

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 845 639 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
03.06.1998 Patentblatt 1998/23

(51) Int Cl. 6: F23R 3/42, F23R 3/16

(21) Anmeldenummer: 97810817.3

(22) Anmeldetag: 31.10.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC

NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV RO SI

(30) Priorität: 29.11.1996 DE 19649486

(71) Anmelder: ABB RESEARCH LTD.  
8050 Zürich (CH)

(72) Erfinder:

• Paschereit, Oliver Christian, Dr.  
5400 Baden (CH)

• Polifke, Wolfgang, Dr.

5200 Windisch (CH)

• Sattelmayer, Thomas, Dr.

5318 Mandach (CH)

(74) Vertreter: Klein, Ernest et al  
Asea Brown Boveri AG  
Immaterialgüterrecht(TEI)  
Haselstrasse 16/699 I  
5401 Baden (CH)

### (54) Brennkammer

(57) Bei einer Brennkammer wird die Aufbereitung der Heissgase sequentiell über zwei Stufen (20, 40) vorgenommen. Am Ende der ersten Stufe (20) in Strömungsrichtung ist eine Querschnittsverengung (30) angeordnet, über welche die in der ersten Stufe (20) aufbereiteten Heissgase (21) in die zweite Stufe (40) übergeleitet werden. Die Machzahl am Austritt (31) dieser Querschnittsverengung (30) entspricht dem Flächenverhältnis aus Austrittsfläche (A2) über Eintrittsfläche (A1). Damit entsteht eine reflexionsarme Ausgestaltung, bei welcher niederfrequente Schwingungen signifikant absorbiert werden.

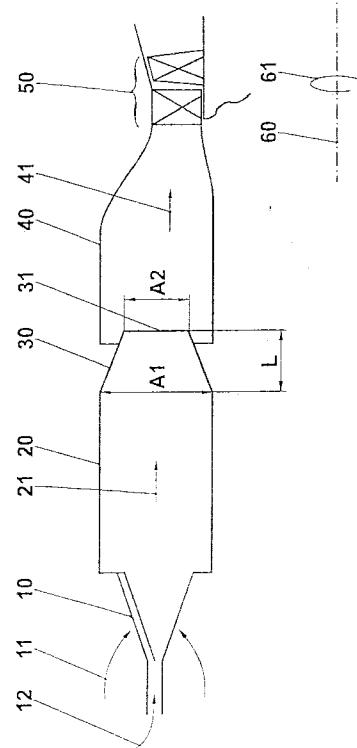


FIG.

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkammer gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

### Stand der Technik

Die Wärmefreisetzung beim Betrieb von Brennkammern, insbesondere bei Vormischverbrennungen, verursacht Druckpulsationen, deren Schädlichkeit dem Fachmann bestens bekannt ist. Hiergegen sind bereits verschiedene Vorschläge bekanntgeworden, welche dahin zielen, die Reflexion von durch die Wärmefreisetzung verursachten Druckpulsationen an den Brennkammerenden zu verhindern. In diesem Zusammenhang werden oft Helmholtz-Resonatoren eingesetzt.

Obwohl Helmholtz-Resonatoren an sich eine signifikante Verminderung von Druckpulsationen bei Schwingungen nahe der Auslegungsfrequenz bewirken, darf nicht verkannt werden, dass neben dem Nachteil der dafür notwendigen Platzverhältnisse für eine solche Einrichtung auch die Wirkung auf die Umgebung der Auslegungsfrequenz beschränkt ist.

Insbesondere bei kompakten Ringbrennkammern ist eine solche Einrichtung aus Platzgründen schwer einsetzbar, so dass taugliche Massnahmen zur Verhinderung von thermodynamischen Schwingungen bei Brennkammern der neueren Generation nach wie vor fehlen, resp. noch nicht in tauglicher Form vorgeschlagen worden sind.

### Darstellung der Erfindung

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Brennkammer der eingangs genannten Art eine Ausgestaltung vorzuschlagen, welche die Reflexion von Druckpulsationen am Brennkammerende minimiert.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass durch die reflexionsarme Ausgestaltung des Brennkammerendes die Rückkopplung der Druckpulsationen auf den Brenner, welche zu erneuten Schwankungen in der Wärmefreisetzung und damit Druckpulsationen führen können, unterbunden wird.

Der Grundgedanke der Erfindung basiert auf der Idee, dass niederfrequente Schwingungen signifikant absorbiert werden, wenn sie durch eine Düse mit anschliessendem Freistrahlt transmittiert werden.

Aus akustischen Gründen ergibt die Umsetzung des Grundgedankens der Erfindung eine Brennkammer mit zwei in Strömungsrichtung nachgeschalteten Stufen. Am Kopf der ersten Stufe sind Brenner angeordnet, die an sich von beliebiger Bauform sein können. Im Zuge der Tatsache, dass Brennkammern der neueren Generation zur Minimierung der Schadstoff-Emissionen

vorzugsweise mit einer Vormischverbrennung betrieben werden, sind hier für die weitere Betrachtung Vormischbrenner zugrundegelegt. Brennstoff und Verbrennungsluft reagieren innerhalb der ersten Stufe miteinander.

Die Grösse dieser ersten Stufe muss so dimensioniert sein, dass vor Erreichen deren Ausgang in Strömungsrichtung die Wärme aus dem Verbrennungsprozess weitgehend freigesetzt ist. Der CO-Ausbrand muss dagegen nicht abgeschlossen sein. Die Reaktionsprodukte aus der Verbrennung innerhalb der ersten Stufe durchströmen dann deren Ausgang, welcher erfindungsgemäss nach den nachfolgenden geschilderten Kriterien ausgelegt ist, und gelangen dann in die zweite Stufe, welche als Ausbrandzone operiert. Diese muss ihrerseits so dimensioniert sein, dass der CO-Gehalt auf den Wunschwert abfällt, bevor die Arbeitsgase dann die Leit- und Laufschaufeln einer nachgeschalteten Turbine beaufschlagen.

Erfindungsgemäss wird der Uebergang, bei einer aus zwei Stufen bestehenden Brennkammer, zwischen der ersten und zweiten Stufe mit einer Querschnittsverengung gebildet, bei welcher die niederfrequenten Schwingungen absorbiert werden, indem diese durch die genannte Verengung, die als Düsenkontraktion ausgebildet ist, mit anschliessendem Freistrahlt transmittiert werden. Somit wird die akustische Energie in die Energie der fluktuierenden Wirbelstärke am Düsenaustritt überführt. Diese Energie wird schliesslich in Wärme dissipiert.

Wird die Brennkammer durch mehr als zwei sequentiell geschaltete Stufen gebildet, so sind die jeweiligen Uebergänge der einzelnen Stufen hinsichtlich der Querschnittsverengung resp. Düsenkontraktion nach den hier für zwei Stufen festgelegten Grundsätzen auszulegen.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil bei der Umsetzung der Erfindung ist darin zu sehen, dass die Konfiguration der Querschnittsverengung resp. Düsenkontraktion entsprechend den vorgegebenen Brennkammerverhältnissen immer zu einer minimalen Reflektion angepasst werden kann, ohne damit die Auslegung der Brennkammer zu verändern. Diese endseitige Kontraktion der ersten Stufe werden vorzugsweise als Düse mit minimalen Druckverlustbeiwert oder als Blende mit einer oder mehreren Offnungen ausgelegt. Der Querschnittsverlauf der Kontraktion in Strömungsrichtung ist hingegen erfindungsgemäss recht gut eingegrenzt: das Flächenverhältnis zwischen Austritt und Eintritt der Kontraktion entspricht der Machzahl am Düsenaustritt. Um welches Flächenverhältnis es sich hier handelt, wird weiter unten näher dargelegt.

Vorteilhafte und zweckmässige Weiterbildungen der erfindungsgemässen Aufgabenlösung sind in den weiteren abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden wird anhand der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen. Die Strömungs-

richtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben.

### Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die einzige Figur zeigt eine als Ringbrennkammer konzipierte Brennkammer, die aus zwei Stufen besteht, wobei intermediär zwischen den beiden eine Düsenkontraktion wirkt.

### Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

Die Figur zeigt, wie dies aus der Wellenachse 60 und Drehbewegung 61 des nicht näher gezeigten Rotors hervorgeht, dass es sich vorliegend um eine Ringbrennkammer handelt, welche im wesentlichen die Form eines zusammenhängenden annularen oder quasi-annularen Zylinders aufweist. Darüber hinaus kann eine solche Brennkammer auch aus einer Anzahl axial, quasi-axial oder schraubenförmig angeordneter und einzeln in sich abgeschlossener Brennräume bestehen. An sich kann die Brennkammer auch aus einem einzigen Rohr bestehen. Die in der Figur gezeigte Ringbrennkammer besteht aus einer ersten Stufe 20 und einer zweiten nachgeschalteten Stufe 40. Intermediär zwischen den beiden Stufen 20, 40 wirkt eine Querschnittsverengung 30, auf welche weiter unten noch näher eingegangen wird. Die erste Stufe 20 weist zunächst kopfseitig eine Anzahl in Umfangsrichtung nebeneinander angeordneter Vormischbrenner 10 auf, deren Ausgestaltung und Funktion aus EP-0 321 809 B1 hervorgeht, wobei diese Druckschrift integrierender Bestandteil vorliegender Beschreibung ist. Ein weiterer Vormischbrenner, der ebenfalls prädestiniert ist, hier zum Einsatz zu gelangen, geht aus EP-0 704 657 A2 hervor, wobei auch diese Druckschrift integrierender Bestandteil vorliegender Beschreibung ist. Die stattfindende Gemischbildung im Brenner 10 zwischen einem Luftstrom 12 und einem Brennstoff 10 bildet jenes Verbrennungsgemisch, das in der ersten Stufe 20 zu Heissgasen 21 verbrannt wird. Nach Durchströmung der bereits genannten Querschnittsverengung 30 strömen die Heissgase 21 dann in die zweite Stufe 40, in welcher der endgültige Ausbrand stattfindet, bevor die dort gebildete Arbeitsgase 41 schliesslich eine nachgeschaltete Turbine 50 beaufschlagen.

Die Gestaltung der Querschnittsverengung 30 ist durch den erlaubten Druckverlustbeiwert und die Anforderungen an das Strömungsfeld definiert. Möglich sind eine Düsenform mit minimiertem Druckverlustbeiwert oder eine Blende mit einem oder mehreren Löchern. Entscheidend für die Ausgestaltung der Querschnittsverengung 30 ist indessen das Flächenverhältnis der Kontraktion in Strömungsrichtung. Eine minimale Reflexion wird erreicht, wenn die Machzahl am Austritt 31 der Querschnittsverengung 30 gleich dem Flächenverhältnis der Querschnittsverengung 30 ist, wobei dieses Flächenverhältnis aus dem Quotient zwischen Austrittsfläche A2 dividiert durch die Eintrittsfläche A1 der Querschnittsverengung 30 ermittelt wird. Durch diese Vorgabe wird bei einem ausreichenden Verlauf der Düsenkontraktion eine minimale Reflexion erreicht, d.h., die dort auftretende akustische Energie wird in die Energie der fluktuierenden Wirbelstärke am Austritt 31 der Querschnittsverengung 30 überführt, wobei diese Energie schliesslich in Wärme dissipiert. Allein durch diese geometrische Ausgestaltung der Querschnittsverengung 30 ergibt eine Impedanz  $\frac{Z}{Pc} = 1$ , welche ein typisches reflexionsfreies Ende am Austritt 31 der Querschnittsverengung 30 induziert. Typische Werte für die Aufenthaltszeiten der Heissgase 21, 41 betragen für die erste Stufe 5-20 ms, für die zweite Stufe 10-50 ms.

che A2 dividiert durch die Eintrittsfläche A1 der Querschnittsverengung 30 ermittelt wird. Durch diese Vorgabe wird bei einem ausreichenden Verlauf der Düsenkontraktion eine minimale Reflexion erreicht, d.h., die dort

auftretende akustische Energie wird in die Energie der fluktuierenden Wirbelstärke am Austritt 31 der Querschnittsverengung 30 überführt, wobei diese Energie schliesslich in Wärme dissipiert. Allein durch diese geometrische Ausgestaltung der Querschnittsverengung 30 ergibt eine Impedanz  $\frac{Z}{Pc} = 1$ , welche ein typisches reflexionsfreies Ende am Austritt 31 der Querschnittsverengung 30 induziert. Typische Werte für die Aufenthaltszeiten der Heissgase 21, 41 betragen für die erste Stufe 5-20 ms, für die zweite Stufe 10-50 ms.

15

### Bezugszeichenliste

- 10 Vormischbrenner
- 11 Brennstoff
- 20 12 Luftstrom
- 20 20 Erste Stufe
- 21 Heissgase
- 30 Querschnittsverengung
- 31 Austritt der Querschnittsverengung
- 25 40 Zweite Stufe
- 41 Arbeitsgase
- 50 Turbine
- 60 Wellenachse des Rotors
- 61 Drehbewegung
- 30 A1 Eintrittsfläche der Düsenkontraktion
- A2 Austrittsfläche der Düsenkontraktion
- L Axiale Länge der Düsenkontraktion

### 35 Patentansprüche

1. Brennkammer, im wesentlichen bestehend einer ersten Stufe und mindestens einer nachgeschalteten zweiten Stufe, wobei in diesen Stufen sequentiell die Aufbereitung der Heissgase zur Beaufschlagung einer der Brennkammer nachgeschalteten Turbine vonstatten geht, dadurch gekennzeichnet, dass der Uebergang der Heissgase (21) zwischen der vorangehenden Stufe (20) und der nachgeschalteten Stufe (40) durch eine in Strömungsrichtung angeordnete Querschnittsverengung (30) gebildet ist.
2. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsverengung (30) einen Aufbau aufweist, bei welchem die Machzahl am Austritt (31) der Querschnittsverengung (30) gleich dem Flächenverhältnis der Querschnittsverengung (30) entspricht, welches Flächenverhältnis ein Quotient aus Austrittsfläche (A2) über Eintrittsfläche (A1) ist.
3. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, dass die axiale Länge (L) der Querschnittsverengung (30) grösser 5% des Durchmessers an der Eintrittsfläche (A1) ist.

4. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkammer eine Ringbrennkammer ist. 5
5. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkammer mit mindestens einem Vormischbrenner (10) betreibbar ist. 10
6. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsverengung (30) eine Düsenform aufweist. 15
7. Brennkammer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsenform einen minimalen Druckverlustbeiwert aufweist. 20
8. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsverengung (30) eine Blende mit einem oder mehreren Löchern ist. 25

30

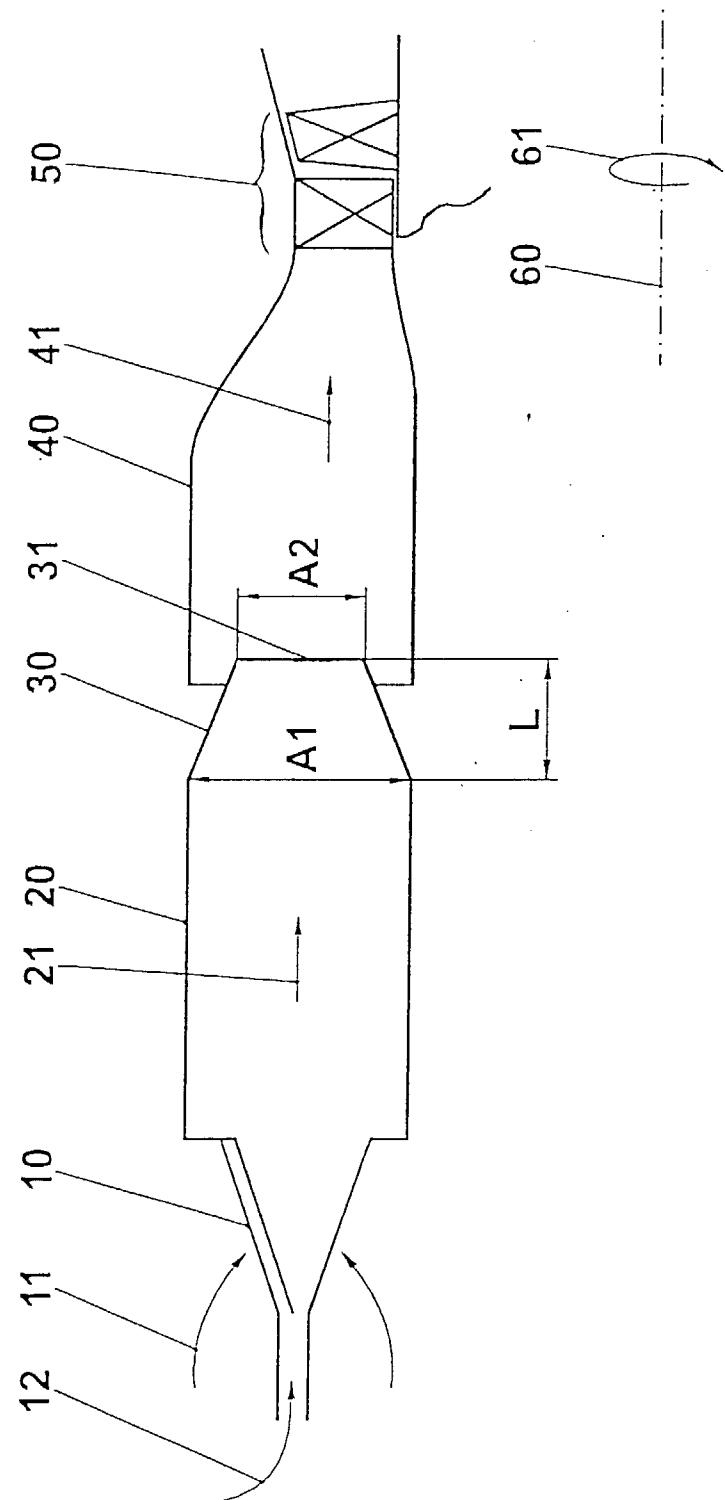
35

40

45

50

55



**FIG.**



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 97 81 0817

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X A	GB 818 634 A (BSA) 19. August 1959 * Seite 3, Zeile 81 - Zeile 99; Abbildungen 1-5 *	1,3-7 2 ---	F23R3/42 F23R3/16
X A	GB 812 201 A (SNECMA) 22. April 1959 * das ganze Dokument *	1,3-7 2 ---	
X A	US 4 413 477 A (DEAN GILBERT J ET AL) * Zusammenfassung; Abbildungen 1.2 *	1,3-7 2,8 ---	
X A	US 5 309 718 A (LOVING RONALD E) 10. Mai 1994 * Spalte 5, Zeile 40 - Spalte 6, Zeile 18; 2 Abbildung 2 *	1,8 ---	
A	EP 0 353 192 A (REITER CHRISTIAN) 31. Januar 1990 -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)
			F23R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	24. Februar 1998	Iverus, D	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument U : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund C : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			