

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 658 724 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94119578.6**

(51) Int. Cl.⁶: **F23M 5/02, F23R 3/00,
F27D 1/00**

(22) Anmeldetag: **10.12.94**

(30) Priorität: **18.12.93 DE 4343319**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.06.95 Patentblatt 95/25

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

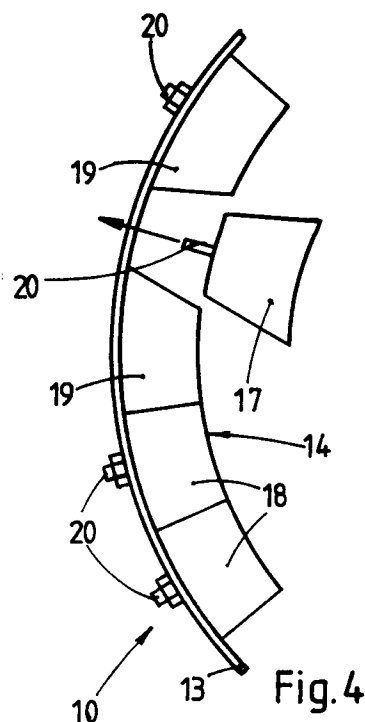
(71) Anmelder: **ABB PATENT GmbH**
Kallstadter Strasse 1
D-68309 Mannheim (DE)

(72) Erfinder: **Kastner, Johann**
Hildastrasse 33a
D-68775 Ketsch (DE)
Erfinder: **Schulz, Martin, Dr.**
Hauptstrasse 128
D-67149 Meckenheim (DE)

(74) Vertreter: **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al**
c/o ABB Patent GmbH,
Postfach 10 03 51
D-68128 Mannheim (DE)

(54) **Brennkammer mit keramischer Auskleidung.**

(57) Die Erfindung eine Brennkammer (10), insbesondere für Gasturbinen, mit einer hohlzylindrischen Tragwand (12, 13) an deren Innenseite eine aus einzelnen Keramik-Elementen (15, 16, 17, 18, 19) zusammengesetzte Auskleidung (14) angeordnet ist, wobei die Keramikelemente (15, 16, 17, 18, 19) als Trapezoeder ausgebildet sind, deren Grundflächen an die Geometrie der Brennkammer (10) angepaßt und an der Innenseite der Tragwand (12, 13) befestigt sind.



EP 0 658 724 A2

Die Erfindung betrifft eine Brennkammer, insbesondere für Gasturbinen, mit einem hohlzylindrischen Gehäuse, dessen Innenwand eine aus einzelnen Keramik-Elementen zusammengesetzte Auskleidung aufweist sowie ein verfahren zur Herstellung bzw. Montage dieser Auskleidung.

Zur Auskleidung von Flammrohren, welche einer hohen thermischen Beanspruchung unterworfen sind, werden üblicherweise hochwarmfeste metallische Werkstoffe verwendet, die zusätzlich in besonderen Anordnungen eingesetzt werden und gegebenenfalls mit dünnen keramischen Schichten versehen sind.

Daneben finden auch Auskleidungen von Flammrohren mit dicken keramischen Werkstoffen Anwendung. Bei der Auskleidung konkaver Flächen mit dicken Wandelementen vom Inneren des Flammrohrs her können Probleme auftreten, wenn die doppelte Spaltweite zwischen Nachbarelementen kleiner als die Differenz der äußeren und der inneren Sehnenlänge der Elemente ist. Diese Problematik wird am Beispiel eines zylindrischen Flammrohres mit gleichen Wandelementen in Figur 1 erläutert.

Zur Zeit wird dieses Problem umgangen, indem entweder die Spalte groß genug gewählt oder indem die Kühlelemente axial eingeschoben werden. Zunächst werden diese bisher eingesetzten Lösungen beschrieben.

Es ist seit langem bekannt (DE-PS 11 73 734), Brennkammern mit einer aus an Haltern befestigten feuerfesten Steinen aufgebauten Auskleidung zu versehen, die mechanisch an der tragenden Wand befestigt sind. Durch die vorhandenen Spalte tritt Leckageluft aus, die gleichzeitig zur Kühlung der metallischen Halter dient.

Aus der DE-OS 36 25 056 ist eine feuerfeste Auskleidung für Brennkammern von Gasturbinenanlagen bekannt, die aus einzelnen Steinen besteht, welche unter Belassung von Kühlfluidspalten mit metallischen Halteklammern nahezu flächendeckend an einer Tragstruktur befestigt sind. Die Steine weisen dabei zumindest an den von Metallklammern gehaltenen Seiten zur Tragstruktur hin abgeschrägte Flanken auf, welche zumindest teilweise von den ebenfalls abgeschrägten Halteklammern überdeckt werden und so die Steine gegen die Tragstruktur drücken. Die bei dieser Bauform thermisch besonders belastete Heißeite der Halteklammern wird dabei über Kühlfluidöffnungen in der Tragstruktur gekühlt.

Ferner ist ein Hitzeschild für ein Flammrohr einer Gasturbine, das aus einer Vielzahl von Steinen besteht, die im wesentlichen flächendeckend nebeneinander angeordnet sind und jeweils mittels wenigstens eines zugehörigen Halters an der die Anordnung übergebenden Tragwand befestigt sind, aus der DE-41 14 768 A1 bekannt geworden.

Dieser ersten Gruppe von bekannten Auskleidungen ist gemein, daß sie aus Einzelelementen bestehen, die unter Verwendung zusätzlicher Haltemittel an der außen liegenden Tragstruktur, wobei die Spalte zwischen den einzelnen Elementen so dimensioniert, daß die austretende Leckageluft die in den Spalten vorhandenen metallischen Halteelemente ausreichend kühlt. Diese Leckageluft stellt gleichzeitig einen Verlust an Verbrennungsluft dar.

Ferner ist eine zweite Gruppe von Auskleidungen von Brennkammern bekannt, die diese Spalte und die damit verbundene Leckageluft vermeiden, bei denen die keramischen Hitzeschilder aber in axialer Richtung in die metallische, meist annähernd zylindrische Haltestruktur eingeschoben werden müssen:

Yukiyoshi Hara, "Research and Development of ceramic components for a power generating gas turbine at Tokyo Electric Power Company"; FC Annual Report for Overseas Readers; 1991; Fine Ceramics for Future Creation; Japan Fine Ceramics Association; Pfeiffer A., Schulz A., Wittig S., "Design and Development of the ITS Ceramic Research Combustor"; 1991 Yokohama-International Gas turbine Congress-45; III-9.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe dieser Erfindung, eine Tragwand einer Brennkammer der eingangs genannten Art mit konkaver Oberfläche von innen derart auszukleiden, daß große Spalte vermieden werden, wie in der ersten Gruppe von bekannten Auskleidungen und daß die Elemente nicht in axialer Richtung eingeschoben werden müssen, wie in der zweiten Gruppe von bekannten Auskleidungen. Unter großer Spalt wird hierbei eine Spaltweite verstanden, welche es zuläßt, ein beliebiges Keramikelement aus seiner jeweiligen Lage zu entfernen, ohne daß vorher andere Elemente entfernt werden müssen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 dadurch gelöst, daß die einzelnen Keramikelemente der Auskleidung als Trapezoeder ausgebildet sind und praktisch spaltfrei aneinanderliegend radial an die Tragwand angesetzt und daran befestigt sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die einzelnen Keramik-Elemente, aus denen die Auskleidung zusammengesetzt ist und die als Trapezoeder ausgebildet sind, d. h. als Körper mit trapezförmigen Querschnitt, abwechselnd mit ihrer größeren und ihrer kleineren Seite, die als Rückseite dient, an die Tragwand angesetzt. Dabei sind die Anlageflächen der Keramikelemente jeweils an die Geometrie der Tragwand der Brennkammer angepaßt.

Die vorliegende Erfindung ist für den Fall vorgesehen, in welchem eine axiale Montage aufgrund der bestehenden räumlichen Verhältnisse nicht

möglich ist und die einzelnen Keramik-Elemente daher jeweils in radialer Richtung an die Innenwand des Gehäuses der Brennkammer angesetzt werden müssen.

Hierbei ergibt sich das Problem, wie der sogenannte Schlußstein gesetzt werden kann. Da eine axiale Einfügung des sogenannten Schlußsteins aufgrund der räumlichen Verhältnisse ausscheidet, ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, den Schlußstein, der ebenfalls als Trapezoeder ausgebildet ist, mit seiner kleineren Fläche an die Gehäuseinnenwand der Brennkammer anzusetzen und mittels eines zuvor darin verankerten Haltemittels an der Innenwand zu befestigen. Gemäß dieser Variante ist dabei vorgesehen, daß die bestimmungsgemäß nicht parallelen Flächen des als Schlußstein dienenden Keramik-Elements an die Seitenflächen der angrenzenden Keramik-Elemente angepaßt sind, so daß in erfindungsgemäßer Weise die Keramik-Elemente eng aneinanderliegend eine bogenähnliche Struktur aufweisen.

Aus Vereinfachungsgründen für die Montage kann es vorteilhaft sein, daß zwischen zwei mit ihrer größeren Seite an die Innenwand des Brennkammergehäuses angesetzte Keramik-Elemente jeweils ein Keramik-Element mit seiner kleineren Seite an die Innenwand angesetzt ist, das in der bereits erläuterten Weise mit einem Haltemittel daran befestigt ist. Dabei sind die Haltemittel in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung als Bolzen ausgebildet, die in hierfür vorgesehene, vorzugsweise als Langlöcher ausgebildete Ausnehmungen in der Gehäusewand eingreifen.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Haltemittel formschlüssig in den Keramik-Elementen gehalten sind und an ihrem freien Ende als Schraubbolzen ausgebildet sind.

Diese und weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels sollen die Erfindung, vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen sowie besondere Vorteile der Erfindung näher erläutert und beschrieben werden.

Es zeigen:

- Figur 1 eine Ausführungsform gemäß dem Stand der Technik
- Figur 2 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Auskleidung im Teilschnitt
- Figur 3 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Auskleidung im Teilschnitt
- Figur 4 eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Auskleidung im Teilschnitt

In Figur 1 ist ein schematischer Querschnitt durch

einen Teil der Tragwand 12 einer Brennkammer 10 mit daran auf der konkaven Innenseite angeordneten im wesentlichen gleichförmigen Keramikelementen 13, welche die Auskleidung bilden. Zwischen den Keramikelementen 13 sind Spalte 13.1 und 13.2 vorgesehen, deren Spaltweite h_1 und h_2 ausreichend groß ist um eine Einzelmontage bzw. Einzeldemontage eines einzelnen Keramikelements zu ermöglichen. Hierfür gilt die folgende geometrische Beziehung zwischen den die Spalte 13.1 und 13.2 begrenzenden Seitenwänden jedes Keramikelements und deren lotrechtem Abstand entsprechend einer Sehne im Kreis mit $h_1 + h_2 \geq s_2 - s_1$. Erst wenn die Spaltweite derart eng, entsprechend der Erfindung vorgesehen ist, daß $h_1 + h_2 < s_2 - s_1$ gilt, dann ist eine singuläre Montage oder Demontage eines einzelnen Keramikelements, d. h., ohne vorher andere Elemente entfernt zu haben, nicht möglich.

In Figur 2 ist ausschnittsweise ein Teil einer Brennkammer 10 mit einer Tragwand 12 dargestellt, an deren Innenseite eine keramische Auskleidung 14 angeordnet ist. Die keramische Auskleidung 14 ist aus einzelnen Keramikelementen 15, 16 zusammengesetzt, die jeweils als Trapezoeder ausgebildet sind und wechselweise mit ihrer größeren bzw. mit ihrer kleineren Grundfläche an die Innenseite der Tragwand 12 angesetzt und daran befestigt sind. Hierbei sind die Grundflächen eines jeden Keramikelements 15, 16 jeweils an die Geometrie der Tragwand bzw. der Innenseite der Auskleidung 14 angepaßt, d. h., auf der zur Tragwand weisenden Seite konvex und auf der zum Innenraum der Brennkammer 10 weisenden Seite konkav ausgebildet.

Die Seitenflächen der Keramikelemente sind gegenüber den Grundflächen so angestellt, daß sie einen Winkel ungleich 90° einschließen. Dabei beträgt der Winkel zwischen der größeren Grundfläche und der jeweiligen Seitenfläche $< 90^\circ$. Dementsprechend beträgt der Winkel zwischen der jeweiligen Seitenfläche und der gegenüberliegenden kleineren Grundfläche $> 90^\circ$.

Üblicherweise werden die Keramikelemente 15, 16 der Auskleidung 14 in an sich bekannter hier nicht näher gezeigter Weise mit der Tragwand 12 mechanisch verbunden.

In Figur 3 ist eine ähnliche Anordnung einer Brennkammer 10 gezeigt mit einer Tragwand 12, wie in Figur 1 dargestellt, wiedergegeben, bei welcher die Auskleidung 14 aus im wesentlichen gleichförmigen Keramikelementen 18 gebildet ist, deren Seitenflächen im Unterschied zu der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform jeweils radial ausgerichtet sind. Zwar ist hierbei die jeweilige Anlagefläche der Seitenflächen von benachbarten Keramikelementen 18 kleiner als bei der Ausführungsform nach Figur 1 doch ergibt sich aufgrund der gleich-

förmigen radialen Ausrichtung der Seitenflächen ein kraftschlüssig wirksamer Verbund, der sich gegenseitig stützt und hierdurch ebenfalls den spaltfreien Zustand gewährleistet. Wie bereits in Figur 2 gezeigt ist auch bei der Ausgestaltung gemäß Figur 3 ein Schlußstein 17 vorgesehen, der mit seiner kleineren Grundfläche an die Tragwand 12 angesetzt wird und dessen Seitenflächen entsprechend der aus Figur 1 bekannten Abschrägung mit entsprechend angepaßten Nachbarsteinen 19 zusammenarbeitet.

Die in Figur 4 dargestellte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Auskleidung 14 für eine Brennkammer 10 mit einer Tragwand 13 unterscheidet sich von der in Figur 2 gezeigten Variante lediglich dadurch, daß die einzelnen Keramikelemente 17, 18, 19 mittels darin verankerter Gewindebolzen an der Tragwand 13 befestigt sind, welche mit hier nicht näher dargestellten für den Durchgriff der Gewindebolzen vorgesehenen Ausnehmungen versehen ist.

Bei der Herstellung der erfindungsgemäßen Auskleidung werden die einzelnen Keramikelemente 14, 15, 16, 17, 18, 19 in radialer Richtung an die Tragwand eng aneinander angesetzt. Zu diesem Zweck sind vorteilhafter Weise die Ausnehmungen in der Tragwand als Langlöcher gestaltet, um gegebenenfalls ein begrenztes seitliches Verschieben eines Keramikelements zu ermöglichen, damit es dicht am benachbarten Keramikelement anliegt.

Patentansprüche

1. Brennkammer (10), insbesondere für Gasturbinen, mit einer hohlzylindrischen Tragwand (12, 13) an deren Innenseite eine aus einzelnen Keramik-Elementen (15, 16, 17, 18, 19) zusammengesetzte Auskleidung (14) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramikelemente (15, 16, 17, 18, 19) als Trapezoeder ausgebildet sind, deren Grundflächen an die Geometrie der Brennkammer (10) angepaßt und die an der Innenseite der Tragwand (12, 13) befestigt sind.
2. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein keramischer Schlußstein (17) vorgesehen ist, der mit seiner kleineren Seite an die Tragwand (12, 13) angesetzt ist und mit einem Haltemittel daran befestigt ist.
3. Brennkammer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramikelemente (15, 16) wechselweise mit ihrer größeren und ihrer kleineren Grundfläche an die Tragwand angesetzt sind, so daß zwischen zwei mit ihrer größeren Grundfläche an der

Tragwand (12) angesetzte Keramikelemente (15) ein Keramikelement (16) mit seiner kleineren Grundfläche an die Innenseite der Tragwand (12) angesetzt und mittels einem Haltemittel (20) daran befestigt ist.

4. Brennkammer nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltemittel als Bolzen ausgebildet sind, die in hierfür vorgesehene Ausnehmungen in der Tragwand (13) eingreifen.
5. Brennkammer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltemittel (20) in dem Keramikelement (17, 18, 19) verankert sind und an ihrem freien Ende als Schraubbolzen ausgebildet sind.
6. Brennkammer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltemittel (20) in dem Keramikelement (17, 18, 19) formschlüssig gehalten sind.
7. Brennkammer nach Anspruch 2 und 3 mit allen Zwischenstufen und Kombinationen der darin aufgezeigten Montageanordnungen der Keramikelemente.

