

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 960 308 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

05.12.2001 Patentblatt 2001/49

(51) Int Cl.7: **F23R 3/00, C23C 4/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/DE98/00324

(21) Anmeldenummer: **98909340.6**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 98/34068 (06.08.1998 Gazette 1998/31)

(22) Anmeldetag: **29.01.1998**

(54) **GASTURBINENANLAGE MIT EINEM MIT KERAMIKSTEINEN AUSGEKLEIDETEN BRENNKAMMERGEHÄUSE**

GAS TURBINE INSTALLATION WITH A CERAMIC-COVERED COMBUSTION CHAMBER HOUSING

INSTALLATION DE TURBINE A GAZ COMPORTANT UNE ENVELOPPE DE CHAMBRE A COMBUSTION A REVETEMENT DE BRIQUES DE CERAMIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH DE FR GB IT LI

(72) Erfinder:

- **NEIDEL, Andreas**
D-13053 Berlin (DE)
- **RASCHKE, Klaus**
D-13465 Berlin (DE)

(30) Priorität: **29.01.1997 DE 19704976**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

01.12.1999 Patentblatt 1999/48

(56) Entgegenhaltungen:

(73) Patentinhaber: **SIEMENS**
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

EP-A- 0 310 043	WO-A-97/01436
DE-A- 2 630 247	DE-C- 3 638 658
GB-A- 602 149	US-A- 2 763 919
US-A- 4 159 357	US-A- 5 169 674
US-A- 5 496 644	

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).

EP 0 960 308 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbinenanlage mit einem Brennkammergehäuse, das auf der Innenseite mit massiven Keramiksteinen ausgekleidet ist, mit einem mit Laufschaufeln versehenen Rotor und mit einem mit Leitschaufeln versehenen Gehäuse, wobei insbesondere wenigstens die ersten Schaufeln auf der Turbinenseite eine keramische Wärmedämmschicht tragen.

[0002] Eine derartige Gasturbine ist beispielsweise aus der DE-OS 43 43 319 bekannt. Zur Realisierung sehr hoher Eintrittstemperaturen werden die Brennkammergehäuse, insbesondere deren Flammrohre bei modernen Gasturbinen thermisch extrem belastbar ausgeführt. Zu diesem Zweck können die Innenwände mit keramischen Dämmschichten bedeckt oder mit einem Schild aus massiven Keramiksteinen versehen sein.

[0003] Zudem sind die Schaufeln des Turbinenteils der Gasturbinenanlagen, insbesondere die Schaufeln der der Brennkammer benachbarten Stufen oft mit keramischen Thermobarriereschichten als thermischen Schutzschichten versehen, die beispielsweise aus yttriumoxidstabilisierten Zirkoniumoxidschichten bestehen.

[0004] Versuche haben gezeigt, daß bei der Verwendung massiver Keramiksteine für die Auskleidung der Brennkammer in Zusammenhang mit Turbinenschaufeln, welche mit empfindlichen keramischen Thermobarriereschichten versehen sind, diese Thermobarriereschichten starkem mechanischen Verschleiß ausgesetzt sind.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, bei einer Gasturbine der eingangs genannten Art Maßnahmen zu treffen, um einerseits die Brennkammer und die Schaufeln vor thermischer Überlastung zu schützen und andererseits die Lebensdauer der Turbinenschaufeln zu verlängern.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Keramiksteine an ihrer Oberfläche mit einer Beschichtung versehen sind.

[0007] Die keramischen Steine haben gegenüber Hitzeschildplatten aus anderen Materialien, beispielsweise Superlegierungen den Vorteil, daß höhere Materialtemperaturen möglich und zulässig sind. Nur die Befestigungselemente der Steine müssen gekühlt werden. Dies führt beispielsweise wegen der höheren zulässigen Werkstofftemperaturen dazu, daß auf die Oberfläche der Brennkammerauskleidung gelangende unvollständig verbrannte Rauchgaspartikel dort vollständig verbrannt werden und hierdurch weniger toxisches CO (Kohlenmonoxyd) im Abgas entsteht, da dies in ungiftiges CO₂ (Kohlendioxyd) umgewandelt wird. Hinzu kommt, daß die im Vergleich zu metallischen Auskleidungen weniger benötigte Kühlluft nun für die Verbrennung zusätzlich zur Verfügung steht. Hierdurch werden eine tiefere Flammtemperatur und merklich weniger Stickoxyde gebildet, die aus bekannten Gründen die Umwelt zusätzlich belasten. Es ist somit sowohl aus

Gründen des Wirkungsgrades als auch aus Umweltgründen die Auskleidung der Brennkammer mit massiven Keramiksteinen wünschenswert. Bei der Verwendung solcher Keramikbausteine entsteht jedoch das Problem, daß Partikel sich von deren Oberfläche lösen können, die wegen der hohen Relativgeschwindigkeit zwischen der Rauchgasströmung und den Schaufeln auf diese wie Geschosse wirken und eine starke abrasive Wirkung haben.

[0008] Durch die erfindungsgemäße Beschichtung der Keramiksteine wird die Ablösung solcher Partikel von der Oberfläche der Keramiksteine wirksam verhindert. Besonders günstig erscheint hierbei, die Keramiksteine vor dem Einbau in das Brennkammergehäuse zu beschichten. Die Beschichtung muß hierzu so beschaffen sein, daß eine gute Haftung zu den Keramiksteinen und ein guter Zusammenhalt der Schicht gewährleistet ist, um ein Abplatzen bei thermischen Wechselbeanspruchungen zu vermeiden. Die Beschichtung der Keramiksteine bildet somit eine Schicht zur Fixierung der Oberflächenpartikel. Somit wird die Verwendung keramischer Thermobarriereschichten an den Schaufeln in Kombination mit massiven Keramiksteinen als Brennkammerauskleidung ermöglicht.

[0009] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß die Beschichtung aus einem metallischen Material besteht und insbesondere mittels Vakuum-Plasmaspritzen (VPS) aufgebracht ist.

[0010] Hierzu können unterschiedliche mittels VPS verarbeitbare Korrosionsschutzschichten verwendet werden, z. B. der Art M Cr AlY, wobei M für Ni oder Co steht.

[0011] Auch eine Kombinationsbeschichtung aus einem metallischen Bondcoat als Haftvermittler mit darüberliegender Keramikdeckschicht wäre einsetzbar. Die Keramikdeckschicht kann vorteilhaft mittels Air-Plasma-Spraying-Verfahren aufgebracht sein.

[0012] Falls auf ein VPS-Bondcoat verzichtet werden kann, ist auch das unmittelbare Beschichten der Steine mit Keramikschichten denkbar.

[0013] Der geringe Unterschied der thermischen Ausdehnungskoeffizienten zwischen Keramiksteinen und einer keramischen APS-Beschichtung wirkt sich dabei günstig auf die Beständigkeit gegen thermische Wechselbeanspruchung aus. Die Ausführung einer Keramikschicht als Thermobarriereschicht hat den zusätzlichen Vorteil, daß der Kühlluftbedarf der Brennkammerauskleidung noch weiter gesenkt wird. Als Keramikbeschichtungen sind dabei übliche Wärmedämmschichten, wie z.B. Yr₂O₃-stabilisiertes ZrO₂ oder aber SiO₂ bzw. Al₂O₃ denkbar.

[0014] Die Erfindung kann auch vorteilhaft dadurch ausgestaltet werden, daß die Keramikdeckschicht mittels Air-Plasma-Spraying-Verfahren (APS) aufgebracht ist.

[0015] Das APS-Verfahren stellt eine kostengünstigere Alternative zu dem VPS-Verfahren dar.

[0016] Insbesondere kann auch die mehrlagige Be-

schichtung der Keramiksteine aus thermischen Gründen oder aus Gründen eines besseren Zusammenhalts der Schicht vorteilhaft sein.

[0017] Generell kann sowohl die Bindschicht als auch die außenliegende Beschichtung als gradierte Schicht ausgeführt sein, bei der das Wärmeausdehnungsverhalten und die chemische Zusammensetzung sich über die Schichtdicke stetig verändern.

[0018] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in einer Zeichnung gezeigt und anschließend beschrieben.

[0019] Dabei zeigt

Figur 1 schematisch einen Längsschnitt eines Teils einer Gasturbine,
Figur 2 schematisch einen Schnitt der Brennkammergehäusewand mit verzerrten Größenverhältnissen, um die Beschichtung erkennbar zu machen.

[0020] Die Figur 1 zeigt schematisch erfindungsgemäße Gasturbinenanlage in einem Längsschnitt mit einem Gehäuse 1, in dem feststehende Leitschaufeln 3, 4 befestigt sind sowie einem Rotor 2, an dem Laufschaufeln 5, 6 befestigt sind. In dem Brennkammergehäuse 7 wird der über die Brenner 14, 15 eingespritzte Brennstoff mit der Luft aus dem Verdichter 16 verbrannt. Als Verdichter 16 wird dabei der Eingangsteil der Gasturbinenanlage bezeichnet, in dem einströmende Luft (Pfeile 17, 18) vor dem Einströmen in die Brennkammer 7 komprimiert wird.

[0021] Die Expansion der Verbrennungsgase treibt die Turbine an. Mittels der Verbindungswelle 19 wird ein Generator 20 zur Erzeugung elektrischer Energie angetrieben.

[0022] In der Figur 2 ist der Oberflächenbereich der Ringbrennkammer vereinfacht im Querschnitt dargestellt. Mittels Befestigungselementen 8, 9 sind Keramiksteine 10 an der Brennkammergehäusewand 11 befestigt, welche beispielsweise aus Metall besteht. Die Keramiksteine 10 bestehen beispielsweise aus Silizium- oder Aluminiumoxyd.

[0023] In der Figur 2 ist eine Beschichtung der Keramiksteine 10 vergrößert in zwei Schichten dargestellt, von denen die untere Schicht eine Bindschicht (Bondcoat) 12, die obere Schicht eine Keramikschicht 13 bildet, die auf der Bindschicht 12 besonders gut haftet. Zusammen bilden die Schichten 12 und 13 eine in sich feste, die Keramiksteine 10 bedeckende Schicht, die etwaige von der Oberfläche der Keramiksteine 10 gelöste Partikel bindet. Solche Teilchen können somit keine erosive Wirkung auf die Thermobarriereschicht der Turbinenschaufeln des Gehäuses oder auch des Rotors ausüben. Die Haftvermittlungsschicht 12 besteht dabei vorzugsweise aus einer Metall-Chrom-Aluminium-Yttrium-Legierung (MCrAlY), während die Wärmedämmschicht 13 vorzugsweise aus yttriumoxidstabilisiertem Zirkonumoxid, SiO_2 oder Al_2O_3 besteht.

[0024] In dem Bereich 21 der Figur 2 ist beispielhaft

eine einschichtige Beschichtung 22 eines Keramiksteines dargestellt, wobei die Beschichtung aus Keramik besteht.

Patentansprüche

1. Gasturbinenanlage mit einem Brennkammergehäuse (7), das auf der Innenseite mit massiven Keramiksteinen (10) ausgekleidet ist, mit einem mit Laufschaufeln (5, 6) versehenen Rotor (2) und mit einem mit Leitschaufeln (3, 4) versehenen Gehäuse (1), wobei insbesondere wenigstens die ersten Schaufeln auf der Turbinenseite eine keramische Wärmedämmschicht tragen,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Keramiksteine (10) an ihrer Oberfläche mit einer Beschichtung (12, 13) versehen sind.

2. Gasturbinenanlage nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß

die Beschichtung (12, 13) aus einem metallischen Material besteht und insbesondere mittels Vakuum-Plasmaspritzen (VPS) aufgebracht ist.

3. Gasturbinenanlage nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, daß

die Beschichtung aus einem Bondcoat und einer Keramikdeckschicht besteht und daß die Keramikdeckschicht (13) insbesondere mittels Air-Plasma-Spraying-Verfahren (APS) aufgebracht ist.

4. Gasturbinenanlage nach Anspruch 1 oder einem der folgenden,
dadurch gekennzeichnet, daß

die Beschichtung als keramische Schicht ausgebildet ist.

5. Gasturbinenanlage nach Anspruch 1 oder einem der folgenden,
gekennzeichnet durch

eine mehrlagige Beschichtung der Keramiksteine (10).

Claims

1. Gas turbine installation with a combustion chamber housing (7), which is lined on the inside with massive ceramic blocks (10), having a rotor (2) provided with moving blades (5, 6) and having a housing (1)

provided with guide blades (3, 4), in which in particular at least the first blades on the turbine side bear a ceramic thermally insulating layer,
characterised in that the ceramic blocks (10) are provided on their surface with a coating (12, 13).

2. Gas turbine installation according to claim 1,
characterised in that the coating (12, 13) consists of a metallic material and is applied in particular by means of Vacuum Plasma Spraying (VPS).
3. Gas turbine installation according to claim 2,
characterised in that the coating consists of a bond coat and a ceramic top coat and that the ceramic top coat (13) is applied in particular by means of Air Plasma Spraying methods (APS).
4. Gas turbine installation according to claim 1 or one of the following ones, **characterised in that** the coating is constructed as a ceramic layer.
5. Gas turbine installation according to claim 1 or one of the following ones, **characterised by** a multi-layered coating of the ceramic blocks (10).

5

10

15

20

25

Revendications

1. Installation de turbine à gaz, comprenant un corps (7) de chambre de combustion qui est revêtu sur la face intérieure de briques (10) pleines en céramique, un rotor (2) muni d'aubes (5, 6) mobiles et une enveloppe (1) munie d'aubes (3, 4) directrices, au moins notamment les premières aubes du côté de la turbine portant une couche calorifuge céramique,
caractérisée en ce que les briques (10) en céramique sont munies sur leur surface d'un revêtement (12, 13).
2. Installation de turbine à gaz suivant la revendication 1,
caractérisée en ce que le revêtement (12, 13) est en matériau métallique et est déposé notamment au moyen d'une projection sous vide par plasma (VPS).
3. Installation de turbine à gaz suivant la revendication 2,
caractérisée en ce que le revêtement est constitué d'un revêtement de liaison et d'une couche de finition en céramique et **en ce que** la couche (13) de finition en céramique est déposée notamment au moyen d'un procédé de pulvérisation air-plasma (APS).
4. Installation de turbine à gaz suivant la revendication 1 ou l'une des suivantes,
caractérisée en que le revêtement est cons-

30

35

40

45

50

55

titué sous la forme d'une couche céramique.

5. Installation de turbine à gaz suivant la revendication 1 ou l'une des suivantes,
caractérisée par un revêtement à plusieurs strates des briques (10) en céramique.

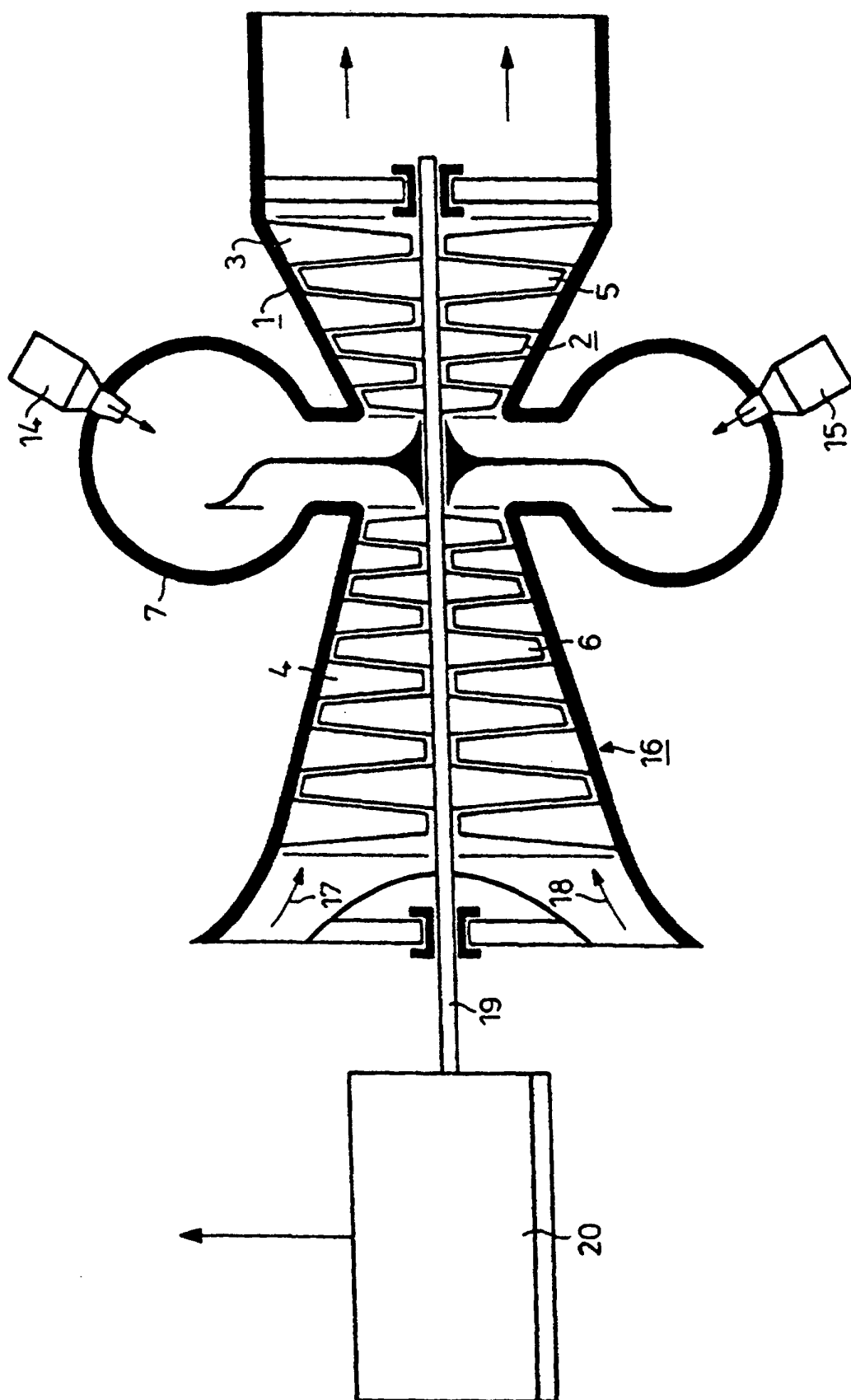


FIG 1

