

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 943 867 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**18.12.2002 Patentblatt 2002/51**

(51) Int Cl.7: **F23R 3/00**, F23M 5/02

(21) Anmeldenummer: **98810220.8**

(22) Anmeldetag: **17.03.1998**

(54) **Keramische Auskleidung einer Brennkammer**

Ceramic lining for a combustor

Revêtement céramique pour une chambre de combustion

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.09.1999 Patentblatt 1999/38**

(73) Patentinhaber: **ALSTOM (Switzerland) Ltd**  
**5401 Baden (CH)**

(72) Erfinder:  
• **Aigner, Manfred, Dr.**  
**5430 Wettingen (CH)**  
• **Dubach, Peter**  
**5452 Oberrohrdorf (CH)**

- **Heger, Armin, Dr.**  
**5415 Nussbaumen (CH)**
- **Pfeiffer, Andreas, Dr.**  
**79787 Lauchringen (DE)**
- **Weiler, Ludwig, Dr.**  
**69124 Heidelberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| <b>EP-A- 0 046 520</b> | <b>DE-A- 2 364 258</b> |
| <b>FR-A- 2 158 572</b> | <b>GB-A- 1 038 661</b> |
| <b>US-A- 4 422 300</b> | <b>US-A- 4 988 290</b> |
| <b>US-A- 5 592 814</b> |                        |

**EP 0 943 867 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine keramische Auskleidung für thermisch hochbeanspruchte Wände von Brennräumen gemäss Oberbegriff des Patentanspruches 1. Solche Auskleidungen finden insbesondere Anwendung als innere Wandisolierung von metallischen Brennkammern, beispielsweise für Gasturbinen.

### Stand der Technik

**[0002]** Aus DE 195 02 730 A1 ist eine keramische Auskleidung einer Brennkammer bekannt, welche eine ungekühlte lösbare Auskleidung eines Brennraumes mit keramischen Elementen ermöglicht, die den hohen thermischen und mechanischen Beanspruchungen in einer modernen kommerziellen hochbelasteten Gasturbinenbrennkammer Stand hält.

**[0003]** Die Auskleidung besteht hierzu aus mindestens einer Wandplatte aus hochtemperaturbeständiger Strukturkeramik, auch monolithische Keramik genannt, mit mindestens einer durchgehenden Öffnung und aus einem Befestigungselement pro Öffnung. Das Befestigungselement ist mit seinem Fuss in einer an der metallischen Tragwand angebrachten metallischen Haltevorrichtung befestigt, wobei der Kopf des Befestigungselementes in der Öffnung der Wandplatte ruht. Das Befestigungselement besteht ebenfalls aus hochtemperaturbeständiger Strukturkeramik und ist federelastisch an die Haltevorrichtung angebunden. Zwischen der metallischen Wand und der keramischen Wandplatte ist eine Isolationsschicht aus Faserkeramik vorgesehen. Die Vorteile dieser Lösung bestehen darin, dass die Auskleidung zerstörungsfrei demontierbar ist und daher mehrfach verwendet werden kann. Ferner können durch die federelastische Anbindung der keramischen Struktur an die metallische Haltekonstruktion die thermischen Dehnungen zwischen metallischen und keramischen Komponenten bzw. Verformungen der Isolationsschicht durch mechanische Beanspruchungen aufgenommen werden.

**[0004]** Diesen Vorteilen steht nachteilig gegenüber, dass die Auskleidung aus vielen einzelnen Wandelementen besteht, die separat befestigt werden müssen, dass die Befestigung der Auskleidung an der metallischen Tragstruktur recht aufwendig ist, und dass die Auskleidung aufgrund der Notwendigkeit mehrerer Lagen kompliziert ist. Ausserdem hat sich in der Praxis gezeigt, dass monolithische Keramiken gegenüber einer Stoss- bzw. Schlagbeanspruchung sehr empfindlich sind und oft zu Bruch gehen.

**[0005]** Aus diesem Grunde sollen faserverstärkte Keramiken eingesetzt werden. So wurde von K. Smith, A. Fahme: "Testing of Full Scale, Low Emissions, Ceramic Gas Turbine Combustor", ASME, 97-Gasturbine-157, Internatinal Gas Turbine & Aeroengine Congress & Ex-

hibition, Orlando, Florida, 02.-03.06.1997, eine Brennkammerauskleidung in Form von zwei konzentrisch angeordneten faserkeramischen Rohren vorgestellt. Das Aussenrohr hat dabei einen Durchmesser von ca. 0.75 m, während das Innenrohr einen Durchmesser von ca. 0.35 m aufweist. Gegenüber monolithischer Keramik soll die Faserkeramik zusätzlich eine wesentlich bessere Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturschock aufweisen.

**[0006]** Der Nachteil dieser Lösung besteht darin, dass derartige Rohre aus Faserkeramik aus technischen Gründen bisher nur für verhältnismässig kleine Abmessungen hergestellt werden können. Für die Brennkammern moderner hochleistungsfähiger Gasturbinen sind aber Aussendurchmesser von ca. 3.5 m notwendig. Ein weiterer Nachteil der o.a. Lösung besteht darin, dass die Keramikrohre durch äussere Konvektion gekühlt werden müssen und dafür sehr viel Kühlluft benötigt wird.

### Darstellung der Erfindung

**[0007]** Die Erfindung versucht, alle diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, eine keramische Auskleidung aus Faserkeramik für Brennräume zu entwickeln, welche für grosse Brennraumabmessungen geeignet ist, die einfach auf der metallischen Tragwand zu befestigen ist und deren Wärmeübertragung überwiegend durch Strahlung erfolgt.

**[0008]** Erfindungsgemäss wird dies bei einer keramischen Auskleidung gemäss Oberbegriff des Patentanspruches 1 dadurch erreicht, dass die Auskleidung aus einzelnen nebeneinander angeordneten Segmenten in Form von Hohlkammern mit einer dem Brennrauminneren zugewandten inneren Wand und einer direkt auf der metallischen Tragwand aufliegenden äusseren Wand besteht.

**[0009]** Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, dass kein zusätzliches Isoliermaterial notwendig ist, dass das keramische Fasermaterial thermoschockbeständig und fehlertolerant ist und die Auskleidung aus nur wenigen Einzelteilen besteht.

**[0010]** Es ist zweckmässig, wenn die Hohlkammern eine Längsausdehnung aufweisen, welche der Längsausdehnung des Brennraumes angepasst ist. Selbstverständlich können die Hohlkammern auch quer verlaufen. Die Limitierungen in der Temperaturbeständigkeit der faserkeramischen Materialien können bis zu deren Aufhebung durch das Führen von Kühlluft im Inneren der Hohlkammern eingehalten werden, so dass die Hohlkammern dann neben ihrer Funktion als Hitzeschilde auch noch die Funktion von Kühlluftführungen erfüllen.

**[0011]** In einer Ausgestaltungsvariante ist es ferner vorteilhaft, wenn die Hohlkammern innen mit Isoliermaterial gefüllt sind. Auf diese Weise kann die Temperatur der metallischen Tragwand weiter abgebaut werden.

**[0012]** Schliesslich ist mit Vorteil die äussere Wand

jeder Hohlkammer mittels hochtemperaturfester Schrauben und elastischer Elemente, vorzugsweise Tellerfedern, an der metallischen Tragwand fixiert. Diese Befestigung ist verglichen mit der von monolithischen Keramikbauteilen wesentlich einfacher. Dadurch, dass die Hohlkammer nur an der auf dem Metallträger aufliegenden Wand fixiert wird, muss nur die geringe thermische Dehnung einer Wandstärke mit den elastischen Elementen ausgeglichen werden.

### Kurze Beschreibung der Zeichnung

**[0013]** In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer thermisch hochbelasteten Gasturbinenbrennkammer dargestellt.

**[0014]** Es zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt der Brennkammer in einer ersten Ausführungsvariante;
- Fig. 2 einen Querschnitt der Brennkammer entlang der Linie II-II in Fig. 1;
- Fig. 3 eine perspektivische Teilansicht einer Brennkammer in einer zweiten Ausführungsvariante;
- Fig. 4 eine perspektivische Teilansicht der Brennkammer in einer dritten Ausführungsvariante der Erfindung;
- Fig. 5 einen Schnitt im Bereich der Befestigung der Auskleidung an der metallischen Tragwand.

**[0015]** Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt sind von der Anlage beispielsweise die Brenner und die Anbindung der Brennkammer an die Turbine. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen bezeichnet.

### Weg zur Ausführung der Erfindung

**[0016]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der Figuren 1 bis 5 näher erläutert.

**[0017]** Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt, Fig. 2 einen Querschnitt der Brennkammer in schematischer Darstellung in einer ersten Ausführungsvariante der Erfindung. Die Brennkammer 1 besteht aus einer metallischen Tragwand 2, auf deren Innenseite mehrere Segmente in Form von Hohlkammern 3 nebeneinander angeordnet sind. Diese Hohlkammern 3 sind aus fehlertolerantem keramischen Fasermaterial hergestellt, welches auch eine sehr gute Thermoschockbeständigkeit aufweist. Die innere Wand 4 jeder Hohlkammer 3 ist dabei dem Inneren der Brennkammer 1 zugewandt, während die äussere Wand 5 jeder Hohlkammer direkt auf der metallischen Tragwand 2 aufgebracht ist. Zwischen den einzelnen in Umfangsrichtung nebeneinander angeordneten Hohlkammern 3 sollte nur ein möglichst enger Spalt 6 (siehe Fig. 2) vorhanden sein, damit nur eine kleine Konvektionsströmung auftritt. Angestrebt werden

konvektionsfreie Hohlkammern 3, so dass der Wärmetransport aus dem heissen Brennraum zur (geköhlten) metallischen Tragstruktur überwiegend durch Strahlung erfolgen muss. Somit bildet die Hohlkammer 3 selbst eine Isolierschicht, es ist kein zusätzliches Isoliermaterial, wie beispielsweise bei Verwendung von Auskleidungen mit monolithischer Strukturkeramik, notwendig.

**[0018]** Wie aus Fig. 1 zu entnehmen ist, erstrecken sich die Hohlkammern 3 über die gesamte Länge der Brennkammer 1, ihre Längsausdehnung ist der Längsausdehnung der Brennkammer 1 angepasst. Die Hohlkammern 3 sind dabei in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnet. Selbstverständlich ist es in einer anderen Ausführungsform auch möglich, dass die Hohlkammern 3 quer zur Längsrichtung verlaufen.

**[0019]** In Fig. 3 ist eine perspektivische Teilansicht einer Brennkammer in einer zweiten Ausführungsvariante der Erfindung dargestellt. Bei dieser Ausführungsvariante sind die aus keramischem Fasermaterial bestehenden Hohlkammern 3 auf der metallischen Tragwand 2 aufgebracht und dienen einerseits als Hitzeschild, andererseits strömt zusätzlich durch das Innere der Hohlkammern 3 Kühlluft 7. Dies kann notwendig sein, wenn das Material lange extrem hohen Temperaturen ausgesetzt ist, da das zur Zeit zur Verfügung stehende keramische Fasermaterial bezüglich Langzeitbeständigkeit bei hohen Temperaturen noch nicht allen Ansprüchen genügt. An der Lösung dieses Problems wird von verschiedenen Seiten aus gearbeitet. Die in Umfangsrichtung nebeneinander angeordneten Hohlkammern 3 sind in ihrer Längsausdehnung ebenfalls der Längsausdehnung der Brennkammer 1 angepasst, so dass vorteilhaft nur wenige Einzelteile für die Auskleidung benötigt werden. Im Eintrittsbereich in die Brennkammer 1 sind senkrecht zu den o. a. Hohlkammern ebenfalls Hohlkammern 3 aus keramischen Fasermaterial angeordnet, welche mittig eine Öffnung für den Brenner aufweisen

**[0020]** Fig. 4 zeigt in einer perspektivischen Teilansicht einer Brennkammer eine dritte Ausführungsvariante der Erfindung. Die aus keramischen Fasermaterial bestehenden Hohlkammern 3 sind auch hier direkt mit ihrer äusseren Wand 5 mit der metallischen Tragstruktur 2 verbunden, wie anhand von Fig. 5 beispielhaft näher erläutert wird. Die innere Wand 4 der Hohlkammern 3 ist dem Innenraum der Brennkammer 1 zugewandt. Im Gegensatz zur Ausführungsform gemäss Fig. 3 sind bei Fig. 4 die Hohlkammern 3 mit Isoliermaterial 8 gefüllt. Auch auf diese Weise wird die auf die metallische Tragwand 2 einwirkende Temperatur gesenkt. Bei dieser Ausführungsform ist es ausserdem auch möglich, die Innenkontur der Brennkammer 1 allein durch die Faserkeramik zu modellieren. Auf diese Weise kann die metallische Tragstruktur 2 wesentlich vereinfacht werden.

**[0021]** Fig. 5 zeigt beispielhaft eine mögliche Befestigungsart der Hohlkammern 3 an der metallischen Tragwand 2. Die Befestigung ist relativ einfach und ohne grosse Federelemente möglich, denn die Thermodeh-

nung erfolgt in die Brennkammer. Die Hohlkammer 3 wird an ihrer äusseren, auf dem Metallträger 2 aufliegenden Wand 5 fixiert. Dadurch muss nur die geringe Dehnung einer Wandstärke (ca. 5 mm) abgefangen werden. Die Befestigung erfolgt mit hochtemperaturfesten Schrauben 9, beispielsweise aus Faserkeramik und mit aussenliegenden elastischen Elementen, z. B. Tellerfedern.

#### Bezugszeichenliste

[0022]

- |    |                         |  |
|----|-------------------------|--|
| 1  | Brennkammer             |  |
| 2  | metallische Tragwand    |  |
| 3  | Hohlkammer              |  |
| 4  | innere Wand von Pos. 3  |  |
| 5  | äussere Wand von Pos. 3 |  |
| 6  | Spalt                   |  |
| 7  | Kühlluft                |  |
| 8  | Isoliermaterial         |  |
| 9  | Schraube                |  |
| 10 | Tellerfeder             |  |

#### Patentansprüche

1. Keramische Auskleidung für Brennräume, welche an der Innenseite einer thermisch hochbeanspruchten metallischen Tragwand (2) befestigt ist, wobei das Material der Auskleidung Faserkeramik ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auskleidung aus einzelnen nebeneinander angeordneten Segmenten in Form von Hohlkammern (3) mit einer dem Brennrauminneren zugewandten inneren (4) und einer direkt auf der metallischen Tragwand (2) aufliegenden äusseren Wand (5) besteht. 30
2. Keramische Auskleidung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlkammern (3) eine Längsausdehnung aufweisen, welche der Längsausdehnung des Brennraumes (1) angepasst ist. 40
3. Keramische Auskleidung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlkammern (3) zur Führung von Kühlluft (7) vorgesehen sind. 45
4. Keramische Auskleidung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlkammern (3) mit Isoliermaterial (8) gefüllt sind. 50
5. Keramische Auskleidung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äussere Wand (5) jeder Hohlkammer (3) mittels hochtemperaturfester Schrauben (9) und elastischer Elemente, vorzugsweise Tellerfedern (10), an der metallischen Tragwand (2) fixiert ist. 55

#### Claims

1. Ceramic lining for combustion chambers, which is fastened on the inner side of a metallic supporting wall (2) subjected to high thermal loading, the material of the lining being fibre ceramic, **characterized in that** the lining comprises individual segments arranged next to one another in the form of hollow chambers (3) with an inner wall (4), facing the interior of the combustion chamber, and an outer wall (5), resting directly on the metallic supporting wall (2). 5
2. Ceramic lining according to Claim 1, **characterized in that** the hollow chambers (3) have a longitudinal extent which is adapted to the longitudinal extent of the combustion chamber (1). 15
3. Ceramic lining according to Claims 1 and 2, **characterized in that** the hollow chambers (3) are provided for conducting cooling air (7). 20
4. Ceramic lining according to Claims 1 and 2, **characterized in that** the hollow chambers (3) are filled with insulating material (8). 25
5. Ceramic lining according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the outer wall (5) of each hollow chamber (3) is fixed to the metallic supporting wall (2) by means of high-temperature-resistant screws (9) and elastic elements, preferably cup springs (10). 30

#### Revendications

1. Revêtement céramique pour chambres de combustion, qui est fixé à la face interne d'une paroi de support (2) métallique à forte sollicitation thermique, le matériau du revêtement étant de la céramique fibreuse, **caractérisé en ce que** le revêtement se compose de segments individuels disposés les uns à côté des autres sous forme de chambres creuses (3) avec une paroi interne (4) tournée vers l'intérieur de la chambre de combustion et une paroi externe (5) s'appliquant directement contre la paroi de support (2) métallique. 35
2. Revêtement céramique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les chambres creuses (3) présentent une extension longitudinale qui est adaptée à l'extension longitudinale de la chambre de combustion (1). 40
3. Revêtement céramique selon les revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** les chambres creuses (3) sont prévues pour le guidage d'air de refroidissement (7). 45

4. Revêtement céramique selon les revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** les chambres creuses (3) sont remplies de matériau isolant (8).
5. Revêtement céramique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la paroi externe (5) de chaque chambre creuse (3) est fixée au moyen de vis (9) résistant à de hautes températures et d'éléments élastiques, de préférence des ressorts Belleville (10), à la paroi de support (2) métallique.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

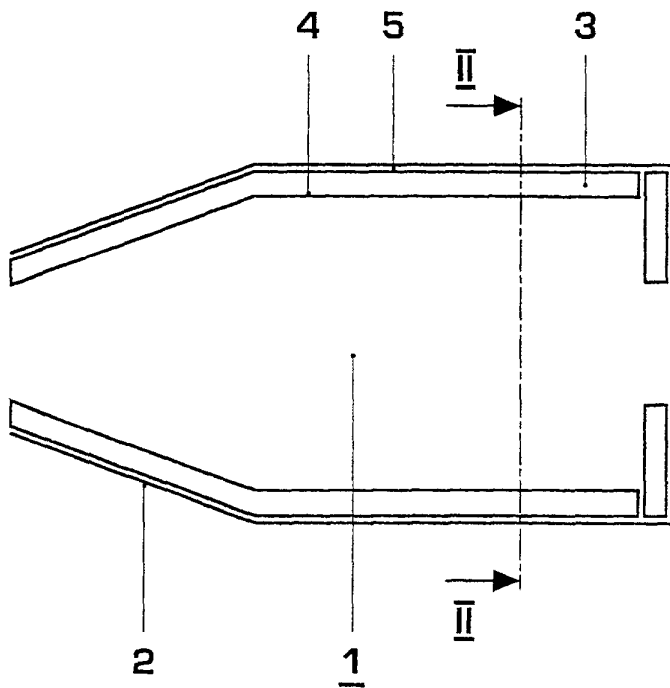


Fig. 2

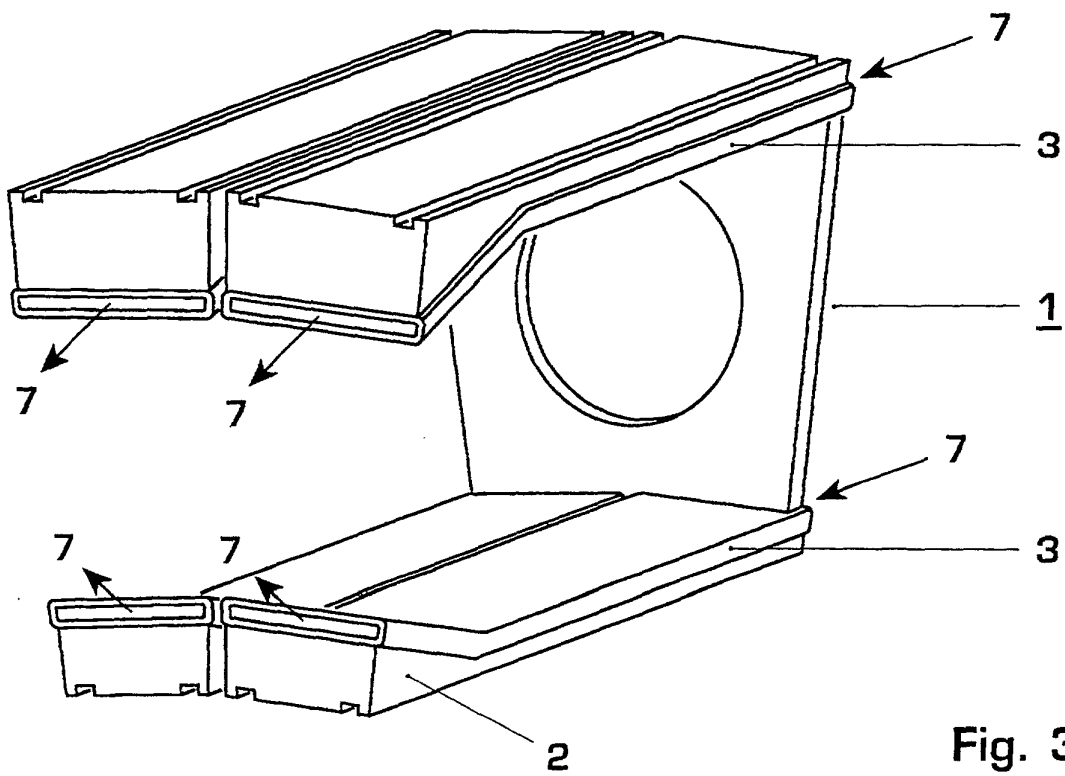
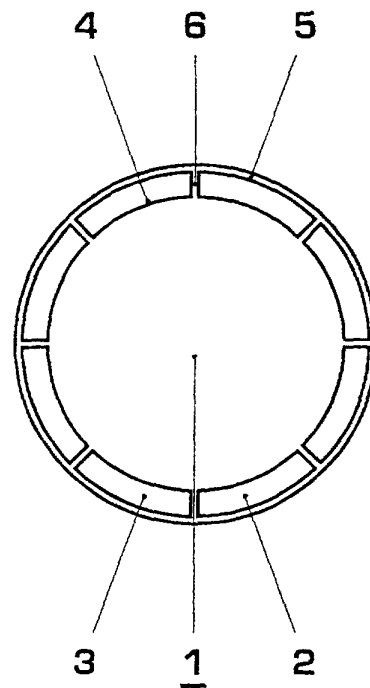


Fig. 3

