



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 971 172 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
12.01.2000 Patentblatt 2000/02

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **F23R 3/00**, F02B 77/13,  
F02M 35/12, G10K 11/172,  
F01N 1/02

(21) Anmeldenummer: **98810656.3**

(22) Anmeldetag: **10.07.1998**

(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 mit schalldämpfender Wandstruktur**

(57) Bei einer Brennkammer (10) für eine Gasturbine, in welcher Brennkammer (10) die heißen Verbrennungsgase einer Verbrennungszone (23) durch Innenwände (12, 17) umschlossen werden, welche durch ausserhalb der Innenwände (12, 17) herangeführte Kühlluft gekühlt werden, wird eine gleichzeitige effiziente akustische Dämpfung und Kühlung dadurch erreicht, dass zumindest in einem Teilbereich an der Aussenseite der Innenwände (12, 17) eine von den Innenwänden (12, 17) beabstandete, im wesentlichen parallel zu den Innenwänden (12, 17) verlaufende Lochplatte (24) angeordnet ist, welche zusammen mit der zugehörigen Innenwand (17) ein geschlossenes Dämpfungsvolumen (26) bildet, dass die Innenwände (17) im Bereich des Dämpfungsvolumens (26) eine Mehrzahl von verteilt angeordneten ersten Oeffnungen (27) aufweist, durch welche das Dämpfungsvolumen (26) mit der Verbrennungszone (23) der Brennkammer (10) in Verbindung steht, dass die Lochplatte (24) eine Mehrzahl von verteilt angeordneten zweiten Oeffnungen (25) aufweist, durch welche Kühlluft von aussen in das Dämpfungsvolumen (26) einströmt und nach Art einer Prallkühlung zwischen den ersten Oeffnungen (27) auf die gegenüberliegende Aussenseite der Innenwand (17) trifft, und dass der Abstand zwischen der Lochplatte (24) und der Innenwand (12) und die geometrischen Abmessungen der ersten Oeffnungen (27) so gewählt sind, dass die ersten Oeffnungen (27) zusammen mit den Dämpfungsvolumen (26) eine Mehrzahl von untereinander verbundenen Helmholtzresonatoren bilden und als Schalldämpfer für in der Brennkammer entstehende akustische Schwingungen wirken.

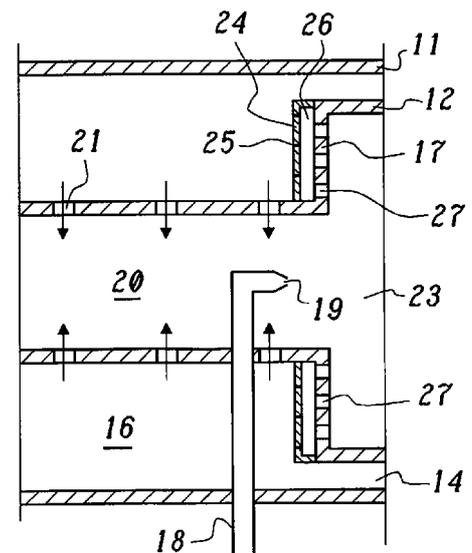


Fig. 2

EP 0 971 172 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 ausserhalb der Innenwände herangeführte Kühlluft gekühlt werden.

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

10

## 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. 1,8 kHz oder um 5 kHz herum 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.

15 **[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 ausenliegendes 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.

20 **[0005]** In der Druckschrift US-A 5,644,918 wird eine Gasturbinen-Brennkammer beschrieben, bei der innerhalb der 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.

25 **[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.

30 **[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.

40

## DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0008]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine durch Helmholtzresonatoren akustisch bedämpfte Brennkammer für Gasturbinen zu schaffen, welche die Nachteile der bekannten Lösungen vermeidet und sich insbesondere durch einen geringeren zusätzlichen Aufwand und Platzbedarf für die integrierten Resonatoren auszeichnet, und zugleich eine effektive Kühlung der Innenwände der Brennkammer erlaubt.

45 **[0009]** Die Aufgabe wird bei einer Brennkammer der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass zumindest in einem Teilbereich an der Aussenseite der Innenwände eine von den Innenwänden beabstandete, im wesentlichen parallel zu den Innenwänden verlaufende Lochplatte angeordnet ist, welche zusammen mit der zugehörigen Innenwand ein geschlossenes Dämpfungsvolumen bildet, dass die Innenwände im Bereich des Dämpfungsvolumens eine Mehrzahl von verteilt angeordneten ersten Oeffnungen aufweist, durch welche das Dämpfungsvolumen mit der Verbrennungszone der Brennkammer in Verbindung steht, dass die Lochplatte eine Mehrzahl von verteilt angeordneten zweiten Oeffnungen aufweist, durch welche Kühlluft von aussen in das Dämpfungsvolumen einströmt und nach Art einer Prallkühlung zwischen den ersten Oeffnungen auf die gegenüberliegende Aussenseite der Innenwand trifft, und dass der Abstand zwischen der Lochplatte und der Innenwand und die geometrischen Abmessungen der ersten Oeffnungen so gewählt sind, dass die ersten Oeffnungen zusammen mit den Dämpfungsvolumen eine Mehrzahl von untereinander verbundenen Helmholtzresonatoren bilden und als Schalldämpfer für in der Brennkammer entstehende

55

akustische Schwingungen wirken. Der Kern der Erfindung besteht darin, eine Mehrzahl von miteinander verbundenen Helmholtzresonatoren durch die Anordnung zweier parallel verlaufenden Lochplatten zu schaffen. Die eine Lochplatte, deren relativ grosse Oeffnungen zugleich die Dämpfungsrohre der Einzelresonatoren bilden, ist die Innenwand der Brennkammer selbst. Die andere, aussenliegende Lochplatte begrenzt zusammen mit der Innenwand die dazwischen-

5 liegenden, untereinander verbundenen Dämpfungsvolumina der Einzelresonatoren. Die relativ kleinen Oeffnungen der aussenliegenden Lochplatte werden von Kühlluft durchströmt, die einerseits die Resonatoren thermisch und frequenz-

10 mässig stabilisiert und andererseits durch Auftreffen auf die Aussenseite der Innenwand eine hochwirksame Prallkühlung der Innenwand ermöglicht. Der zusätzliche Aufwand zur Schaffung der Resonatoren besteht dabei - wenn bei vorhandener Effusionskühlung die grossen Oeffnungen in der Innenwand bereits vorhanden sind - lediglich aus dem Anbringen der äusseren Lochplatte.

**[0010]** Eine erste bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Brennkammer ist dadurch gekennzeichnet, dass die geometrischen Abmessungen der einzelnen ersten Oeffnungen und die periodischen Abstände der ersten Oeffnungen untereinander im wesentlichen gleich gewählt sind. Die einzelnen Teilresonatoren sind in diesem Fall alle auf dieselbe Dämpfungsfrequenz abgestimmt, so dass sich für die Dämpfungsanordnung insgesamt eine hohe Dämpfung in einem relativ schmalen Frequenzbereich ergibt.

15

**[0011]** Eine zweite bevorzugte Ausführungsform der Brennkammer nach der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die geometrischen Abmessungen der einzelnen ersten Oeffnungen und/oder der Abstand zwischen Lochplatte und Innenwand im Bereich der einzelnen ersten Oeffnungen und/oder der periodische Abstand der einzelnen ersten Oeffnungen untereinander zur Erzeugung eines verbreiterten Dämpfungsfrequenzbandes innerhalb eines Wertebereiches unterschiedlich gewählt werden. Durch die Wertestreuung für die einzelnen Teilresonatoren wird für die Gesamtanordnung der Frequenzbereich, in welchem eine merkliche Dämpfung stattfindet, deutlich verbreitert, was vorteilhaft ist, wenn die Brennkammerschwingungen in der Frequenz stärker streuen.

20

**[0012]** Für übliche Frequenzwerte der Brennkammerschwingungen im Bereich von mehreren kHz sind die ersten Oeffnungen als Durchgangsbohrungen mit einer Länge von wenigen Millimetern und einem Durchmesser von wenigen Millimetern ausgebildet. Der periodische Abstand zwischen benachbarten ersten Oeffnungen beträgt wenige Millimeter, und der Abstand der Lochplatte von der Innenwand beträgt ebenfalls wenige Millimeter. Insbesondere betragen zur Dämpfung von Frequenzen von etwa 5500 Hz die Länge der ersten Oeffnungen etwa 5 mm, der Durchmesser der ersten Oeffnungen etwa 4,3 mm, der periodische Abstand der ersten Oeffnungen untereinander etwa 10 mm, und der Abstand zwischen der Lochplatte und der Innenwand etwa 5 mm.

25

**[0013]** Die zweiten Oeffnungen werden so klein gewählt, dass sich ein ausreichender Druckabfall für die durchströmende Kühlluft ergibt. Bevorzugt ist der Durchmesser der zweiten Oeffnungen kleiner als 1 mm, insbesondere etwa 0,7 mm.

30

**[0014]** Besonders vorteilhaft ist das Dämpfungsverhalten, wenn gemäss einer weiteren Ausführungsform die Brennkammer als Sekundärbrennkammer ausgebildet ist, wenn die Brennkammer in die Verbrennungszone und eine stromaufwärts angeordnete Zuströmzone unterteilt ist, wenn die Zuströmzone sich in einem stufenartigen Uebergang zur Verbrennungszone erweitert, wenn die Verbrennungszone im Bereich des stufenartigen Uebergangs durch eine radiale Innenwand begrenzt wird, und wenn die Lochplatte an der Aussenseite der radialen Innenwand angeordnet ist.

35

#### KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

40

**[0015]** Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 im vereinfachten Längsschnitt eine Sekundärbrennkammer, wie sie aus dem Stand der Technik, insbesondere der EP-A1 0 669 500, bekannt ist;

45

Fig. 2 einen vergrösserten Ausschnitt der Brennkammer nach Fig. 1 im Bereich des stufenartigen Uebergangs zwischen Zuströmzone und Verbrennungszone mit einer integrierten Helmholtzresonator-Anordnung gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

50

Fig. 3 in einer perspektivischen, vergrösserten Darstellung die Helmholtzresonator-Anordnung aus Fig. 2 mit den beiden parallelen Lochplatten;

Fig. 4 eine beispielhafte Dämpfungskurve für einen der Teilresonatoren aus der Anordnung nach Fig. 3; und

55

Fig. 5 der zu Fig. 4 gehörende Frequenzgang der Verschiebungsamplitude im Dämpfungsrohr (Oeffnung 27) eines Teilresonators aus Fig. 3.

## WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

**[0016]** 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 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 erweiterten Zwischenraum 16 strömt. Die Innenwand 12 wird dabei von der Kühlluft konvektiv gekühlt. Vom Zwischenraum 16 strömt die Kühlluft durch Oeffnungen 21 in der Innenwand 15 in die Zuströmzone 20, und durch Oeffnungen 22 in der Innenwand 17 in die Verbrennungszone 23 ein, und bewirkt dabei eine Effusionskühlung.

**[0017]** An der radialen Innenwand 17, d.h., der stufenartigen Erweiterung zwischen Zuströmzone 20 und Verbrennungszone 23 kann nun gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wie es in Fig. 2 und 3 dargestellt ist, eine Helmholtzresonator-Anordnung integriert werden, die gleichzeitig eine effektive Kühlung der Innenwand 17 gewährleistet. Auf der Aussenseite der radialen Innenwand 17 wird dazu gemäss Fig. 2 in einem Abstand (A in Fig. 3) eine Lochplatte 24 parallel angeordnet, die zusammen mit der radialen Innenwand 17 ein (ringförmiges) Dämpfungsvolumen 26 einschliesst. Die Innenwand 17 weist eine Mehrzahl von mehr oder weniger regelmässig verteilten Oeffnungen 27 auf, die identisch mit den Oeffnungen 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 D1 und einer Länge B (Fig. 3) ausgebildeten Oeffnungen 27 wirken jede für sich als Dämpfungsrohr eines Helmholtz-Teilresonators, der aus der jeweiligen Oeffnung 27 und dem dahinterliegenden Teilvolumen des Dämpfungsvolumens 26 gebildet wird. Das Dämpfungsvolumen 26 insgesamt und die Gesamtheit der Oeffnungen 27 lassen sich als einzelne Helmholtzresonatoren auffassen, deren einzelne Dämpfungsvolumen untereinander zum Dämpfungsvolumen 26 verbunden sind.

**[0018]** Die Lochplatte 24 hat neben der Begrenzung des Dämpfungsvolumens zwei weitere wichtige Aufgaben. Die in der Lochplatte 24 vorgesehenen Oeffnungen 25 lassen aus dem Zwischenraum 16 Kühlluft in das Dämpfungsvolumen 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 Oeffnungen 25 relativ zu den Oeffnungen 27 versetzt bzw. "auf Lücke" angeordnet. Dadurch trifft die in das Dämpfungsvolumen 26 einströmende Kühlluft auf die den Oeffnungen 25 gegenüberliegende Aussenseite der Innenwand 17, was zu einer effektiven Prallkühlung der Innenwand 17 führt. Der Durchmesser D2 der Oeffnungen 25 (Fig. 3) ist gegenüber dem Durchmesser D1 vergleichsweise klein. Dadurch ist gewährleistet, dass die durchströmende Kühlluft einen ausreichenden Druckabfall erleidet.

**[0019]** Die Resonanzfrequenz der Resonatoranordnung bzw. der Teilresonatoren wird im wesentlichen durch den Abstand A, die Dicke B der Innenwand 17 bzw. die Länge der Oeffnungen 27, den Durchmesser der Oeffnungen 27 und den periodischen Abstand L (Fig. 3) der Oeffnungen 27 bestimmt. Zur Dämpfung von Frequenzen im Bereich von mehreren kHz sind die Oeffnungen 27 als Durchgangsbohrungen mit einer Länge B von wenigen Millimetern und einem Durchmesser D1 von wenigen Millimetern ausgebildet. Der periodische Abstand L zwischen benachbarten Oeffnungen 27 beträgt wenige Millimeter, und der Abstand A der Lochplatte 24 von der Innenwand 17 beträgt ebenfalls wenige Millimeter.

**[0020]** Für die Dämpfung höherer Frequenzen um 5,5 kHz können die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten beispielhaften Werte angegeben werden:

50

55

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35

<b>Kühlluft</b>		
Druck	16,6	bar
Temperatur	770	K
Dichte	7,51	kg/m <sup>3</sup>
Schallgeschwindigkeit	556,22	m/s
kinematische Viskosität	4,71 · 10 <sup>-6</sup>	m <sup>2</sup> /s
<b>Heissgas in der Brennkammer</b>		
Temperatur	1740	K
Dichte	3,32	kg/m <sup>3</sup>
Schallgeschwindigkeit	836,14	m/s
<b>Brennkammer</b>		
Druckschwingungsamplitude	100	mbar
Querschnittsfläche	0,0863	m <sup>2</sup>
akustische Leistung der Wanderwelle	388	W
<b>Dämpfer</b>		
Resonanzfrequenz	5500	Hz
Volumen eines Teilresonators	0,0005	Liter
Länge (B) des Dämpfungsrohres 27	0,005	m
Strömungsgeschwindigkeit im Rohr 27	4	m/s
Länge der Oeffnung 25	0,005	m
Durchmesser D2 der Oeffnung 25	0,7	mm
Durchmesser D1 des Dämpfungsrohres27	4,32	mm
periodischer Lochabstand L	10	mm

40  
45  
50  
55

**[0021]** Das sich für die Werte aus der Tabelle ergebende Dämpfungsverhalten der einzelnen Teilresonatoren ist in den Fig. 4 und 5 wiedergegeben. Fig. 4 zeigt dabei die relative Dämpfung (relative attenuation power) über der Frequenz. Fig. 5 zeigt die Verschiebungsamplitude (displacement amplitude) in dem Dämpfungsrohr (Oeffnung 27) über der Frequenz. man erkennt, dass beide Kurven ein ausgeprägtes Maximum bei der gewünschten Frequenz von 5500 Hz aufweisen.

**[0022]** Die Resonatoranordnung gemäss Fig. 2 und 3 benötigt einen Kühlluftstrom, der gross genug ist, um eine wärmebedingte Abweichung der Resonanzfrequenz vom konstruktiv festgelegten Wert zu verhindern. Ein solcher Kühlluftstrom ist in jedem Fall ausreichend für die Kühlung der Innenwand 17. Das Dämpfungsvermögen der einzelnen Oeffnung 27 ist gross genug, um die Dämpfung der Gesamtanordnung auf einen breiteren Frequenzbereich auszudehnen. Dazu kann ein gewisser Streubereich für die Werte A, B, D1 und L gewählt werden, um unterschiedliche Resonanzfrequenzen der einzelnen Teilresonatoren zu realisieren. Die Länge der Oeffnungen 25 ist solange nicht von Bedeutung, wie der Druckabfall über diese Oeffnungen hinreichend gross ist.

**[0023]** Insgesamt ergibt sich mit der Erfindung eine Brennkammer, die bei guter akustischer Dämpfung eine effiziente Kühlung der Innenwände gewährleistet und zugleich kompakt ausgeführt werden kann. Es versteht sich dabei von selbst, dass die Helmholtzresonator-Anordnung im Rahmen der Erfindung auch an anderer Stelle der Innenwände angeordnet werden kann.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0024]

- 5 10 Sekundärbrennkammer
- 11 Aussenwand
- 12 Innenwand (Verbrennungszone)
- 13 Heissgasauslass
- 14 Kühlluftkanal
- 10 15 Innenwand (Zuströmzone)
- 16 Zwischenraum
- 17 radiale Innenwand
- 18 Brennstofflanze
- 19 Düse (Brennstofflanze)
- 15 20 Zuströmzone
- 21 Oeffnung (Wand 15)
- 22,27 Oeffnung (Wand 17)
- 23 Verbrennungazone
- 24 Lochplatte
- 20 25 Einlassöffnung
- 26 Dämpfungsvolumen
- A Abstand
- B Dicke (Innenwand)
- D1,D2 Durchmesser
- 25 L periodischer Lochabstand

**Patentansprüche**

- 30 1. Brennkammer (10) für eine Gasturbine, in welcher Brennkammer (10) die heissen Verbrennungsgase einer Verbrennungszone (23) durch Innenwände (12, 17) umschlossen werden, welche durch ausserhalb der Innenwände (12, 17) herangeführte Kühlluft gekühlt werden, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in einem Teilbereich an der Aussenseite der Innenwände (12, 17) eine von den Innenwänden (12, 17) beabstandete, im wesentlichen parallel zu den Innenwänden (12, 17) verlaufende Lochplatte (24) angeordnet ist, welche zusammen mit der zugehörigen Innenwand (17) ein geschlossenes Dämpfungsvolumen (26) bildet, dass die Innenwände (17) im Bereich des
   
35 Dämpfungsvolumens (26) eine Mehrzahl von verteilt angeordneten ersten Oeffnungen (27) aufweist, durch welche das Dämpfungsvolumen (26) mit der Verbrennungszone (23) der Brennkammer (10) in Verbindung steht, dass die Lochplatte (24) eine Mehrzahl von verteilt angeordneten zweiten Oeffnungen (25) aufweist, durch welche Kühlluft von aussen in das Dämpfungsvolumen (26) einströmt und nach Art einer Prallkühlung zwischen den ersten Oeffnungen (27) auf die gegenüberliegende Aussenseite der Innenwand (17) trifft, und dass der Abstand (A) zwischen
   
40 der Lochplatte (24) und der Innenwand (12) und die geometrischen Abmessungen (B, D1, L) der ersten Oeffnungen (27) so gewählt sind, dass die ersten Oeffnungen (27) zusammen mit den Dämpfungsvolumen (26) eine Mehrzahl von untereinander verbundenen Helmholtzresonatoren bilden und als Schalldämpfer für in der Brennkammer entstehende akustische Schwingungen wirken.
- 45 2. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die geometrischen Abmessungen (B, D1) der einzelnen ersten Oeffnungen (27) und die Abstände (L) der ersten Oeffnungen (27) untereinander im wesentlichen gleich gewählt sind.
- 50 3. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die geometrischen Abmessungen (B, D1) der einzelnen ersten Oeffnungen (27) und/oder der Abstand zwischen Lochplatte (24) und Innenwand (17) im Bereich der einzelnen ersten Oeffnungen (27) und/oder der periodische Abstand (L) der einzelnen ersten Oeffnungen (27) untereinander zur Erzeugung eines verbreiterten Dämpfungsfrequenzbandes innerhalb eines Wertebereiches unterschiedlich gewählt werden.
- 55 4. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Dämpfung von Frequenzen im Bereich von mehreren kHz die ersten Oeffnungen (27) als Durchgangsbohrungen mit einer Länge (B) von wenigen Millimetern und einem Durchmesser (D1) von wenigen Millimetern ausgebildet sind, dass der periodische Abstand (L) zwischen benachbarten ersten Oeffnungen (27) wenige Millimeter beträgt, und dass der Abstand (A)

der Lochplatte (24) von der Innenwand (17) ebenfalls wenige Millimeter beträgt.

- 5
5. Brennkammer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Dämpfung von Frequenzen von etwa 5500 Hz die Länge (B) der ersten Oeffnungen (27) etwa 5 mm, der Durchmesser (D1) der ersten Oeffnungen (27) etwa 4,3 mm, der periodische Abstand (L) der ersten Oeffnungen (27) untereinander etwa 10 mm, und der Abstand (A) zwischen der Lochplatte (24) und der Innenwand (17) etwa 5 mm betragen.
- 10
6. Brennkammer nach einem der Ansprüche 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser (D2) der zweiten Oeffnungen kleiner als 1 mm, insbesondere etwa 0,7 mm, ist.
- 15
7. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkammer (10) als Sekundärbrennkammer ausgebildet ist, dass die Brennkammer (10) in die Verbrennungszone (23) und eine stromaufwärts angeordnete Zuströmzone (20) unterteilt ist, dass die Zuströmzone (20) sich in einem stufenartigen Uebergang zur Verbrennungszone (23) erweitert, dass die Verbrennungszone (23) im Bereich des stufenartigen Uebergangs durch eine radiale Innenwand (17) begrenzt wird, und dass die Lochplatte (24) an der Aussenseite der radialen Innenwand (17) angeordnet ist.

20

25

30

35

40

45

50

55

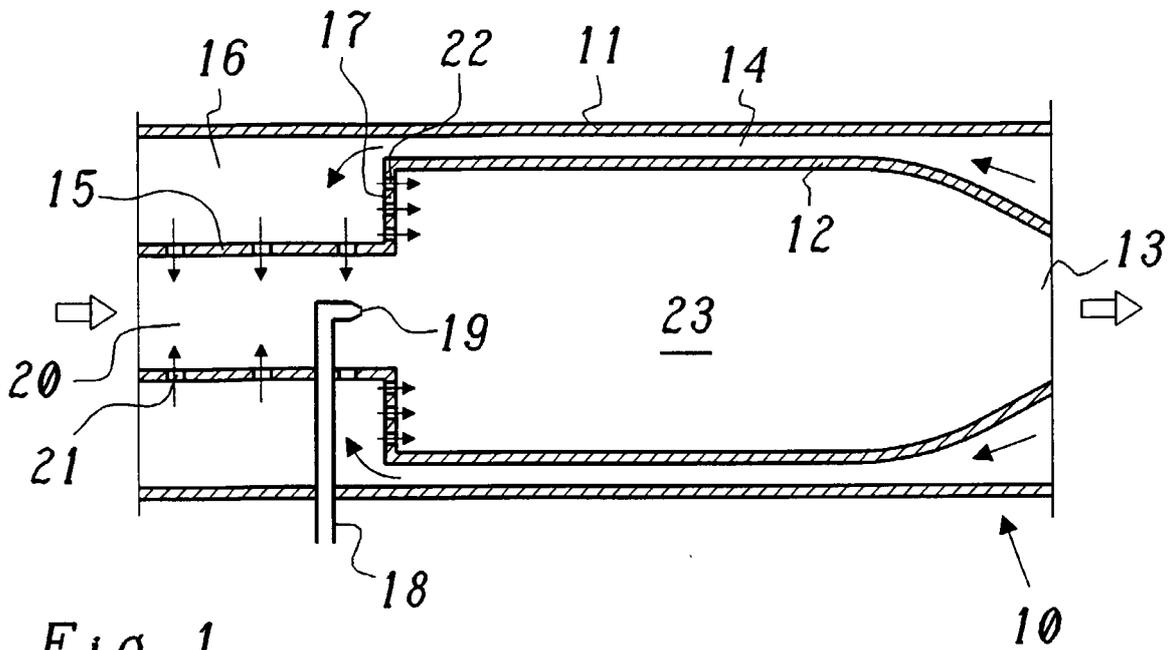


Fig. 1

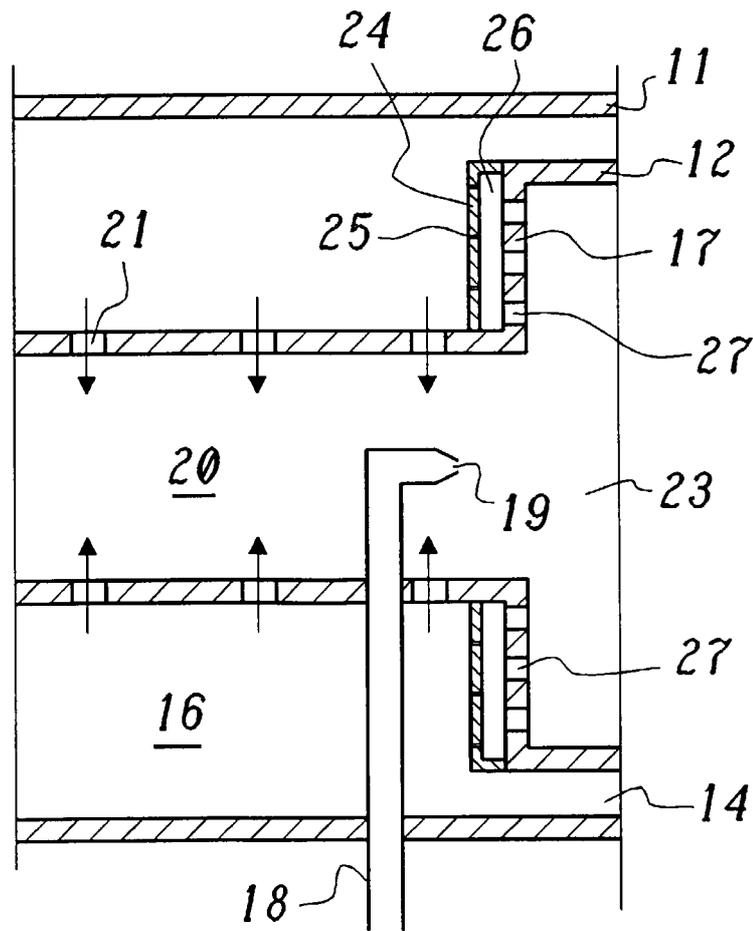
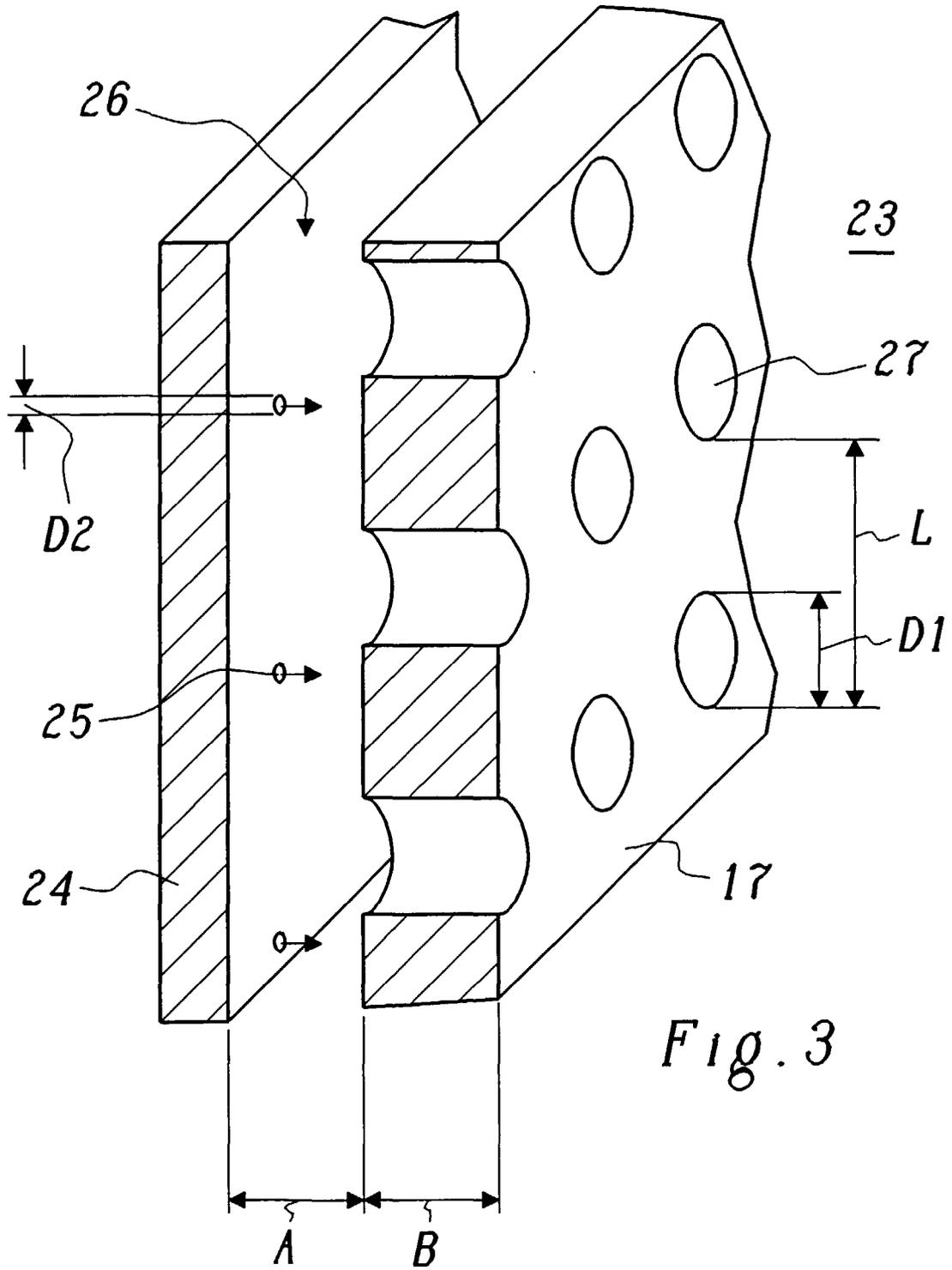
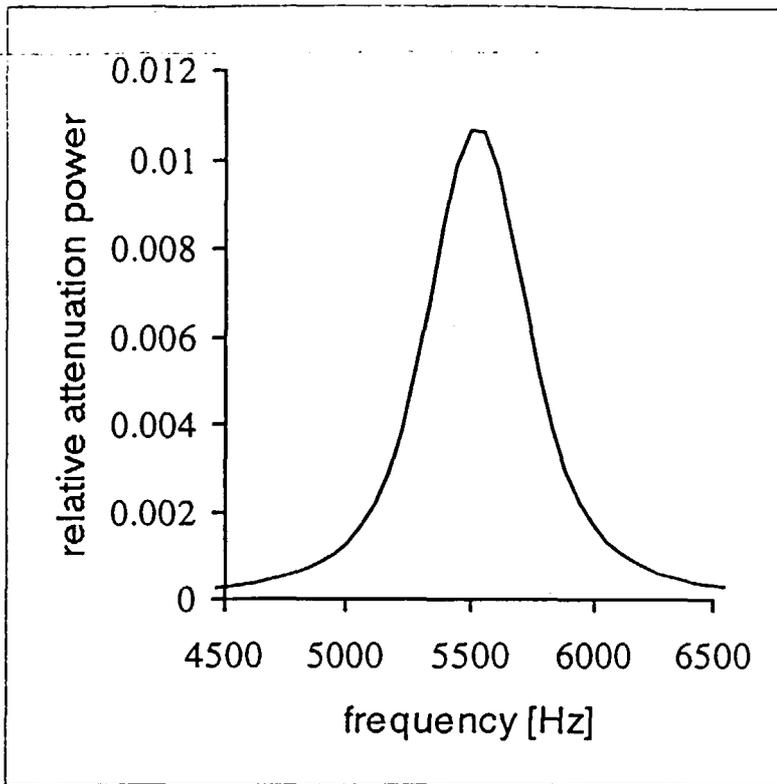
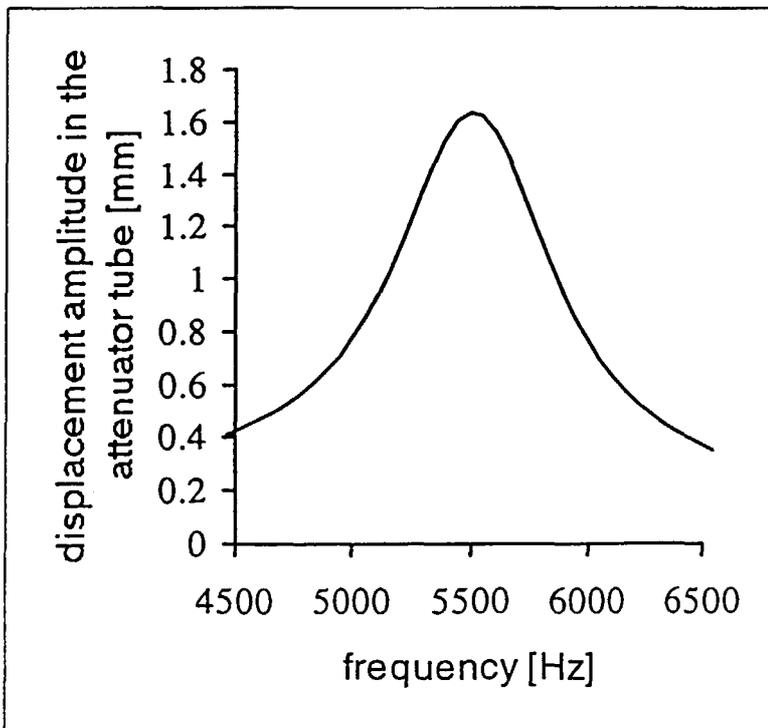


Fig. 2





*Fig. 4*



*Fig. 5*



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 98 81 0656

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	FR 2 447 069 A (WESTEEL GUY) 14. August 1980 * das ganze Dokument * ---	1-6	F23R3/00 F02B77/13 F02M35/12 G10K11/172
X	EP 0 843 090 A (ROLLS ROYCE PLC) 20. Mai 1998 * Spalte 7, Zeile 2 - Zeile 39; Abbildungen 4,5 * ---	1,2,4,5	F01N1/02
X	US 4 199 936 A (COWAN SAMUEL J ET AL) 29. April 1980 * Abbildung 3 * * Spalte 6, Zeile 30 - Spalte 9, Zeile 18 * ---	1,3-6	
X	US 3 848 697 A (JANNOT MICHEL R. ET AL) 19. November 1974 * Spalte 5, Zeile 4 - Zeile 33; Abbildung 14 * ---	1,3-5	
X	DE 37 00 444 A (SCHILLING SIEGFRIED W) 21. Juli 1988 * Abbildungen * * Spalte 3, Zeile 34 - Spalte 4, Zeile 2 * * Spalte 5, Zeile 28 - Zeile 58 * ---	1-5,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
X	DE 33 18 863 A (RABE ERICH;BIELEFELDT ERICH) 13. Dezember 1984 * Seite 21, Absatz 3 - Seite 22, Absatz 1; Abbildung 1 * ---	1-5,7	F23R F02B F02M G10K H10K F01N
X	US 5 528 904 A (JONES CHARLES R ET AL) 25. Juni 1996 * Abbildungen * ---	1,4,5	
X	EP 0 576 717 A (ABB RESEARCH LTD) 5. Januar 1994 * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	1. Dezember 1998	Raspo, F	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D: in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A: technologischer Hintergrund		L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O: nichtschriftliche Offenbarung		-----	
P: Zwischenliteratur		&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 98 81 0656

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.

01-12-1998

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2447069 A	14-08-1980	KEINE	
EP 0843090 A	20-05-1998	KEINE	
US 4199936 A	29-04-1980	KEINE	
US 3848697 A	19-11-1974	FR 2191025 A	01-02-1974
		DE 2334048 A	24-01-1974
		GB 1429240 A	24-03-1976
DE 3700444 A	21-07-1988	CH 673521 A	15-03-1990
DE 3318863 A	13-12-1984	KEINE	
US 5528904 A	25-06-1996	KEINE	
EP 0576717 A	05-01-1994	DE 4316475 A	05-01-1994

EPD FORM P0461

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