

(19)



(11)

**EP 1 939 529 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

**02.07.2008 Patentblatt 2008/27**

(51) Int Cl.:

**F23R 3/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07122980.1**

(22) Anmeldetag: **12.12.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE  
SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

**AL BA HR MK RS**

• **Kriescher, Michael**

**70599 Stuttgart (DE)**

• **Hackemann, Stefan**

**53844, Troisdorf (DE)**

• **Kanka, Bernhard**

**51465, Bergisch Gladbach (DE)**

• **Luxem, Walter**

**53844, Troisdorf (DE)**

(30) Priorität: **22.12.2006 DE 102006060857**

(71) Anmelder: **Deutsches Zentrum für Luft- und  
Raumfahrt e.V.**

**51147 Köln (DE)**

(74) Vertreter: **Jönsson, Hans-Peter**

**Von Kreisler Selting Werner,**

**Deichmannhaus am Dom,**

**Bahnhofsvorplatz 1**

**50667 Cologne (DE)**

(72) Erfinder:

• **Heidenreich, Bernhard**

**71679, Asperg (DE)**

(54) **CMC-Brennkammerauskleidung in Doppelschichtbauweise**

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkammerauskleidung von Gasturbinen sowie ein Verfahren zu ihrer Herstellung. Insbesondere betrifft die Erfindung eine

Brennkammerauskleidung von Gasturbinen mit einer der Heißgas zugewandten gasdurchlässigen Hitzeschutzschicht (1) und einer von der Hitzeschutzschicht (1) durch Abstandselemente (3) getrennte Trägerschicht (2).

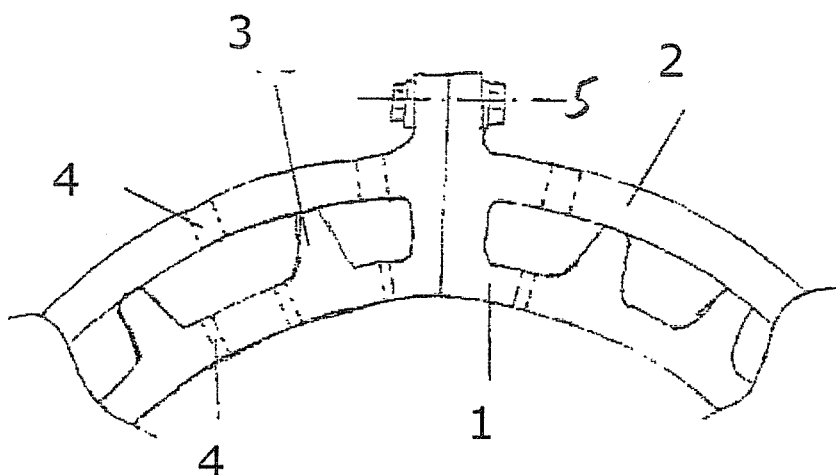


Fig. 1

**EP 1 939 529 A1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkammerauskleidung von Gasturbinen sowie ein Verfahren zur Herstellung dieser Brennkammerauskleidung.

[0002] Üblicherweise werden Brennkammerauskleidungen von Gasturbinen entweder einschichtig ausgeführt oder es werden zwei verschiedene Schichten in direktem Kontakt aufeinander vorgesehen, sodass in beiden Fällen nur eine verhältnismäßig geringe Steifigkeit erzielt werden kann und so relativ hohe Schichtdicken der einzelnen Schichten erforderlich sind. Dadurch kommt es zum einen zu einem unnötig hohen Gewicht der Brennkammerauskleidung und zum anderen zu einer ineffizienten Kühlung derjenigen Schicht, die in direktem Kontakt mit dem Heißgas in Brennkammern von Gasturbinen steht. Bekannte Brennkammerauskleidungen sind auch oft mit Hilfe von Schindeln realisiert, die jedoch den Druckunterschied zwischen Kühlluft auf ihrer Rückseite und der Heißgasseite kompensieren müssen, weshalb relativ hohe Wandstärken für diese Schindeln notwendig sind. Auch sind bereits freitragende Hitzeschutzschichten (Liner) bekannt. Diese weisen jedoch typischerweise eine geringe Steifigkeit und dementsprechend eine hohe Schwingungsanfälligkeit auf.

[0003] EP 1152191 A2 beschreibt eine Brennkammer mit einer Auskleidung aus keramischen Matrixkompositmaterialien (CMCs, Ceramic Matrix Composit Materials), wobei die Hitzeschutzschichten vollflächig mit weiteren Schichten in Kontakt sind und daher eine relativ geringe Steifigkeit aufweisen. Aufgrund der freitragenden Montage dieser Brennkammerauskleidungen sind diese deshalb besonders schwingungsanfällig.

[0004] EP 0943867 B1 beschreibt eine Brennkammerauskleidung mit einer dem Heißgas zugewandte Hitzeschutzschicht als Hohlkammer. Diese Hohlkammern können zwar der Länge nach mit Kühlluft durchströmt werden. Die Wände der Hohlkammern sind jedoch nicht gasdurchlässig ausgestaltet, sodass die Kühlluft nicht der Brennkammer zugeführt werden kann.

[0005] US 5,113,660 A beschreibt eine Brennkammerauskleidung, bei der Hitzeschutzschindeln auf einer Trägerschicht montiert sind. Diese Schindeln liegen vollflächig auf der Trägerschicht auf, sodass die Rückseite der Schindeln nicht direkt mit Kühlluft gekühlt werden kann.

[0006] Auch DE 19730751 A1 beschreibt eine Brennkammerauskleidung, bei der die Hitzeschutzschicht durch keramische Bauteile realisiert ist, die wiederum direkt vollflächig auf einer Trägerschicht aufliegen. Auch hier kann die Rückseite der Hitzeschutzschicht nicht direkt durch Kühlluft gekühlt werden.

[0007] DE 4114768 A1 beschreibt einen Hitzeschild aus einer Vielzahl von Steinen, die im Wesentlichen flächendeckend vollflächig auf einer Trägerschicht aufliegen. Auch hier kann eine direkte Kühlung der Rückseite der Steine nicht stattfinden.

[0008] DE 19502730 A1 beschreibt eine keramische Auskleidung für Brennräume, bei der die dem Heißgas

zugewandte Schicht vollflächig mit einer Trägerschicht mit Hilfe von Schrauben oder Bolzen verbunden ist. Auch hier kann eine direkte, rückseitige Kühlung der Hitzeschutzschicht nicht stattfinden.

5 [0009] US 5,553,455 A beschreibt eine Brennkammerauskleidung, bei der verschiedene Hitzeschutzschindeln vollflächig auf einer Trägerschicht angeordnet werden. Auch hierbei kann die Rückseite der Schindeln nicht direkt gekühlt werden.

10 [0010] US 2002/0184891 A1 beschreibt eine einschichtige Hitzeschutzschicht, die verhältnismäßig dick ist, um durch eine ausreichende Steifigkeit die Schwingungsanfälligkeit zu begrenzen.

15 [0011] EP 1128131 A1 beschreibt ein Hitzeschildelement in einer Brennkammer einer Gasturbine, bei der das Hitzeschildelement als Schindel mit Befestigungselementen auf einer Trägerschicht befestigt ist. Da die Trägerschicht nicht durchbrochen ist kann keine Kühlluft an die Rückseite der Schindeln herangeführt werden.

20 [0012] US 5,291,731 A beschreibt eine Brennkammerauskleidung von Gasturbinen, bei der eine Hitzeschutzschicht von einer Trägerschicht durch ein System von auf der Hitzeschutzschicht aufliegenden Nuten und in die Trägerschicht eingebrachten Zapfen getrennt ist. Durch ein solches Befestigungssystem wird jedoch die laterale relative Bewegung der Hitzeschutzschicht zur Trägerschicht verhindert. Dadurch, dass in der beschriebenen Brennkammerauskleidung die Trägerschicht aus Metall vorgesehen ist, während die Hitzeschutzschicht aus einem Keramikmaterial besteht und beide Materialien unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten haben, kann es in diesem System zu erheblichen mechanischen Belastungen kommen. Darüber hinaus ist die Hitzeschutzschicht nicht gasdurchlässig, weshalb in diesem System kein Kühlluftfilm auf der stark beanspruchten Innenseite der Hitzeschutzschicht ausgebildet werden kann.

30 [0013] J. Kimmel, J. Price et al. Proceedings of ASME Turbo Expo 2003 Power for Land, Sea and Air, GT 2003-38920, June 2003, beschreibt anschaulich die Testmethoden für Brennkammerauskleidungen. So müssen Brennkammerauskleidungen für Gasturbinen üblicherweise mindestens eine Lebensdauer von 30000 Stunden aufweisen. Bedingungen, die dabei auftreten können, umfassen auch 1200 °C bei 10 atm Druck und 1,5 atm Dampfdruck von Wasserdampf.

35 [0014] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht also darin, eine Brennkammerauskleidung für Gasturbinen zur Verfügung zu stellen, die trotz möglichst geringem Gewicht eine möglichst große Steifigkeit aufweisen soll, wobei die mechanisch und thermisch stark beanspruchte Hitzeschutzschicht nach Möglichkeit sowohl von der Innen- als auch von der Außenseite gekühlt werden kann.

40 [0015] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird in einer ersten Ausführungsform gelöst durch eine Brennkammerauskleidung von Gasturbinen mit einer der Heißgasseite zugewandten gasdurchlässigen Hitzeschutzschicht, die auf einer Trägerschicht aufliegt, wobei die Trägerschicht aus einem Material besteht, das eine höhere Steifigkeit aufweist als die Hitzeschutzschicht, und die Trägerschicht mit der Hitzeschutzschicht über eine Vielzahl von Befestigungselementen verbunden ist, die in der Trägerschicht angeordnet sind, wobei die Befestigungselemente die Hitzeschutzschicht auf der Innenseite der Trägerschicht abstützen, sodass die Hitzeschutzschicht auf der Innenseite der Trägerschicht abgekühlt werden kann.

schuttschicht (1) und einer von der Hitzeschuttschicht (1) durch Abstandselemente (3) getrennte Trägerschicht (2).

**[0016]** Gegenüber dem Stand der Technik ist es besonders vorteilhaft, in Brennkammerauskleidungen die Hitzeschuttschicht (1) beabstandet von der Trägerschicht (2) als Doppelschichtstruktur auszuführen, da durch die höhere Steifigkeit dieser Struktur die Wandstärken gering sein können, was sowohl eine Gewichtsersparnis einbringt, als auch eine effektivere Kühlung der Brennkammerauskleidung bewirkt. Dadurch kann zusätzlich Kühlluft eingespart werden. Durch die hohe Steifigkeit der Doppelschichtstruktur ist eine erfindungsgemäße Brennkammerauskleidung weniger schwingungsanfällig als eine einschichtige Brennkammerauskleidung. Die erfindungsgemäße doppelschichtige Brennkammerauskleidung wird beispielsweise über eine Prall-Diffusionskühlung gekühlt, bei der die Kühlluft zunächst durch die gasdurchlässige Trägerschicht (2) auf die Rückwand der Hitzeschuttschicht (1) strömen kann, diese dadurch kühlt und anschließend durch die gasdurchlässige Hitzeschuttschicht (1) hindurch austreten und einen Kühlluftfilm auf der dem Heißgas zugewandten Seite der Hitzeschuttschicht (1) ausbilden kann. Durch die doppelschichtige Bauweise lässt sich außerdem der Kühlluftmassenstrom sehr gut regulieren, was zu einer großen Freiheit bei der Gestaltung der Gasdurchlässigkeit der Hitzeschuttschicht (1) und der Trägerschicht (2) führt.

**[0017]** Durch die vorliegende Erfindung wird auch ein lange gehegtes Vorurteil beseitigt. Noch in der US 5,291,732 A wird es als besonders nachteilig angesehen, die Hitzeschuttschicht (1) gasdurchlässig zu gestalten. So wird in der genannten Schrift in Spalte 1, Zeilen 1 bis 41 ausgeführt, dass eine Einleitung von Kühlluft in die Brennkammer unweigerlich zu einer erhöhten Stickoxidemission führen würde. So müsse nach einer Lösung gesucht werden, die Kühlluft für die Kühlung der Rückseite der Hitzeschuttschicht (1) ohne Erhöhung der Stickoxidemissionen in den Gasstrom zurückzuführen (vgl. Spalte 2, Zeilen 22 bis 35). Damit die Kühlluft nicht in den Verbrennungsraum gelangt, werden dort kompliziert geformte Auslassvorrichtungen vorgesehen, um die Kühlluft zwischen Hitzeschuttschicht (1) und Trägerschicht (2) abfließen zu lassen. Demgegenüber wird in der vorliegenden Anmeldung die Stickoxidemission durch Magerverbrennung reduziert. Durch diese Magerverbrennung besteht jedoch ein höherer Kühlbedarf der Hitzeschuttschicht (1). Daher ist es in der vorliegenden Erfindung erforderlich, dass diese Hitzeschuttschicht (1) gasdurchlässig ausgestaltet ist, damit diese nicht nur auf ihrer Rückseite gekühlt, sondern sich auch auf der dem Heißgas zugewandten Innenseite der Hitzeschuttschicht (1) ein Kühlluftfilm ausbilden kann.

**[0018]** Die erfindungsgemäße Brennkammerauskleidung kann sich vorteilhafterweise entweder einstückig über die gesamte auszukleidende Innenfläche des Verbrennungsraumes der Turbine erstrecken. Die erfin-

dungsgemäße Brennkammerauskleidung kann jedoch auch als System von Schindeln ausgebildet sein. Hierbei ist es besonders bevorzugt, wenn diese Schindeln jeweils wenigstens ein zwanzigstel der zu verkleidenden Innenfläche des Brennkammerraums bedecken. Vorteilhafterweise erstreckt sich eine einzige Schindel über die gesamte Länge des Brennkammerraums. Es kann jedoch auch besonders vorteilhaft sein, dass sich die Schindel über den gesamten Kreisumfang der Brennkammerinnenseite erstreckt. Durch die im Vergleich zum Stand der Technik großflächige Ausgestaltung der Brennkammerauskleidung wird zum einen der Herstellungsprozess der Brennkammern selbst vereinfacht. Zum anderen können die Brennkammerauskleidung leichter abgedichtet und somit ungewollte Leckageströmungen der Kühlluft in den Brennraum verhindert werden. Ferner kann das Heißgas an weniger Stellen (beispielsweise an den Nähten) in den übrigen Turbinenraum dringen und Schäden anrichten.

**[0019]** Der Abstand der Hitzeschuttschicht (1) zur Trägerschicht (2) beträgt vorteilhafterweise 3 bis 30 mm, da in diesem Bereich die Zirkulation der Kühlluft besonders effizient ist und dennoch eine besonders hohe Steifigkeit und somit eine geringe Schwingungsanfälligkeit erzielt werden kann.

**[0020]** Vorzugsweise ist die Hitzeschuttschicht (1) und/oder die Trägerschicht (2) mit Öffnungen (4) durchbrochen. Dadurch kann besonders leicht eine kontrollierte Gasdurchlässigkeit bewirkt werden. Diese Öffnungen (4) weisen besonders bevorzugt Durchmesser in einem Bereich von 0,5 bis 3 mm auf. Dadurch kann ein genügend starker Luftstrom durch die Trägerschicht (2) hindurch erzeugt werden, mit dem die Hitzeschuttschicht (1) gekühlt wird. Des Weiteren kann durch diesen Bereich der Lochdurchmesser die Luft besonders effizient durch die Hitzeschuttschicht (1) in den Brennkammerinnenraum abgeführt werden, ohne dass Heißgas durch die Hitzeschuttschicht (1) dringen könnte.

**[0021]** Vorteilhafterweise sind die Abstandselemente (3) so ausgeführt, dass sie nicht die Bewegungsfreiheit der Hitzeschuttschicht (1) relativ zur Trägerschicht (2) beeinträchtigt. Daher sind die Abstandselemente (3) besonders bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe Stege, Zapfen, Kegel, Rippen und Grate. Besonders bevorzugt beträgt der Abstand der Hitzeschuttschicht (1) von der Trägerschicht (2) 3 bis 30 mm. Die Abstandselemente (3) befinden sich vorzugsweise auf der Hitzeschuttschicht (1). Darüber hinaus finden sich auf der jeweils anderen Schicht keine zu den Abstandselementen (3) komplementären Elemente wie Nute oder Aussparungen, um die Bewegungsfreiheit der beiden Schichten relativ zu einander nicht zu beschränken.

**[0022]** Es ist besonders vorteilhaft, wenn die Hitzeschuttschicht (1) und/oder die Trägerschicht (2) unabhängig voneinander überwiegend aus faserverstärkter Keramik bestehen, insbesondere bei denen die Fasern und das Matrixmaterial unabhängig von einander aus Materialien bestehen, die ausgewählt sind aus der Grup-

pe Aluminasilikate, Mullit,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , SiC, SiBNC, SiCN, C,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{ZrO}_2$  und Mischungen derselben. Besonders bevorzugt besteht die Hitzeschutzschicht (1) aus demselben Material wie die Trägerschicht (2). Insbesondere sind die Fasern Nextel®-Fasern der Firma 3M. Das Matrixmaterial ist besonders bevorzugt Mullit. Bei sehr hohen Einsatztemperaturen  $> \text{ca. } 1200^\circ\text{C}$  bestehen Hitzeschutzschicht, Abstandselemente und Trägerschicht besonders bevorzugt aus nichtoxidischen keramischen Fasern und Matrices, wie beispielsweise SiBNC, SiC, SiCN.

**[0023]** Vorteilhafterweise weist die Hitzeschutzschicht (1) oder die Trägerschicht (2) jeweils unabhängig voneinander eine Dicke im Bereich von 1 bis 30 mm, insbesondere im Bereich von 1 bis 6 mm auf. Durch diese im Vergleich zu den bekannten Brennkammerauskleidungen geringen Schichtdicken, kann die Hitzeschutzschicht (1) besonders effizient gekühlt werden.

**[0024]** Die Öffnungen (4) weisen vorteilhafterweise einen Mindestabstand untereinander in einem Bereich von 2 bis 20 mm und/oder einen Höchstabstand untereinander in einem Bereich von 40 bis 100 mm zueinander auf. Dadurch kann eine besonders hohe mechanische Integrität der Brennkammerauskleidung bei gleichzeitig besonders gleichmäßiger Kühlwirkung erzielt werden.

**[0025]** Das Verhältnis der Kontaktfläche der Abstandselemente (3) mit der Trägerschicht (2) zu der Gesamtfläche der Trägerschicht (2) liegt vorteilhafterweise in einem Bereich von 0,01 bis 0,3 bevorzugt im Bereich von 0,1 bis 0,2. Dadurch kann eine besonders gute Steifigkeit bei dennoch großer Kühlwirkung erzielt werden.

**[0026]** Die Brennkammerauskleidung ist besonders vorteilhaft einstückig ausgebildet. Dadurch ist zum einen eine besonders gute Materialkompatibilität der Trägerschicht (2) mit der Hitzeschutzschicht (1) gewährleistet. Darüber hinaus ist hierdurch die mechanische Integrität und die Steifigkeit der Brennkammerauskleidung und/oder der einzelnen Brennkammerschindeln besonders sowie und der Montageaufwand bei der Produktion einer Turbine besonders niedrig.

**[0027]** Ist die erfindungsgemäße Brennkammerauskleidung aus einzelnen Schindeln aufgebaut, so sind diese bevorzugt auf der der Hitzeschutzschicht (1) abgewandten Seite der Trägerschicht (2) miteinander verschraubt. Die Brennkammerauskleidung kann jedoch auch vorteilhafterweise als einzelner geschlossener Ring ausgebildet sein.

**[0028]** In einer weiteren Ausführungsform wird die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Brennkammerauskleidung, dadurch gekennzeichnet, dass man die Trägerschicht (2), das Abstandselement (3) und die Hitzeschutzschicht (1) entweder aus einem Stück herstellt oder die beiden Schichten direkt mit einem Keramikmaterial als Abstandselement zusammenfügt.

**[0029]** Die hohe Bruchzähigkeit und gute Belastbarkeit moderner CMC-Werkstoffe ermöglicht die Herstellung komplexer Strukturen. Gerade bei CMCs wie Nextel/Mul-

lit- oder auch SiC/SiC-Werkstoffen ist zudem ein Fügen einzelner Komponenten zu einer komplexen Struktur möglich. Dies ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung doppelschichtiger CMC-Strukturen wobei die beiden Brennkammerauskleidungen (Trägerschicht (2) und Hitzeschutzschicht (1)) während des Herstellungsprozesses zusammengefügt werden können, ohne dass Verschraubungen oder Niete verwendet werden müssen. Beispielsweise kann eine doppelschichtige CMC-Struktur mit Abstandselementen auch ohne eine Fügung in einem Schritt durch einen Wickelprozess hergestellt werden.

**[0030]** Besonders vorteilhaft wird die Brennkammerauskleidung durch Fügung der Trägerschicht (2) mit der Hitzeschutzschicht (1) hergestellt, wenn sowohl das Fasermaterial als auch das Matrixmaterial SiC ist. Hierbei kann besonders bevorzugt das Flüssigsilicivverfahren (Liquid silicon infiltration, LSI) und eine C- und/oder SiC-haltige Fügepaste eingesetzt werden, wie sie aus DE 19636223 A1 bekannt ist oder das PIP bzw. LPI-Verfahren (Polymerinfiltration und Pyrolyse bzw. Liquid Polymer Infiltration) mit SiC-bildenden, polymeren Precursoren. Ferner kann auch im CVI-Verfahren (Chemical Vapour Infiltration) mit gasförmigen SiC-Precursoren gefügt werden.

**[0031]** Vorteilhafterweise stellt man die Trägerschicht (2) und die Hitzeschutzschicht (1) aus einem Stück durch Aufwickeln von Fasern auf eine Form her, wobei die Fasern mit einem Keramikschlicker oder keramikbildenden, polymeren Precursoren wie z.B. Polycarbosilane, Polycarbosilazane, Polysiloxane oder MADB/PBS, oder kohlenstoffbildenden, polymeren Precursoren (beispielsweise Phenolharze) getränkt sind.

**[0032]** Die Fasern sind vorteilhafterweise ausgewählt aus der Gruppe Aluminasilikatfasern, Mullitfasern,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Fasern,  $\text{SiO}_2$ -Fasern, SiC-Fasern, SiBNC-Fasern, SiCN-Fasern,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Fasern und  $\text{ZrO}_2$ -Fasern, besonders bevorzugt jedoch Nextel-Fasern der Firma 3M.

**[0033]** Besonders bevorzugt benutzt man einen Keramikschlicker auf Wasserbasis, der Materialien ausgewählt aus der Gruppe Aluminasilikate, Mullit,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , SiC,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  und  $\text{ZrO}_2$  enthält. Von diesen Materialien ist Mullit besonders bevorzugt. Zum Aufbau einer hochtemperaturbeständigen, nichtoxidischen SiC-Matrix werden besonders vorteilhaft das Flüssigsilicivverfahren, das PIP bzw. LPI-Verfahren (Polymerinfiltration und Pyrolyse bzw. Liquid Polymer Infiltration) oder das CVI-Verfahren (Chemical Vapour Infiltration) eingesetzt.

**[0034]** Fig. 1 zeigt einen Teilquerschnitt der erfindungsgemäßen Brennkammerauskleidung.

**[0035]** In dieser konkreten Ausgestaltungsform ist die Hitzeschutzschicht (1) von der Trägerschicht (2) beabstandet durch Abstandselemente (3) in Form von Rippen bzw. Stegen. Sowohl die Hitzeschutzschicht (1) als auch die Trägerschicht (2) sind mit Öffnungen (4) durchbrochen. Zudem sind in dieser konkreten Ausführungsform zwei Schindeln durch Verschraubung (5) miteinander verbunden.

**[0036]** Fig. 2 zeigt ebenfalls einen Teilquerschnitt der erfindungsgemäßen Brennkammerauskleidung, bei der das Material der Hitzeschutzschicht (1) und der Trägerschicht (2) einheitlich ist, so dass eine Trennschicht zwischen diesen beiden nicht vorhanden ist.

#### Patentansprüche

1. Brennkammerauskleidung von Gasturbinen mit einer der Heißgasseite zugewandten gasdurchlässigen Hitzeschutzschicht (1) und einer von der Hitzeschutzschicht (1) durch Abstandselemente (3) getrennte Trägerschicht (2). 10
2. Brennkammerauskleidung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hitzeschutzschicht (1) und/oder die Trägerschicht (2) Öffnungen (4), insbesondere mit einem Durchmesser in einem Bereich von 0,5 bis 3 mm aufweisen. 20
3. Brennkammerauskleidung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstandselemente (3) ausgewählt sind aus der Gruppe Stege, Zapfen, Kegel, Rippen und Grate, insbesondere der Abstand der Hitzeschutzschicht (1) von der Trägerschicht (2) 2 bis 30 mm beträgt. 25
4. Brennkammerauskleidung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hitzeschutzschicht (1) und/oder die Trägerschicht (2) unabhängig voneinander überwiegend aus faserverstärkter Keramik bestehen, insbesondere bei denen die Fasern und das Matrixmaterial unabhängig voneinander aus Materialien bestehen, die ausgewählt sind aus der Gruppe Aluminiumsilikate, Yttriumsilikate, YAG, Mullit,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{SiBNC}$ ,  $\text{SiCN}$ ,  $\text{C}$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{ZrO}_2$  und Mischungen derselben. 30 35
5. Brennkammerauskleidung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hitzeschutzschicht (1) oder die Trägerschicht (2) jeweils unabhängig voneinander eine Dicke im Bereich von 1 bis 30 mm, insbesondere im Bereich von 1 bis 6 mm aufweisen. 40 45
6. Brennkammerauskleidung gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnungen (4) einen Mindestabstand in einem Bereich von 2 bis 20 mm und/oder einen Höchstabstand in einem Bereich von 40 bis 100 mm zueinander aufweisen. 50
7. Brennkammerauskleidung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis einer Kontaktfläche der Abstandselemente (3) mit der Trägerschicht (2) zu der Gesamtfläche der Trägerschicht (2) in einem Bereich von 0,001 bis 0,3 liegt. 55
8. Brennkammerauskleidung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einstückig ausgebildet ist.
9. Verfahren zur Herstellung einer Brennkammerauskleidung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die Trägerschicht (2), das Abstandselement und die Hitzeschutzschicht (1) entweder aus einem Stück herstellt, oder die beiden Schichten direkt mit einem Keramikmaterial als Abstandselement (3) zusammenfügt.
10. Verfahren gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die Trägerschicht (2), das Abstandselement und die Hitzeschutzschicht (1) aus einem Stück durch Aufwickeln von Fasern auf eine Form herstellt, wobei die Fasern mit einem Keramikschlicker, einem polymeren Kohlenstoff- oder polymeren Keramikprecursorgetränkt sind.

Figuren

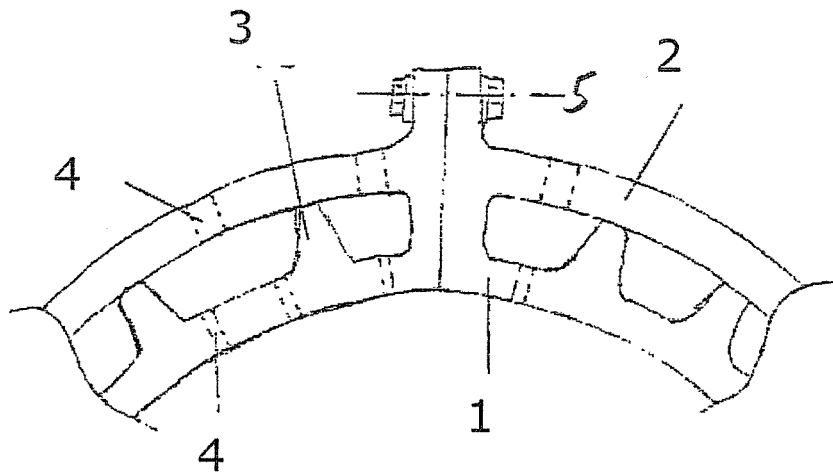


Fig. 1

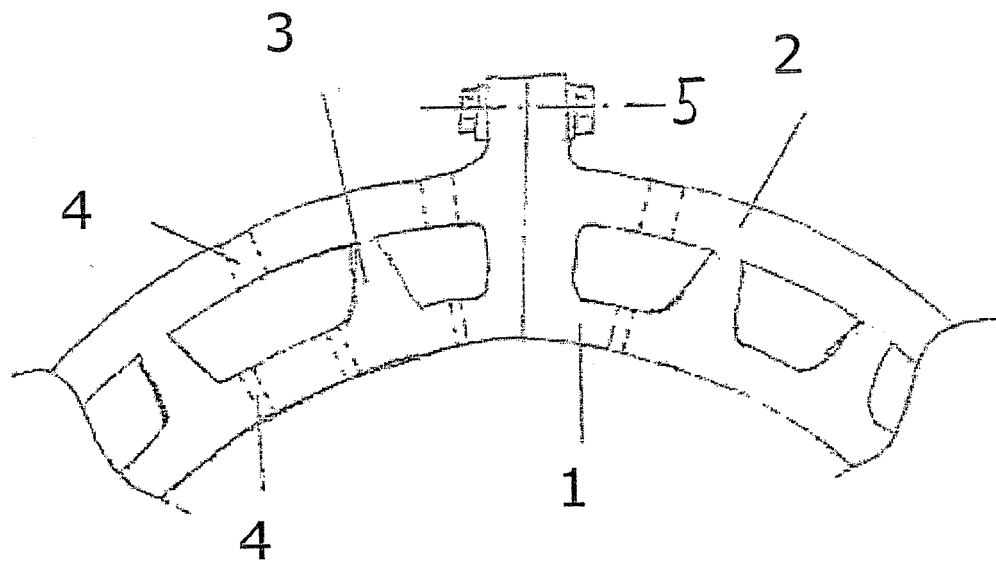


Fig. 2



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 07 12 2980

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 528 322 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 4. Mai 2005 (2005-05-04)	1-4,9	INV. F23R3/00
Y	* Absatz [0010] - Absatz [0016]; Abbildungen 1,1A *	5-7	
X	DE 197 27 407 A1 (SIEMENS AG [DE]) 7. Januar 1999 (1999-01-07)	1-3,5	
Y	* Spalte 1, Zeile 3 - Spalte 3, Zeile 48 * * Abbildung 3 *	4,6,7,9	
X	EP 1 235 032 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 28. August 2002 (2002-08-28)	1-3	
Y	* Absatz [0017] - Absatz [0020]; Abbildungen 1,3A,3B *	4-7,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)  F23R
Y	DE 10 2004 009262 A1 (SNECMA PROPULSION SOLIDE S A [FR]) 10. März 2005 (2005-03-10) * Absatz [0002] - Absatz [0023] *	4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>9. April 2008</b>	Prüfer <b>Theis, Gilbert</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 07 12 2980

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.

09-04-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1528322 A	04-05-2005	JP 2005127705 A	19-05-2005
		US 2005086940 A1	28-04-2005
-----			
DE 19727407 A1	07-01-1999	KEINE	
-----			
EP 1235032 A	28-08-2002	DE 60216168 T2	11-10-2007
		JP 2002267161 A	18-09-2002
		US 2004006995 A1	15-01-2004
		US 2002116929 A1	29-08-2002
-----			
DE 102004009262 A1	10-03-2005	CA 2459498 A1	04-09-2004
		FR 2852003 A1	10-09-2004
		GB 2400114 A	06-10-2004
		JP 2004269353 A	30-09-2004
		US 2004221941 A1	11-11-2004
-----			

EPO FORM P0461

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



## IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### In der Beschreibung aufgeführte Patentedokumente

- EP 1152191 A2 [0003]
- EP 0943867 B1 [0004]
- US 5113660 A [0005]
- DE 19730751 A1 [0006]
- DE 4114768 A1 [0007]
- DE 19502730 A1 [0008]
- US 5553455 A [0009]
- US 20020184891 A1 [0010]
- EP 1128131 A1 [0011]
- US 5291731 A [0012]
- US 5291732 A [0017]
- DE 19636223 A1 [0030]

### In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- J. KIMMEL ; J. PRICE et al. *Proceedings of ASME Turbo Expo 2003 Power for Land, Sea and Air, GT 2003-38920*, Juni 2003 [0013]