 A1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

5 **[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Gasturbinen. Sie betrifft eine Brennkammer für eine Gasturbine, in welcher Brennkammer die heissen Verbrennungsgase einer Verbrennungszone durch Innenwände umschlossen werden, welche durch Kühlluft, welche durch ausserhalb der Innenwände durch von einer Aussenwand der Brennkammer und den Innenwänden gebildete Kühlluftkanäle herangeführt wird, gekühlt werden.

[0002] Eine solche Brennkammer ist in Form einer Sekundärbrennkammer z.B. aus der Druckschrift EP-A1 0 669 10 500 der Anmelderin bekannt.

STAND DER TECHNIK

[0003] In den Brennkammern, insbesondere den Sekundärbrennkammern, herkömmlicher Gasturbinen kann es im Betrieb unter bestimmten Bedingungen zu Druckschwingungen bzw. akustischen Schwingungen kommen, die frequenzmässig im Bereich von mehreren kHz, z.B. im Bereich von 2-6 kHz liegen. Derartige Schwingungen erweisen sich als störend für den Betrieb und sind daher unerwünscht. Eine Möglichkeit zur Dämpfung oder Unterdrückung derartiger Schwingungen besteht darin, strömungstechnische Mittel in der Brennkammer vorzusehen, welche die Strömung der heissen Gase dahingehend beeinflussen, dass die akustischen Schwingungen nicht oder nur in geringem Masse angeregt werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, an der Brennkammer sogenannte Helmholtzresonatoren anzubringen, die als Dämpfungselemente an die Schwingungen ankoppeln und die Schwingungen dämpfen oder vollständig zum Verschwinden bringen.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Beispiele für den Einsatz von Helmholtzresonatoren bekannt. In der Druckschrift US-A 5,373,695 wird eine Ringbrennkammer für eine Gasturbine beschrieben, bei welcher an der Stirnseite neben den Brennern einzelne, mit Kühlluft gespülte Helmholtzresonatoren angeordnet sind, die jeweils ein aussenliegendes Dämpfungsvolumen umfassen, das über ein Dämpfungsrohr mit der Brennkammer in Verbindung steht und zur Verhinderung einer hitzebedingten frequenzmässigen Verstimmung über ein dünnes Versorgungsrohr von aussen mit Kühlluft beaufschlagt wird.

[0005] In der Druckschrift US-A 5,644,918 wird eine Gasturbinen-Brennkammer beschrieben, bei der innerhalb des die Brennkammer umgebenden Kühlluft führenden Doppelmantels und an der Stirnseite der Brennkammer im Bereich der Brenner durch Einziehen zusätzlicher Trennwände Helmholtzresonatoren 48 und 56 gebildet werden, die über Verengungen 50 bzw. 58 mit der Brennkammer in Verbindung stehen, im übrigen aber vollkommen abgeschlossen sind, so dass ein Durchfluss von Kühlluft durch die Resonatorräume nicht stattfindet.

[0006] Eine andere Lösung, die sich speziell auf eine Sekundärbrennkammer bezieht, ist in der Druckschrift US-A 5, 431,018 dargestellt. Ein mit Kühlluft gespülter Helmholtzresonator umgibt hier konzentrisch die radial in die Brennkammer einmündende Brennstoffleitung, durch welche der Brennstoff für die Nachverbrennung in die Brennkammer eingedüst wird.

[0007] Die bekannten, mit Helmholtzresonatoren arbeitenden Lösungen sind aufwendig in der Konstruktion, lassen sich bei vorhandenen Gasturbinen nur schwer nachrüsten, nehmen, wenn sie in einer Mehrzahl eingesetzt werden, erheblichen Platz ein, und sind nicht kompatibel mit Kühlkonzepten, bei denen die Innenwand der Brennkammer durch von aussen herangeführte Kühlluft gekühlt wird. Zusätzlich weisen Lösungen mit Verwendung von Helmholtzresonatoren meist den Nachteil auf, dass ihr Schallabsorptionsprofil im Frequenzbereich ziemlich schmalbandig ist, und nicht annäherungsweise den oben genannten und typischerweise relevanten Bereich von 2-6 kHz abzudecken vermag. Wohl können die Resonatoren individuell oder in Gruppen unterschiedlich abgestimmt werden, was dann zu einer inhomogenen Verbreiterung des Absorptionsprofils führt, so eine Lösung hat aber inhärent den Nachteil, dass bei einer bestimmten Frequenz weniger Leistung absorbiert werden kann.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

50 **[0008]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine durch eine Kombination von Helmholtzresonatoren und einem schallabsorbierenden Lochblech akustisch bedämpfte Brennkammer für Gasturbinen zu schaffen, welche die Nachteile der bekannten Lösungen vermeidet und sich insbesondere durch einen geringen zusätzlichen Aufwand und Platzbedarf für die integrierten Resonatoren auszeichnet, und zugleich eine effektive Kühlung der Innenwände der Brennkammer erlaubt, und welche ein möglichst breites Schallabsorptionsprofil im Frequenzbereich aufweist.

55 **[0009]** Die Aufgabe wird bei einer Brennkammer der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass zumindest in einem Teilbereich der Innenwände die Innenwand aus wenigstens zwei, im wesentlichen parallel zueinander angeordneten Lochplatten gebildet wird, dass eine erste Lochplatte unmittelbar an die Kühlluftkanäle grenzt und mit einer Mehrzahl von ersten Öffnungen versehen ist, durch welche Kühlluft aus den Kühlluftkanälen in ein hinter der ersten

Lochplatte liegendes erstes Zwischenvolumen strömt, dass hinter der ersten Lochplatte, in Richtung der Verbrennungszone, eine weitere Lochplatte angeordnet ist, welche mit einer Mehrzahl von weiteren Öffnungen versehen ist, dass der Abstand zwischen der ersten Lochplatte und der weiteren Lochplatte und die geometrischen Abmessungen der weiteren Öffnungen und so gewählt sind, dass die Öffnungen zusammen mit zwischen den Lochplatten vorhandenen Zwischenvolumina eine Mehrzahl von untereinander verbundenen Helmholtzresonatoren bilden und als Schalldämpfer für in der Brennkammer entstehende akustische Schwingungen wirken, und dass zusätzlich weitere Mittel vorhanden sind, welche schallabsorbierend wirken. Der Kern der Erfindung besteht somit darin, dass die Kombination von Helmholtzresonatoren mit weiteren schallabsorbierenden Mitteln zu einer breiten Schallabsorptionscharakteristik bei geringem Platzbedarf führt.

[0010] Ein erste bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass zumindest in einem Teilbereich der Innenwände die Innenwand aus drei, im wesentlichen parallel zueinander angeordneten Lochplatten gebildet wird, dass eine erste Lochplatte unmittelbar an die Kühlluftkanäle grenzt und mit einer Mehrzahl von ersten Öffnungen versehen ist, durch welche Kühlluft aus den Kühlluftkanälen in ein hinter der ersten Lochplatte liegendes erstes Zwischenvolumen strömt, welches auf der den Kühlluftkanälen zugewandten Seite von der ersten Lochplatte und auf der gegenüberliegenden Seite von einer zweiten Lochplatte begrenzt ist, welche zweite Lochplatte mit einer Mehrzahl von zweiten Öffnungen versehen ist, dass auf der dem ersten Zwischenvolumen abgewandten Seite der zweiten Lochplatte eine dritte Lochplatte angeordnet ist, welche mit einer Mehrzahl von dritten Öffnungen versehen ist, und welche an die Verbrennungszone grenzt, und dass wenigstens eine der Lochplatten zusätzlich schallabsorbierend wirkt. Der Kern der Ausführungsform besteht mit anderen Worten darin, dass eine der drei Lochplatten durch entsprechende Lochgestaltung, bzw. durch entsprechendes Kontraktionsverhältnis, eine möglichst reflexionsfreie Schalltransmission aufweist, und dass die Kombination und die geometrische Ausgestaltung von zwei weiteren Lochplatten eine Mehrzahl von miteinander verbundenen Helmholtzresonatoren schafft, die eine Phasendrehung bewirken. Ausserdem wird das ganze Absorptionssystem von Kühlluft durchspült, so dass die Resonatoren thermisch und frequenzmässig stabilisiert werden. Der zusätzliche Aufwand zur Schaffung des Absorptionssystems besteht dabei - wenn bei vorhandener Effusionskühlung die grossen Öffnungen in der Innenwand bereits vorhanden sind - lediglich aus dem Anbringen zwei weiterer Lochplatten.

[0011] Eine zweite bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Brennkammer ist dadurch gekennzeichnet, dass das Kontraktionsverhältnis, definiert als das Verhältnis zwischen der Fläche der Öffnung und der in Richtung der Verbrennungszone davor liegenden Fläche, für die zweiten oder die dritten Öffnungen im wesentlichen gleich ist wie die grösste, im Verbrennungsraum auftretende, Machzahl, welche definiert ist als das Verhältnis der Quellengeschwindigkeit und der Schallgeschwindigkeit, und dass die mit solchen Öffnungen versehene Lochplatte schallabsorbierend wirkt. Auf diese Weise wird entweder die zweite oder die dritte Lochplatte zur schallabsorbierenden Platte, indem durch die Lochwahl eine frequenzunabhängige, echofreie Transmission eingestellt wird.

[0012] Eine zweite bevorzugte Ausführungsform der Brennkammer nach der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der Abstand zwischen der ersten Lochplatte und der zweiten Lochplatte und die geometrischen Abmessungen der zweiten Öffnungen derart gewählt werden, dass die zweiten Öffnungen in Kombination mit dem zwischen der ersten und der zweiten Lochplatte angeordneten ersten Zwischenraum Helmholtzresonatoren ergeben, deren Resonanzfrequenz im wesentlichen im Bereich der im Verbrennungsraum auftretenden akustischen Schwingungen liegt, und dass weiterhin bevorzugt die dritte Lochplatte schallabsorbierend ausgestaltet ist. So führt die dritte Lochplatte zu einer echofreien Transmission des Schalls und die in Schallausbreitungsrichtung dahinterliegenden Helmholtzresonatoren schieben dessen Phase.

[0013] Für übliche Frequenzwerte der Brennkammerschwingungen im Bereich von 2-6 kHz weist die zweite Lochplatte eine Dicke im Bereich von 0.1 bis 1 cm, insbesondere bevorzugt von 0.6 cm auf, das Flächenverhältnis der akustisch relevanten Teilflächen des ersten Zwischenvolumens und der Flächen der zweiten Öffnungen liegen im Bereich von 5 bis 10, insbesondere bevorzugt von 8, der Abstand der ersten von der zweiten Lochplatte beträgt 0.1 bis 1 cm, insbesondere bevorzugt 0.6 cm, das Produkt aus Kontraktionsverhältnis der dritten Öffnungen und grösster Machzahl liegt im Bereich von 1 bis 0.5, und das Flächenverhältnis der akustisch relevanten Teilflächen im Verbrennungsraum und der akustisch relevanten Teilflächen des ersten Zwischenvolumens liegt in einem Bereich von 1 bis 2.

[0014] Eine andere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Brennkammer ist dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zwischen der ersten Lochplatte und der dritten Lochplatte und die geometrischen Abmessungen der dritten Öffnungen derart gewählt werden, dass die dritten Öffnungen in Kombination mit dem zwischen der ersten und der dritten Lochplatte angeordneten Zwischenraum Helmholtzresonatoren ergeben, deren Resonanzfrequenz im wesentlichen im Bereich der im Verbrennungsraum auftretenden akustischen Schwingungen liegt, und dass weiterhin bevorzugt die zweite Lochplatte schallabsorbierend ausgebildet ist. So entsteht eine schallabsorbierende Anordnung, bei welcher die schallabsorbierende Lochplatte im eigentlichen Dämpfungsvolumen der Helmholtzresonatoren angeordnet ist, was sich als platzsparend und dennoch effizient erweist.

[0015] Besonders platzsparend und kühlungstechnisch optimal ohne wesentliche Einbussen in akustischer Hinsicht lässt sich die schallabsorbierende Anordnung ausgestalten, wenn gemäss einer weiteren Ausführungsform die zweite

und die dritte Lochplatte bei gleichmässiger und konzentrischer Anordnung der Löcher in den beiden Lochplatten unmittelbar und ohne Beabstandung aneinandergefügt werden, oder dass die beiden Lochplatten sogar durch eine einzige Lochplatte mit von den beiden Seiten in unterschiedlichem Durchmesser gebohrten Löchern ersetzt werden.

[0016] Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0017] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

- 10 Fig. 1 im vereinfachten Längsschnitt eine Sekundärbrennkammer, wie sie aus dem Stand der Technik, insbesondere der EP-A1 0 669 500, bekannt ist;
- 15 Fig. 2 einen vergrösserten Ausschnitt der Brennkammer nach Fig. 1 im Bereich des stufenartigen Übergangs zwischen Zuströmzone und Verbrennungszone mit einer integrierten Helmholtzresonator-Anordnung und einem extern angeordneten Dämpfungsblech gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- 20 Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Schnittes der Anordnung nach Figur 2;
- Fig. 4 eine vereinfachte kleinste Berechnungseinheit für eine Anordnung gemäss Fig. 2 mit externem Dämpfungsblech;
- 25 Fig. 5 die quadrierten Reflexionskoeffizienten als Funktion der Frequenz in verschiedenen Anordnungen mit externem Dämpfungsblech;
- Fig. 6 einen vergrösserten Ausschnitt der Brennkammer nach Fig. 1 im Bereich des stufenartigen Übergangs zwischen Zuströmzone und Verbrennungszone mit einer integrierten Helmholtzresonator-Anordnung und einem intern angeordneten Dämpfungsblech gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- 30 Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Schnittes der Anordnung nach Figur 6;
- Fig. 8 eine vereinfachte kleinste Berechnungseinheit für eine Anordnung gemäss Fig. 6 mit internem Dämpfungsblech;
- 35 Fig. 9 die quadrierten Reflexionskoeffizienten als Funktion der Frequenz in verschiedenen Anordnungen mit internem Dämpfungsblech; und
- 40 Fig. 10 einen Schnitt durch ein Lochblech, welches das zweite und das dritte Lochblech ersetzt für den Fall eines internen Dämpfungsblechs.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

- 45 **[0018]** In Fig. 1 ist im vereinfachten Längsschnitt eine Sekundärbrennkammer wiedergegeben, die aus der EP-A1 0 669 500, bekannt ist, und die sich bevorzugt zur Verwirklichung der Erfindung eignet. Die Brennkammer 10 umfasst eine Verbrennungszone 23, welche von einer sich in axialer Richtung erstreckenden Innenwand 12 und einer radialen Innenwand 17 begrenzt ist. In die Verbrennungszone 23 treten die heissen Gase einer vorgeschalteten Verbrennungsstufe durch eine Zuströmzone 20 ein und durch einen Heissgasauslass 13 wieder aus. Die Zuströmzone 20 ist durch
- 50 eine Innenwand 15 begrenzt. In die Zuströmzone 20 ragt von der Seite her eine Brennstofflanze 18 hinein, die am vorderen Ende eine Düse 19 zum Eindüsen von Brennstoff aufweist. Die Innenwände 12, 15 und 17 sind von einer sich in axialer Richtung erstreckenden Aussenwand 11 umgeben. Zwischen der Innenwand 12 und der Aussenwand 11 bleibt ein Kühlluftkanal 14 frei, durch welchen Kühlluft entgegen der Strömungsrichtung der heissen Gase in einen zwischen der Innenwand 15 und der Aussenwand 11 gebildeten hinteren Kühlluftkanal 16 strömt. Die Innenwand 12 wird dabei
- 55 von der Kühlluft konvektiv gekühlt. Vom hinteren Kühlluftkanal 16 strömt die Kühlluft durch Öffnungen 21 in der Innenwand 15 in die Zuströmzone 20, und durch weitere Öffnungen 22 in der radialen Innenwand 17 in die Verbrennungszone 23 ein, und bewirkt dabei eine Effusionskühlung.

[0019] An der radialen Innenwand 17, d.h., der stufenartigen Erweiterung zwischen Zuströmzone 20 und Verbren-

nungszone 23 kann nun gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wie es in Fig. 2 dargestellt ist, eine Helmholtzresonator-Anordnung in Kombination mit einer schallabsorbierenden dritten Lochplatte 29 integriert werden, die gleichzeitig eine effektive Kühlung der Anordnung gewährleistet. Auf der Aussenseite der vormals radialen Innenwand 17a wird dazu gemäss Fig. 2 in einem Abstand (L in Fig. 4) eine erste Lochplatte 24 parallel angeordnet, die zusammen mit der eigentlichen radialen Innenwand, welche eine zweite Lochplatte 17a bildet, ein erstes (ringförmiges) Zwischenvolumen 26 einschliesst. Die zweite Lochplatte 17a weist eine Mehrzahl von mehr oder weniger regelmässig verteilten Öffnungen 27a auf, die identisch mit den Öffnungen 22 für die Effusionskühlung in der Brennkammer nach Fig. 1 sein können, aber auch abweichende geometrische Abmessungen haben können. Die als Durchgangsbohrungen mit einer Durchmesser a und einer Länge l (Fig. 4) ausgebildeten Öffnungen 27a wirken jede für sich als Dämpfungsrohr eines Helmholtz-Teilresonators, der aus der jeweiligen Öffnung 27a und dem dahinterliegenden Teilvolumen des ersten Zwischenvolumens 26 gebildet wird. Das erste Zwischenvolumen 26 insgesamt und die Gesamtheit der Öffnungen 27a lassen sich als einzelne Helmholtzresonatoren auffassen, deren einzelne Dämpfungsvolumina untereinander zum ersten Zwischenvolumen 26 verbunden sind.

[0020] Die erste Lochplatte 24 hat neben der Begrenzung des ersten Zwischenvolumens zwei weitere wichtige Aufgaben. Die in der ersten Lochplatte 24 vorgesehenen Öffnungen 25 lassen aus dem hinteren Kühlluftkanal 16 Kühlluft in das erste Zwischenvolumen 26 einströmen. Die einströmende Kühlluft kühlt einerseits die Helmholtzresonator-Anordnung. Dadurch wird die Geometrie und damit die Dämpfungsfrequenz der Anordnung stabil gehalten. Andererseits sind die Öffnungen 25 relativ zu den zweiten Öffnungen 27a versetzt bzw. "auf Lücke" angeordnet. Dadurch trifft die in das erste Zwischenvolumen 26 einströmende Kühlluft auf die den Öffnungen 25 gegenüberliegende Aussenseite der zweiten Lochplatte 17a, was zu einer effektiven Prallkühlung der zweiten Lochplatte 17 führt. Der Durchmesser der Öffnungen 25 ist gegenüber dem Durchmesser a vergleichsweise klein (Fig. 4). Dadurch ist gewährleistet, dass die durchströmende Kühlluft einen ausreichenden Druckabfall erleidet.

[0021] Auf der Innenseite der zweiten Lochplatte 17a wird des weiteren gemäss Fig. 2 in einem Abstand (X in Fig. 4) eine dritte Lochplatte 29 parallel angeordnet, die zusammen mit der zweiten Lochplatte 17a ein zweites (ringförmiges) Zwischenvolumen 30 einschliesst. Die dritte Lochplatte 29 weist eine Mehrzahl von verteilten Öffnungen 28 auf. Diese Öffnungen 28 werden vorzugsweise so gestaltet, dass die dritte Lochplatte 29 den in der Verbrennungszone 23 entstehenden Schall echofrei durchlässt, d.h. dass kein Schall reflektiert wird und somit diese dritte Lochplatte schallabsorbierend wirkt. Das zweite Zwischenvolumen 30 und die dritte Lochplatte werden dabei von der durch das erste Zwischenvolumen und die zweiten Öffnungen 27a strömenden Kühlluft durchflossen und entsprechend gekühlt.

[0022] Figur 3 zeigt schematisch den Aufbau des in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiels der Erfindung nochmals. Der aus der Verbrennungszone 23 ankommende Schall 31 tritt zunächst echofrei durch die Öffnungen 28 der dritten Lochplatte 29 ins zweite Zwischenvolumen 30. Danach trifft der Schall auf die von der ersten 24 und der zweiten 17a Lochplatte mit den Öffnungen 27a gebildeten Helmholtzresonatoren, welche die Phase der Schallwellen schieben. Gleichzeitig strömt durch die Anordnung in Gegenrichtung zum Schall der Kühlluftstrom 22, nachdem er durch die Öffnungen 25 in der ersten Lochplatte 24 ins erste Zwischenvolumen 26 gelangt ist.

[0023] Eine schematische Darstellung der Anordnung, welche sich zur Berechnung ihrer Eigenschaften besonders eignet, ist zusammen mit der Angabe der Dimensionierungen in Figur 4 dargestellt. Die wesentlichen Eigenschaften dieser Aneinanderreihung von Elementen lassen sich einfach durch Berechnung des Transformationsverhaltens der Riemanninvarianten für jedes Element und anschliessendes sequentielles Aneinanderreihen der Transformationen ermitteln. Als in diesem Zusammenhang besonders wichtige Eigenschaft der schallabsorbierenden Lochplatte gilt, dass die Transmission der schallabsorbierenden Lochplatte für Fluss kleiner Machzahlen genau dann echofrei, d.h. reflexionsfrei ist, wenn das Kontraktionsverhältnis, definiert als Verhältnis der Fläche der Blende bzw. der Öffnung b zur Fläche B vor der Blende (b/B) im wesentlichen gleich der grössten in der Kammer auftretenden Machzahl ist.

[0024] Die Resonanzfrequenz der Resonatoranordnung bzw. der Teilresonatoren wird im wesentlichen durch die Fläche A , die Dicke l der zweiten Lochplatte 17a bzw. die Länge der Öffnungen 27a, den Durchmesser der Öffnungen 27a und Beabstandung L der Platten bestimmt. Zur Dämpfung von Frequenzen im Bereich von mehreren kHz sind die Öffnungen 27a als Durchgangsbohrungen mit einer Länge l von wenigen Millimetern und einem Durchmesser a von wenigen Millimetern ausgebildet. Der Abstand L zwischen der ersten 24 und der zweiten 17a Lochplatte beträgt wenige Millimeter, und das Verhältnis der Fläche A zur Lochfläche a liegt im Bereich von 5 bis 10.

[0025] Für die Dämpfung von Frequenzen im Bereich von 2 bis 6 kHz können die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten beispielhaften Werte angegeben werden:

Eingangswerte		
Temperatur der Luft	770	K
Bohrungslänge l	6	mm
Plattenabstand L	6	mm
Plattenabstand X	6	mm
Flächenverhältnis A/a	8	
Flächenverhältnis B/A	1	
Produkt aus Machzahl und inversem Kontraktionsverhältnis	1	
Massenfluss der Kühlluft	3.88	kg/(s*m ²)
Druck im Brenner	16.6	bar
Ausgangswerte		
Flussgeschwindigkeit in den Öffnungen 27a	4.13	m/s
Inverses Kontraktionsverhältnis	32.81	
Flussgeschwindigkeit durch die dritte Lochplatte 29	16.94	m/s

[0026] Das sich für die Werte aus der Tabelle ergebende Dämpfungsverhalten der Anordnung aus Helmholtzresonatoren und schallabsorbierender Lochplatte 29 ist in Fig. 5a) wiedergegeben. Fig. 5 zeigt jeweils den quadrierten Reflexionskoeffizienten (reflection coefficient squared) über der Frequenz in Hz. Man erkennt Fig. 5a), dass für die obigen Werte im ganzen Bereich von 2 bis 6 kHz signifikante Absorption stattfindet, und dass bei 4720 Hz resonante Absorption auftritt. Sehr starke Absorption hat man im Bereich von 3.5 bis 5.5 kHz, wo mehr als 75% der akustischen Leistung aufgenommen werden.

[0027] Verändert man von den obigen Eingangswerten allein das Flächenverhältnis B/A auf 2, d.h. verkleinert man das Verhältnis von Brennerfläche zu Dämpfungsfläche, so resultiert ein Absorptionsverhalten wie es in Figur 5b) angegeben ist, während sich die in der Tabelle angegebenen Ausgangswerte nicht verändern. Die Schallabsorption nimmt allgemein ab, und es gibt keine resonante Absorption mehr. Dies zeigt, dass man immer die ganze Anordnung berücksichtigen muss, und dass man nicht Helmholtzresonatoren und schallabsorbierende Platte separat betrachten darf. Um die Verstimmung des Systems durch die obige Veränderung wieder zu beheben, muss die dritte Lochplatte verändert werden, namentlich muss neben B/A=2 das Produkt aus Machzahl und inversem Kontraktionsverhältnis auf 0.5 gesetzt werden. Es resultieren dann die folgenden neuen Ausgangswerte:

Ausgangswerte		
Inverses Kontraktionsverhältnis	23.21	
Flussgeschwindigkeit durch die dritte Lochplatte 29	11.98	m/s

[0028] Durch diese Reduktion der Flussgeschwindigkeit durch die dritte Lochplatte 29 resultiert ein Verhalten gemäß Figur 5c), man beobachtet wieder eine resonante Absorption bei der ungefähr gleichen Frequenz, wenn auch der Bereich starker Absorption schmaler geworden ist im Vergleich zu Figur 5a), da das Kontraktionsverhältnis nicht mehr optimal an die maximale Machzahl angepasst ist.

[0029] Ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Ausführungsform der Erfindung ist in Figur 6 abgebildet. In diesem Fall handelt es sich um einen sogenannten internen Absorber, d.h. das schallabsorbierende Blech befindet sich im eigentlichen Dämpfungsvolumen der Helmholtzresonatoren. Die Helmholtzresonatoren werden in diesem Fall von einer ersten, dem hinteren Kühlluftkanal 16 zugewandten Lochplatte 24 und einer dritten, direkt an die Verbrennungszone 23 grenzenden Lochplatte 17b gebildet. Die erste Lochplatte 24 weist wiederum Öffnungen 25 auf, durch welche Kühlluft 22 in die Anordnung strömt. Die dritte Lochplatte 17b weist Öffnungen 27b auf, welche als Dämpfungsrohre der Helm-

holtzresonatoren dienen. Das Dämpfungsvolumen der Helmholtzresonatoren setzt sich in diesem Fall aus den beiden Zwischenvolumina 32 und 35 zusammen, welche durch die zwischen der ersten 24 und der dritten 17b Lochplatte eingezogenen zweiten Lochplatte 34 gebildet werden. Die zweite Lochplatte 34 ist mit Öffnungen 33 versehen, welche derart gestaltet sind, dass diese zweite Lochplatte 34 schallabsorbierend, d.h. echofrei wirkt. Dies wie oben beschrieben durch ein an die höchste Machzahl angepasstes Kontraktionsverhältnis.

[0030] Figur 7 zeigt wiederum eine schematische Darstellung, wie der Schall 31 aus der Verbrennungszone 23 auf die Anordnung mit internem Absorber auftrifft, und wie von der gegenüberliegenden Seite her die Kühlluft 22 durch die Öffnungen 25 strömt. Die zur Berechnung der wichtigsten charakteristischen Eigenschaften einer solchen Anordnung einfachste Darstellung der Elemente ist in Analogie zu Figur 4 in Figur 8 zusammen mit den Dimensionen gegeben. Die Resonanzfrequenz der Resonatoranordnung bzw. der Teilresonatoren wird in diesem Fall im wesentlichen durch die Fläche A, die Dicke I1 der dritten Lochplatte 17b bzw. die Länge der Öffnungen 27b, den Durchmesser der Öffnungen 27b und Beabstandung L1 der Platten bestimmt. Zur Dämpfung von Frequenzen im Bereich von mehreren kHz sind die Öffnungen 27b als Durchgangsbohrungen mit einer Länge I1 von wenigen Millimetern und einem Durchmesser a von wenigen Millimetern ausgebildet. Der Abstand L1 zwischen der ersten 24 und der dritten 17b Lochplatte beträgt wenige Millimeter, und das Verhältnis der Fläche A zur Lochfläche a liegt im Bereich von 5 bis 10.

[0031] Für die Dämpfung von Frequenzen im Bereich von 2 bis 6 kHz können die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten beispielhaften Werte angegeben werden:

Eingangswerte		
Temperatur der Luft	770	K
Bohrungslänge I1	6	mm
Plattenabstand L1	8	mm
Plattenabstand Y	3	mm
Flächenverhältnis A/a	8	
Flächenverhältnis B/A	1	
Produkt aus Machzahl und inversem Kontraktionsverhältnis	2.025	
Massenfluss der Kühlluft	3.88	kg/(s*m ²)
Druck im Brenner	16.6	bar
Ausgangswerte		
Flussgeschwindigkeit in den Öffnungen 27b	4.13	m/s
Inverses Kontraktionsverhältnis	46.68	
Flussgeschwindigkeit durch die zweite Lochplatte 34	24.10	m/s

[0032] Das sich für die Werte aus der Tabelle ergebende Dämpfungsverhalten der Anordnung aus Helmholtzresonatoren und interner schallabsorbierender Lochplatte 34 ist in Fig. 9a) wiedergegeben. Fig. 9 zeigt jeweils wiederum den quadrierten Reflexionskoeffizienten (reflection coefficient squared) über der Frequenz in Hz. Man erkennt in Fig. 9a), dass für die obigen Werte im ganzen Bereich von 2 bis 6 kHz signifikante Absorption stattfindet, und dass bei 3880 Hz resonante Absorption auftritt. Sehr starke Absorption hat man im Bereich von 2.9 bis 5.2 kHz, wo mehr als 75% der akustischen Leistung aufgenommen werden.

[0033] Verändert man von den obigen Eingangswerten wie oben allein das Flächenverhältnis B/A auf 2, d.h. verkleinert man das Verhältnis von Brennerfläche zu Dämpfungsfläche, so resultiert ein Absorptionsverhalten wie es in Figur 9b) angegeben ist, während sich die in der Tabelle angegebenen Ausgangswerte nicht verändern. Die Schallabsorption nimmt allgemein ab, und es gibt keine resonante Absorption mehr. Um die Verstimmung des Systems durch die obige Veränderung wieder zu beheben, muss die zweite Lochplatte 34 verändert werden, namentlich muss neben B/A=2 das Produkt aus Machzahl und inversem Kontraktionsverhältnis auf 0.981 gesetzt werden. Es resultieren dann die folgenden neuen Ausgangswerte:

Ausgangswerte		
Inverses Kontraktionsverhältnis	32.50	
Flussgeschwindigkeit durch die zweite Lochplatte 34	16.78	m/s

5

10 **[0034]** Durch diese Reduktion der Flussgeschwindigkeit durch die zweite Lochplatte 34 resultiert ein Verhalten gemäss Figur 9c), man beobachtet wieder eine resonante Absorption bei der ungefähr gleichen Frequenz, wenn auch der Bereich starker Absorption schmaler geworden ist im Vergleich zu Figur 9a), da das Kontraktionsverhältnis nicht mehr optimal an die maximale Machzahl angepasst ist.

15 **[0035]** Vergleicht man die Charakteristika von internem und externem Absorber jeweils für die ersten Eingangswerte, so sieht man, dass die Absorption beim externen Absorber relativ langsam zunimmt zwischen 2 und 4.5 kHz und schnell abnimmt oberhalb 5.2 kHz, während die Absorption beim internen Absorber zwischen 2 und 3.5 kHz schnell zunimmt und oberhalb 4.5 kHz nur langsam abnimmt. Das Absorptionsverhalten einer Anordnung mit internem Absorber ist somit nicht nur symmetrischer, sondern es weist auch allgemein eine breitere Absorption auf. Je nach Anwendung und involvierten Schallfrequenzen kann sich aber die eine oder die andere Anordnung besser eignen.

20 **[0036]** Da bei einer Anordnung mit drei beabstandeten Lochplatten die Kühlung insbesondere der der Verbrennungszone 23 ausgesetzten Wand nicht mehr optimal bewerkstelligen lässt, kann es sich als vorteilhaft erweisen, gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, die schallabsorbierende Lochplatte und die Lochplatte, welche die Dämpfungsrohre der Helmholtzresonatoren bildet, unmittelbar aneinander anliegend anzuordnen, oder sogar durch ein, mit speziellen, gestuften Öffnungen versehenes Lochblech 37 zu ersetzen. Ein solches Lochblech 37 ist für eine
25 Anordnung mit internem Absorber in Figur 10 dargestellt. Das Lochblech 37 weist von den beiden Seiten Öffnungen verschiedenen Durchmessers auf, wobei der der Verbrennungszone 23 zugewandte zweite Stufenteil 39 den Dämpfungsrohren 27b aus Figur 6 nachzugestalten ist, und der andere, erste Stufenteil 38 die echofreie Transmission sicherstellt und den Öffnungen 33 aus Figur 6 entspricht. Auf diese Weise hat man den Vorteil, nur zwei Lochplatten vorsehen zu müssen, was die Kühlung und die Konstruktion wesentlich vereinfacht, und trotzdem eine effiziente kombinierte
30 Anordnung von Helmholtzresonatoren und Schallabsorbierer zu haben.

[0037] Alle der obigen Ausführungsbeispiele zeichnen sich dadurch aus, dass sie auf einfache Weise in eine bestehende Brennkammer eingebaut werden können. In den hier geschilderten Ausführungsbeispielen wird dabei die ehemalige radiale Innenwand 17 einmal als zweite 17a und einmal als dritte 17b Lochplatte der dreiteiligen Anordnung verwendet. Selbstverständlich kann die ehemalige radiale Innenwand 17 aber die Aufgabe jeder der drei Lochplatten
35 übernehmen oder auch die des Lochblechs 37 mit gestuften Öffnungen. Je nach Platzverhältnissen und schon vorliegenden Bohrungen 22 in der radialen Innenwand 17 kann somit die Nachrüstung auf die eine oder andere Weise vorgenommen werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

40

[0038]

- 10 Sekundärbrennkammer
- 11 Aussenwand
- 45 12 Innenwand (Verbrennungszone)
- 13 Heissgasauslass
- 14 Kühlluftkanal
- 15 Innenwand (Zuströmzone)
- 16 hinterer Kühlluftkanal
- 50 17 radiale Innenwand
- 17a zweite Lochplatte
- 17b dritte Lochplatte
- 18 Brennstofflanze
- 19 Düse (Brennstofflanze)
- 55 20 Zuströmzone
- 21 Öffnung (Wand 15)
- 22 Öffnung (Wand 17)
- 23 Verbrennungszone

	24	erste Lochplatte
	25	erste Öffnung
	26	erstes Zwischenvolumen
	27a	zweite Öffnung
5	27b	dritte Öffnung
	28	dritte Öffnung
	29	Lochplatte
	30	zweites Zwischenvolumen
	31	Schallwellen
10	32	erstes Zwischenvolumen
	33	Öffnung in 34
	34	zweite Lochplatte
	35	zweites Zwischenvolumen
	36	Lochblech
15	37	gestufte Öffnung
	38	erster Stufenteil
	39	zweiter Stufenteil
	L	Länge des Dämpfungsvolumens
	I	Länge des Halses
20	X	Abstand des externen perforierten Bleches von 17
	L1	Länge des Dämpfungsvolumens
	I1	Länge des Halses
	Y	Abstand des internen perforierten Bleches von 17

25 Patentansprüche

1. Brennkammer (10) für eine Gasturbine, in welcher Brennkammer (10) die heissen Verbrennungsgase einer Verbrennungszone (23) durch Innenwände (12,17) umschlossen werden, welche durch Kühlluft, welche durch ausserhalb der Innenwände (12,17) durch von einer Aussenwand (11) der Brennkammer (10) und den Innenwänden (12,17) gebildete Kühlluftkanäle (14,16) herangeführt wird, gekühlt werden,
 30 dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in einem Teilbereich der Innenwände (12,17) die Innenwand (17) aus wenigstens zwei, im wesentlichen parallel zueinander angeordneten Lochplatten (24,17a;24,17a) gebildet wird, dass eine erste Lochplatte (24) unmittelbar an die Kühlluftkanäle (14,16) grenzt und mit einer Mehrzahl von ersten Öffnungen (25) versehen ist, durch welche Kühlluft (22) aus den Kühlluftkanälen (14,16) in ein hinter der ersten
 35 Lochplatte liegendes erstes Zwischenvolumen (26,32) strömt, dass hinter der ersten Lochplatte (24), in Richtung der Verbrennungszone (23), eine weitere Lochplatte (17a,17b) angeordnet ist, welche mit einer Mehrzahl von weiteren Öffnungen (27a,27b) versehen ist, dass der Abstand (L,L1) zwischen der ersten Lochplatte (24) und der weiteren Lochplatte (17a,17b) und die geometrischen Abmessungen (I,I1,a,A) der weiteren Öffnungen (27a,27b) so gewählt sind, dass die Öffnungen (27a,27b) zusammen mit zwischen den Lochplatten (24,17a,17b) vorhandenen
 40 Zwischenvolumina (26,32,35) eine Mehrzahl von untereinander verbundenen Helmholtzresonatoren bilden und als Schalldämpfer für in der Brennkammer entstehende akustische Schwingungen (31) wirken, und dass zusätzlich weitere Mittel (29,34) vorhanden sind, welche schallabsorbierend wirken.
2. Brennkammer (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in einem Teilbereich der Innenwände (12,17) die Innenwand (17) aus drei, im wesentlichen parallel zueinander angeordneten Lochplatten (24,17a,29;24,34,17a) gebildet wird, wobei die erste Lochplatte (24) unmittelbar an die Kühlluftkanäle (14,16) grenzt und mit einer Mehrzahl von ersten Öffnungen (25) versehen ist, durch welche Kühlluft (22) aus den Kühlluftkanälen (14,16) in ein hinter der ersten Lochplatte liegendes erstes Zwischenvolumen (26,32) strömt, welches auf
 45 der den Kühlluftkanälen (14,16) zugewandten Seite von der ersten Lochplatte (24) und auf der gegenüberliegenden Seite von einer zweiten Lochplatte (17a,34) begrenzt ist, welche zweite Lochplatte (17a,34) mit einer Mehrzahl von zweiten Öffnungen (27a,33) versehen ist, dass auf der dem ersten Zwischenvolumen (26,32) abgewandten Seite der zweiten Lochplatte (17a,34) eine dritte Lochplatte (17b,29) angeordnet ist, welche mit einer Mehrzahl von dritten Öffnungen (27b,28) versehen ist, und welche an die Verbrennungszone (23) grenzt, und dass wenigstens eine der Lochplatten (29,34) schallabsorbierend wirkt.
3. Brennkammer (10) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontraktionsverhältnis, definiert als das Verhältnis zwischen der Fläche (b) der Öffnung (28,33) und der in Richtung der Verbrennungszone (23) davor liegenden Fläche (B), für die zweiten (33) oder die dritten (28) Öffnungen im wesentlichen gleich ist wie die grösste,
 55

im Verbrennungsraum (23) auftretende, Machzahl, welche definiert ist als das Verhältnis der Quellengeschwindigkeit und der Schallgeschwindigkeit, und dass die mit solchen Öffnungen (33,28) versehene Lochplatte (29,34) schallabsorbierend wirkt.

- 5 4. Brennkammer (10) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite (17a,34) und die dritte (17b,29) Lochplatte derart voneinander beabstandet sind, dass ein zweites Zwischenvolumen (30,35) gebildet wird.

- 10 5. Brennkammer (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (L) zwischen der ersten Lochplatte (24) und der zweiten Lochplatte (17a) und die geometrischen Abmessungen (l,a,A) der zweiten Öffnungen (27a) derart gewählt werden, dass die zweiten Öffnungen (27a) in Kombination mit dem zwischen der ersten (24) und der zweiten (17a) Lochplatte angeordneten ersten Zwischenraum (26) Helmholtzresonatoren ergeben, deren Resonanzfrequenz im wesentlichen im Bereich der im Verbrennungsraum (23) auftretenden akustischen Schwingungen (31) liegt.

- 15 6. Brennkammer (10) nach den Ansprüchen 3 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Lochplatte (29) schallabsorbierend ausgestaltet ist.

- 20 7. Brennkammer (10) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Lochplatte (17a) eine Dicke (l) im Bereich von 0.1 bis 1 cm, insbesondere bevorzugt von 0.6 cm aufweist, dass das Flächenverhältnis der akustisch relevanten Teilflächen (A) des ersten Zwischenvolumens (26) und der Flächen (a) der zweiten Öffnungen (27a) im Bereich von 5 bis 10, insbesondere bevorzugt von 8, ist, dass der Abstand (L) der ersten (24) von der zweiten (17a) Lochplatte 0.1 bis 1 cm, insbesondere bevorzugt 0.6 cm, ist, dass das Produkt aus Kontraktionsverhältnis der dritten Öffnungen (28) und grösster Machzahl im Bereich von 1 bis 0.5 ist, und dass das Flächenverhältnis der akustisch relevanten Teilflächen (B) im Verbrennungsraum (23) und der akustisch relevanten Teilflächen (A) des ersten Zwischenvolumens (26) in einem Bereich von 1 bis 2 ist, so dass die Helmholtzresonatoren in Kombination mit der schallabsorbierenden Lochplatte (29) im Verbrennungsraum (23) auftretende akustische Schwingungen (31) mit Frequenzen im Bereich von 2 bis 6 kHz absorbieren.

- 25 8. Brennkammer (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (L1) zwischen der ersten Lochplatte (24) und der dritten Lochplatte (17b) und die geometrischen Abmessungen (l1,a,A) der dritten Öffnungen (27b) derart gewählt werden, dass die dritten Öffnungen (27a) in Kombination mit dem zwischen der ersten (24) und der dritten (17b) Lochplatte angeordneten Zwischenraum Helmholtzresonatoren ergeben, deren Resonanzfrequenz im wesentlichen im Bereich der im Verbrennungsraum (23) auftretenden akustischen Schwingungen (31) liegt.

- 30 9. Brennkammer (10) nach den Ansprüchen 3 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Lochplatte (34) schallabsorbierend ausgestattet ist.

- 35 10. Brennkammer (10) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Lochplatte (17b) eine Dicke (l1) im Bereich von 0.1 bis 1 cm, insbesondere bevorzugt von 0.6 cm aufweist, dass das Flächenverhältnis der akustisch relevanten Teilflächen (A) des Zwischenraums und der Flächen (a) der dritten Öffnungen (27b) im Bereich von 5 bis 10, insbesondere bevorzugt von 8, ist, dass der Abstand (L1) der ersten (24) von der dritten (17b) Lochplatte 0.1 bis 1 cm, insbesondere bevorzugt 0.6 cm, ist, dass das Produkt aus Kontraktionsverhältnis der zweiten Öffnungen (33) und grösster Machzahl im Bereich von 2.5 bis 0.5 ist, und dass das Flächenverhältnis der akustisch relevanten Teilflächen (B) im Verbrennungsraum (23) und der akustisch relevanten Teilflächen (A) des ersten Zwischenvolumens (26) in einem Bereich von 1 bis 2 ist, so dass die Helmholtzresonatoren in Kombination mit der schallabsorbierenden Lochplatte (34) im Verbrennungsraum (23) auftretende akustische Schwingungen (31) mit Frequenzen im Bereich von 2 bis 6 kHz absorbieren.

- 40 11. Brennkammer (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite (17a,34) und die dritte (29,17b) Lochplatte unmittelbar aufeinander aufliegen, und dass die zweiten (27a,33) und die dritten (28,27b) Öffnungen gleich verteilt und konzentrisch angeordnet sind.

- 45 12. Brennkammer (10) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite (17a,34) und die dritte (29,17b) Lochplatte von einem Lochblech (36) gebildet werden, welches gestufte Öffnungen (37) aufweist, deren der ersten Lochplatte (24) zugewandte erste Stufenteile (38) den zweiten Öffnungen (27a,33) entsprechen, und deren dem Verbrennungsraum (23) zugewandte Stufenteile (39) den dritten Öffnungen (28,27b) entsprechen.

- 50 55 12. Brennkammer (10) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite (17a,34) und die dritte (29,17b) Lochplatte von einem Lochblech (36) gebildet werden, welches gestufte Öffnungen (37) aufweist, deren der ersten Lochplatte (24) zugewandte erste Stufenteile (38) den zweiten Öffnungen (27a,33) entsprechen, und deren dem Verbrennungsraum (23) zugewandte Stufenteile (39) den dritten Öffnungen (28,27b) entsprechen.

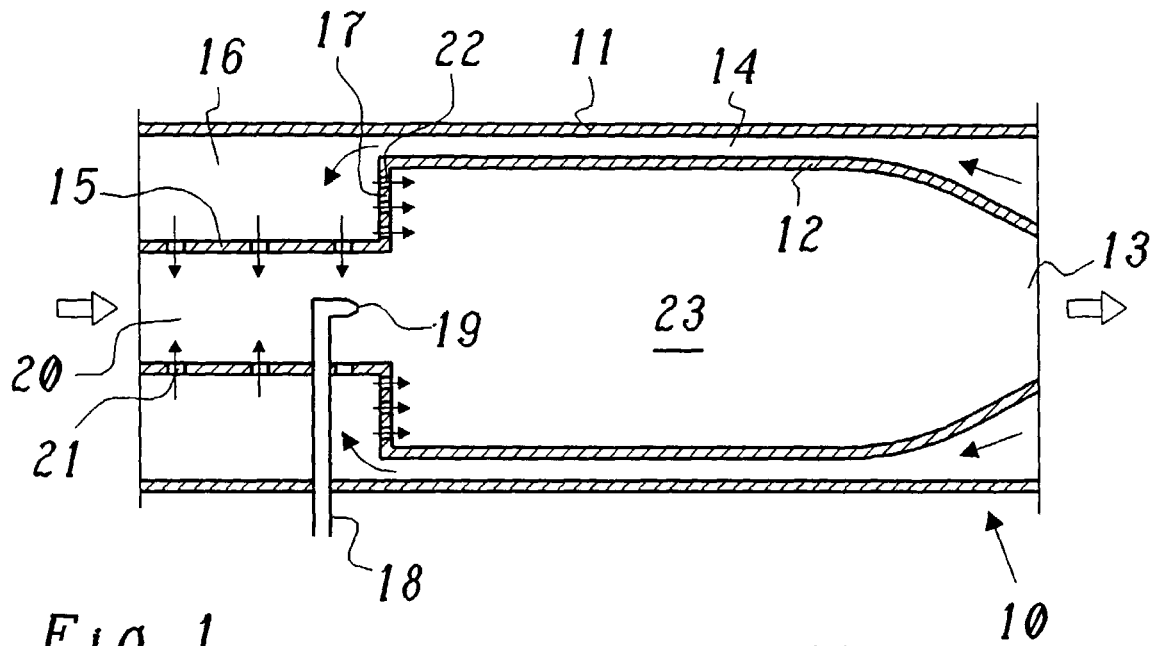


Fig. 1

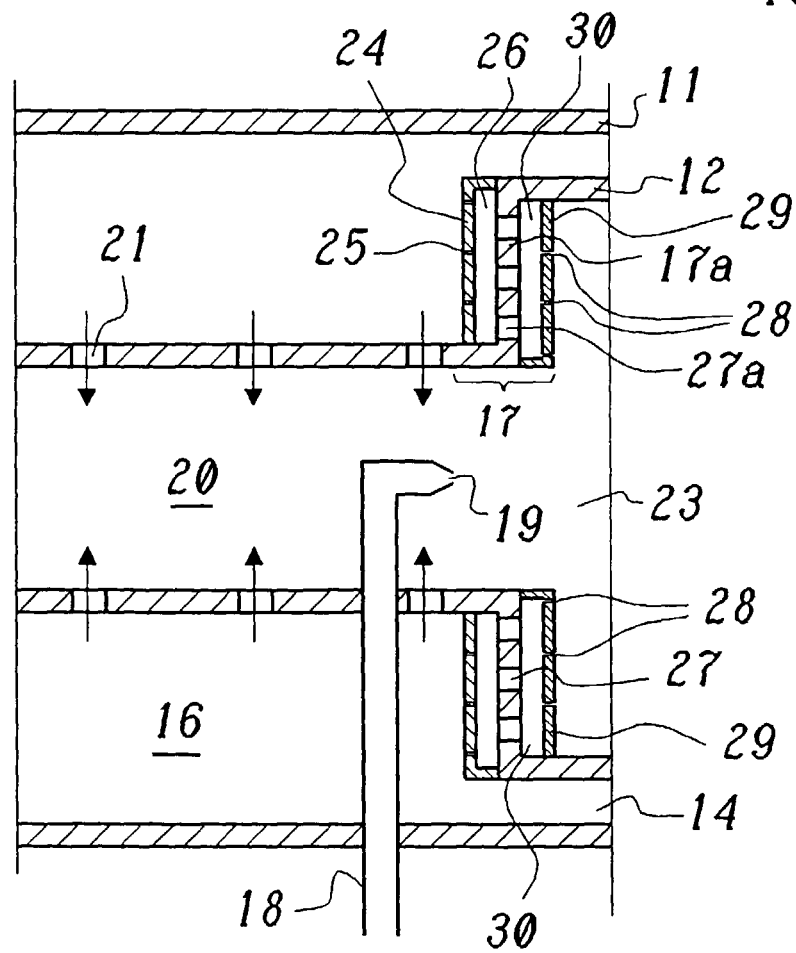
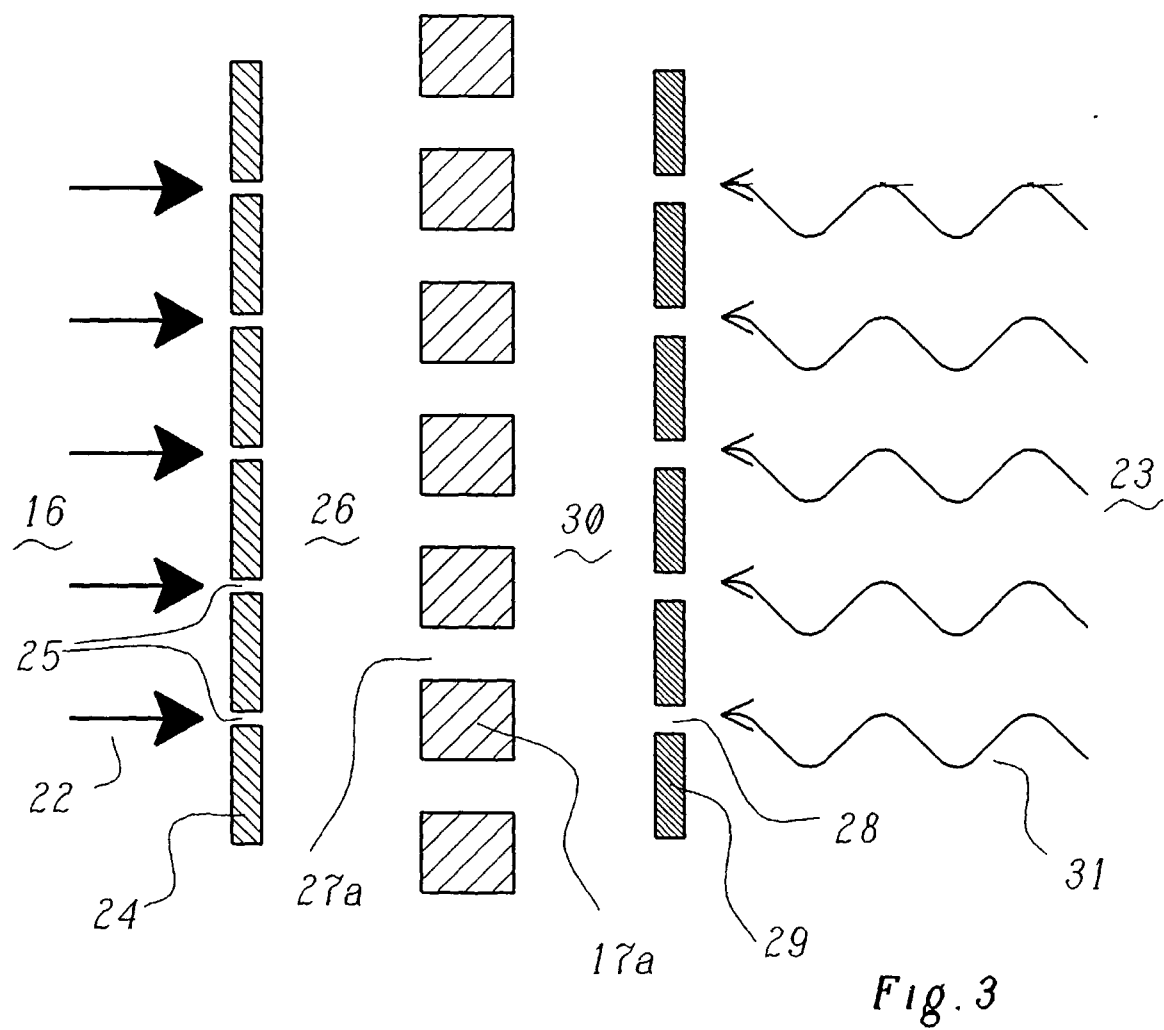


Fig. 2



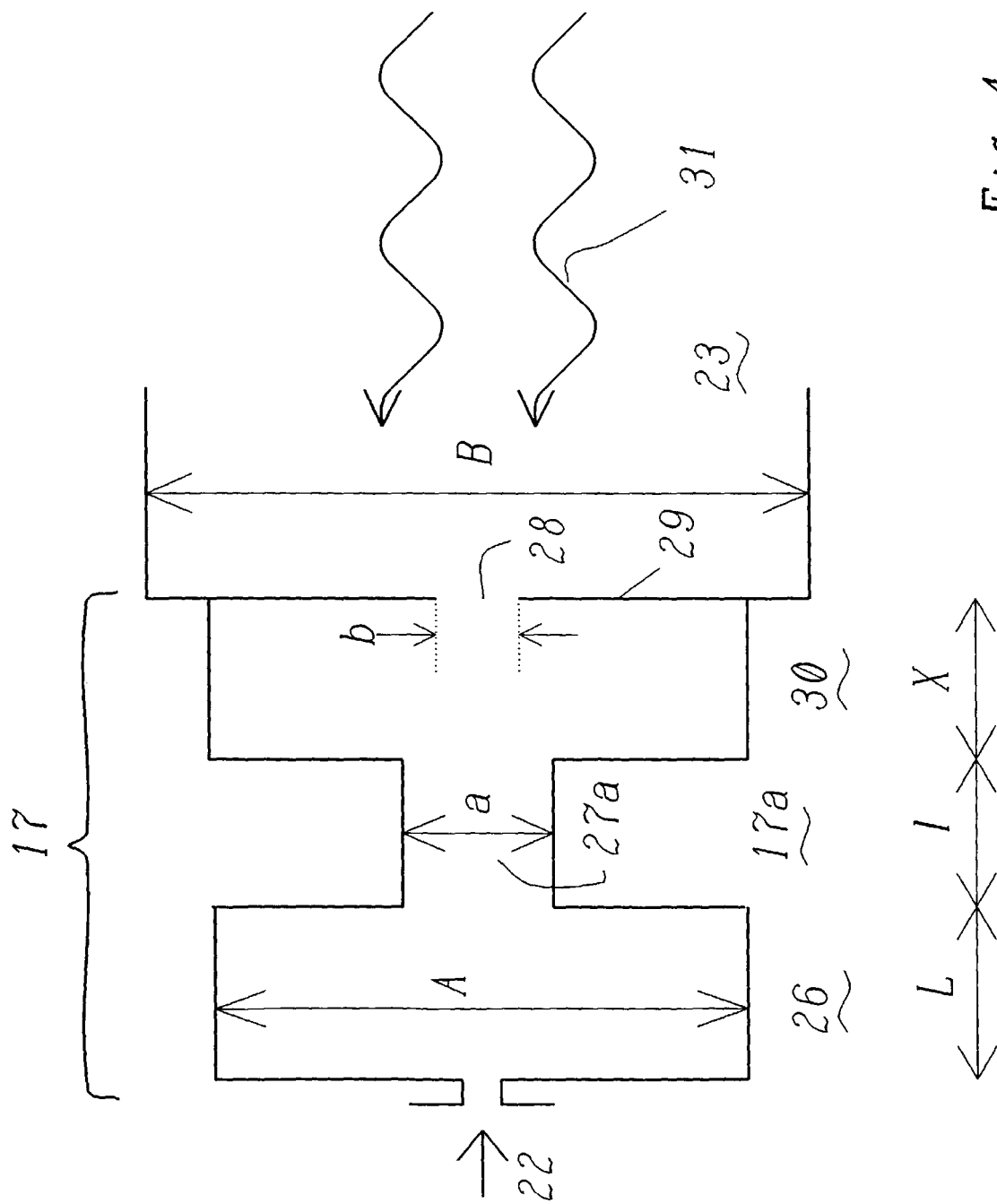
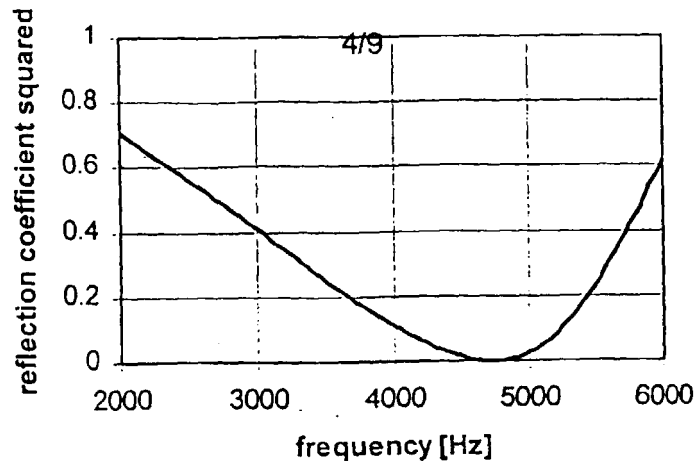
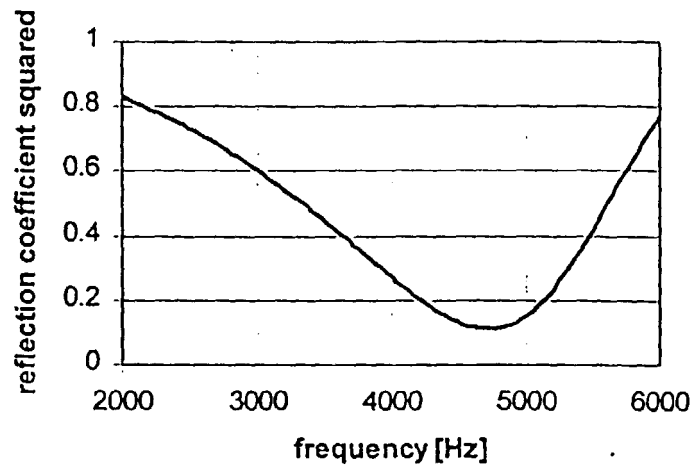


Fig. 4

a)



b)



c)

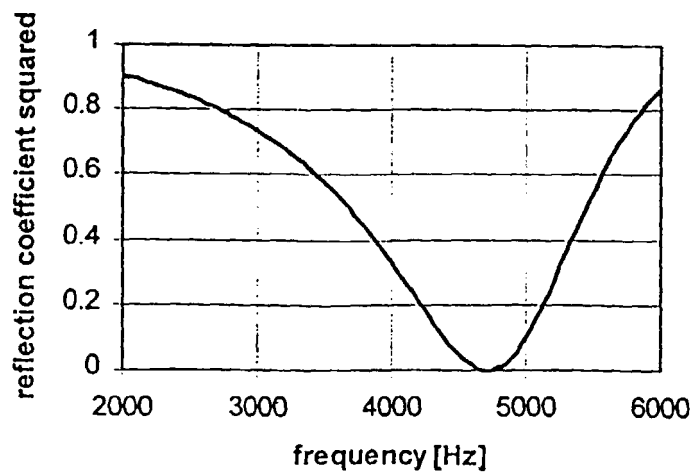


Fig. 5

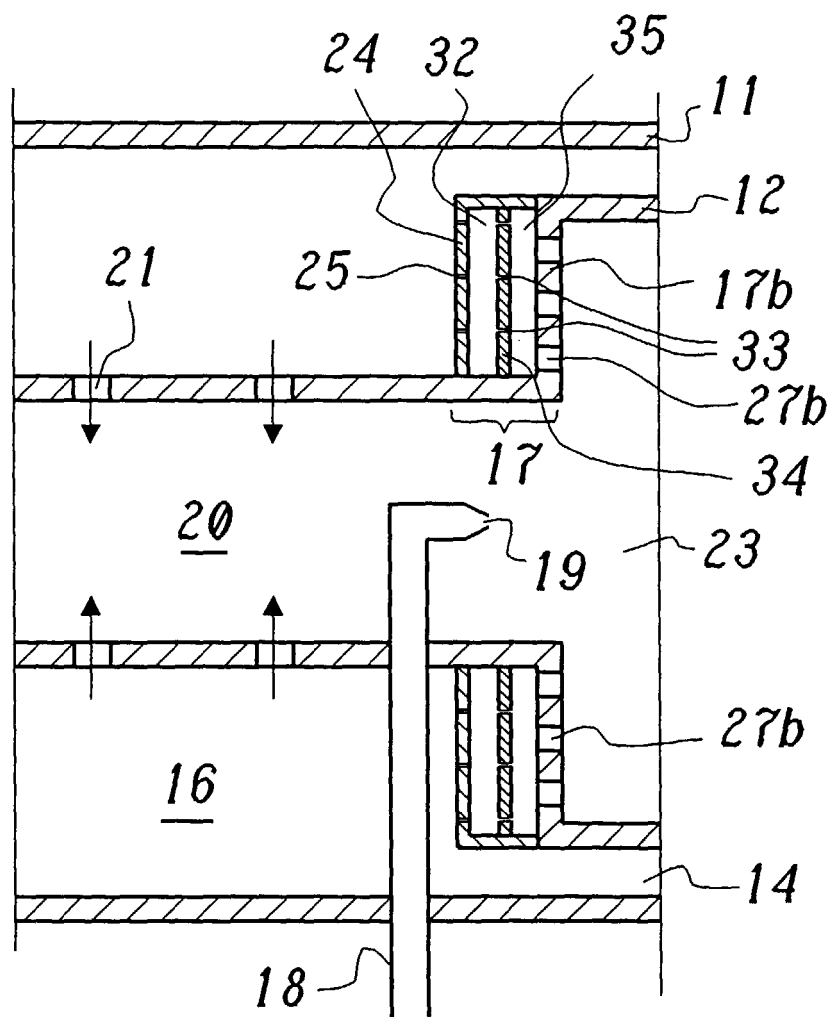


Fig. 6

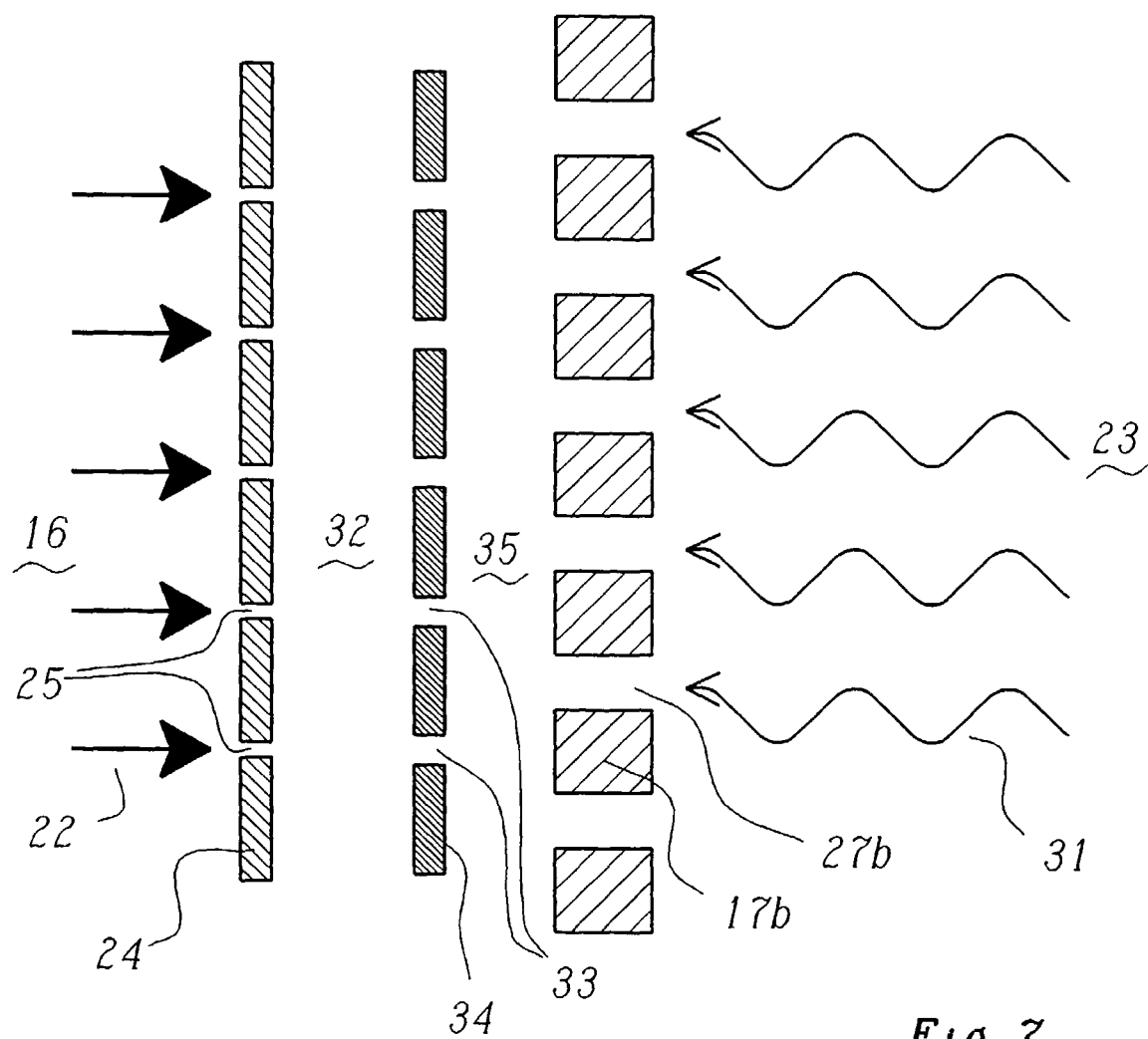


Fig. 7

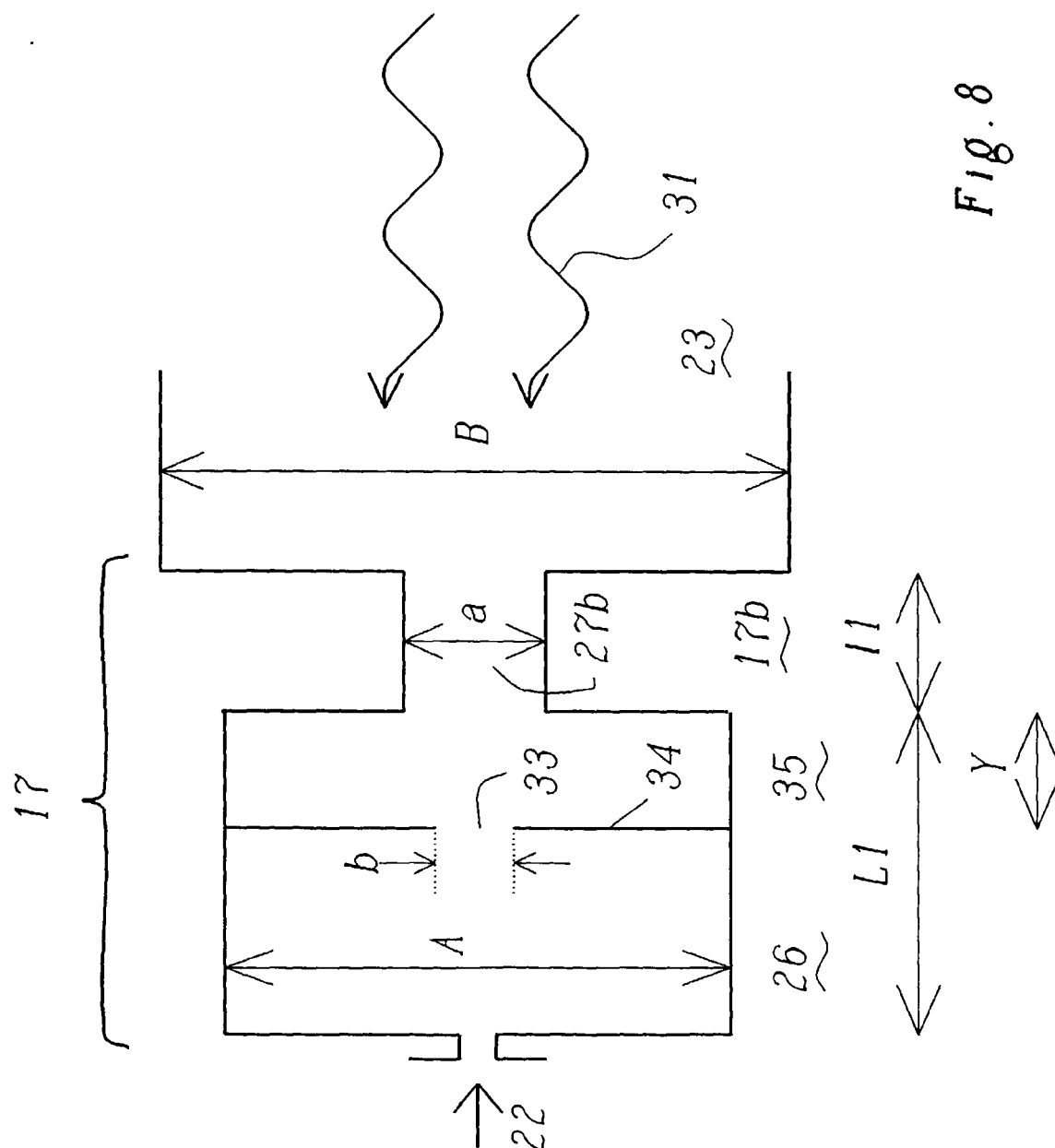
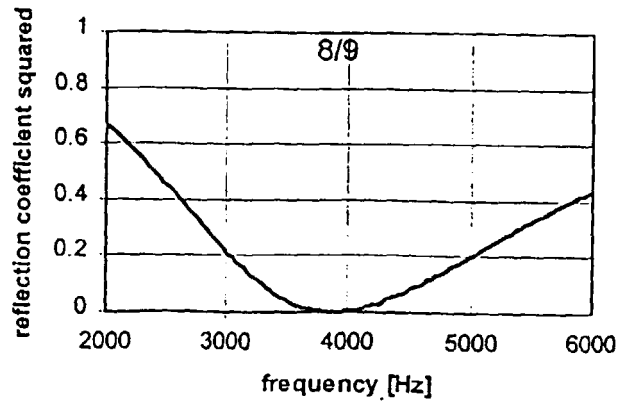
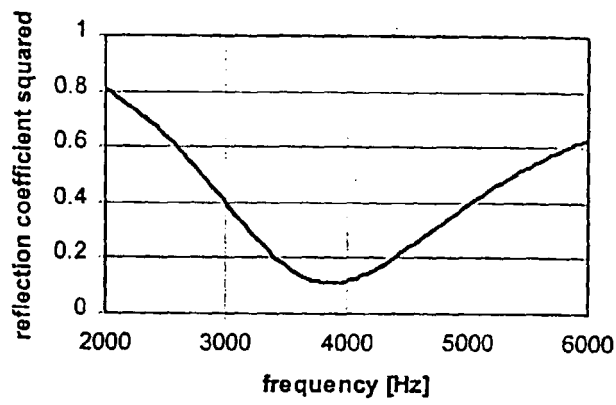


Fig. 8

a)



b)



c)

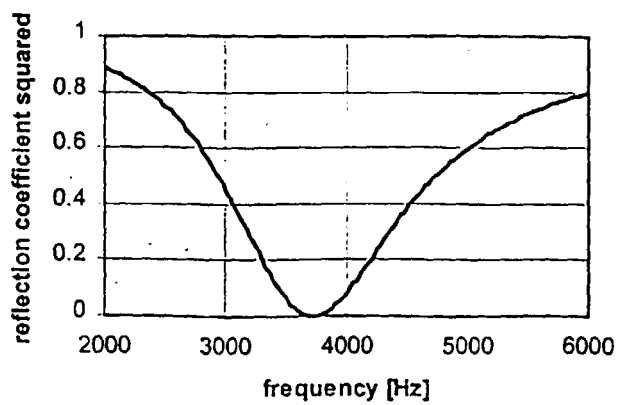


Fig. 9

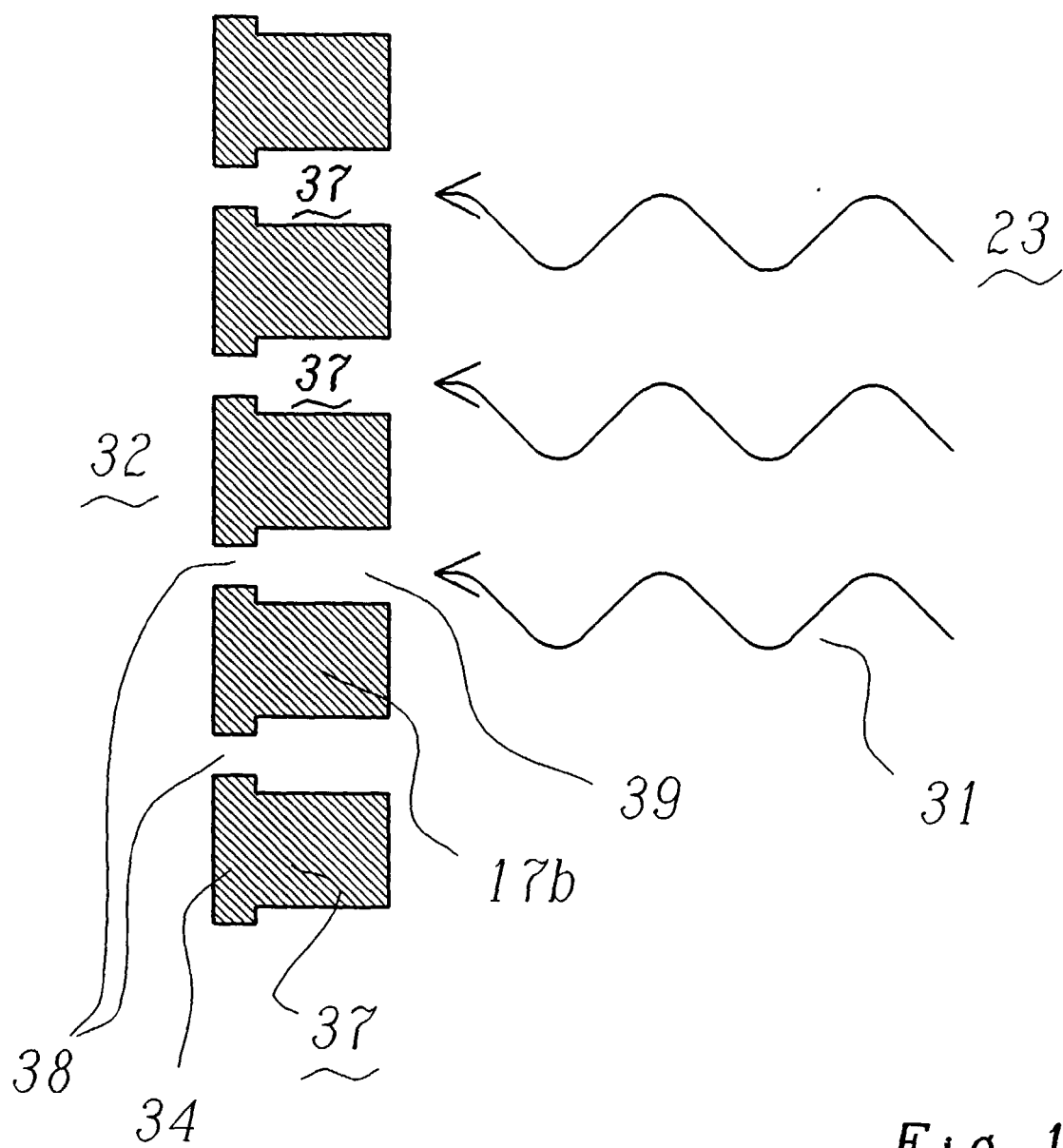


Fig. 10



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 81 0983

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y A	US 2 654 219 A (ZABA) 6. Oktober 1953 * Abbildungen 1,2 * ---	1,2,4 5,6,8,9	F23R3/10 F23M13/00
Y	GB 2 309 296 A (EUROP GAS TURBINES LTD) 23. Juli 1997 * Zusammenfassung; Abbildung 1A * ---	1,2,4	
Y	EP 0 576 717 A (ABB RESEARCH LTD) 5. Januar 1994 * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Spalte 4, Zeile 34 - Spalte 5, Zeile 54 * ---	1,2,4	
A	EP 0 702 141 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 20. März 1996 ---		
E	EP 0 892 216 A (ABB RESEARCH LTD) 20. Januar 1999 * Anspruch 1 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F23R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 19. Februar 1999	
		Prüfer Iverus, D	
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 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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 98 81 0983

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

19-02-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2654219 A	06-10-1953	CH 284190 A DE 869446 C FR 1041182 A GB 706645 A	21-10-1953
GB 2309296 A	23-07-1997	KEINE	
EP 0576717 A	05-01-1994	DE 4316475 A	05-01-1994
EP 0702141 A	20-03-1996	JP 2651404 B JP 8135505 A US 5655361 A	10-09-1997 28-05-1996 12-08-1997
EP 0892216 A	20-01-1999	KEINE	

EPO FORM P0461

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