



(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

(30) Priorität: **22.12.2006 DE 102006060857**(71) Anmelder: **Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
51147 Köln (DE)**

(72) Erfinder:

- **Heidenreich, Bernhard
71679, Asperg (DE)**

- **Kriescher, Michael
70599 Stuttgart (DE)**
- **Hackemann, Stefan
53844, Troisdorf (DE)**
- **Kanka, Berhard
51465, Bergisch Gladbach (DE)**
- **Luxem, Walter
53844, Troisdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Jönsson, Hans-Peter
Von Kreisler Selting Werner,
Deichmannhaus am Dom,
Bahnhofsvorplatz 1
50667 Cologne (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).

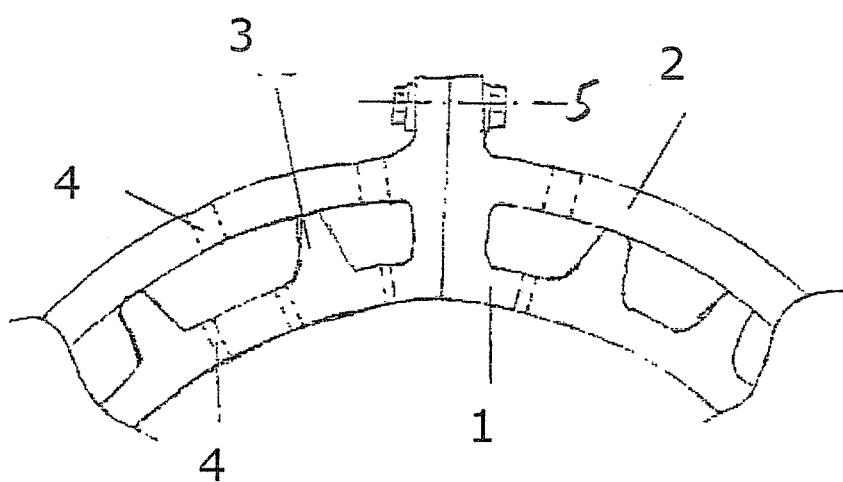


Fig. 1

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.

[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.

15 [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 ei-

20 nem 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.

25 [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

30 können, umfassen auch 1200 °C bei 10 atm Druck und 1,5 atm Dampfdruck von Wasserdampf.

[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.

35 [0015] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird in einer ersten Ausführungsform gelöst durch eine Brennkammerauskleidung von Gasturbinen mit einer der Heißgasseite zugewandten gasdurchlässigen Hitze-

schutzschicht (1) und einer von der Hitzeschutzschicht (1) durch Abstandselemente (3) getrennte Trägerschicht (2).

[0016] Gegenüber dem Stand der Technik ist es besonders vorteilhaft, in Brennkammerauskleidungen die Hitzeschutzschicht (1) beabstandet von der Trägerschicht (2) als Doppelschichtstruktur auszuführen, da durch die höhere Steifigkeit dieser Struktur die Wandstärken gering sein können, was sowohl eine Gewichtersparnis einbringt, als auch eine effektivere Kühlung der Brennkammerauskleidung bewirkt. Dadurch kann zusätzlich Kühlluft eingespart werden. Durch die hohe Steifigkeit der Doppelschichtstruktur ist eine erfundungsgemäße Brennkammerauskleidung weniger schwingsanfällig als eine einschichtige Brennkammerauskleidung. Die erfundungsgemäße doppelschichtige Brennkammerauskleidung wird beispielsweise über eine Prall-Diffusionskühlung gekühlt, bei der die Kühlluft zunächst durch die gasdurchlässige Trägerschicht (2) auf die Rückwand der Hitzeschutzschicht (1) strömen kann, diese dadurch kühl und anschließend durch die gasdurchlässige Hitzeschutzschicht (1) hindurch austreten und einen Kühlluftfilm auf der dem Heißgas zugewandten Seite der Hitzeschutzschicht (1) ausbilden kann. Durch die doppelschichtige Bauweise lässt sich außerdem der Kühlluftmassestrom sehr gut regulieren, was zu einer großen Freiheit bei der Gestaltung der Gasdurchlässigkeit der Hitzeschutzschicht (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 Hitzeschutzschicht (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 Hitzeschutzschicht (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 Hitzeschutzschicht (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 Hitzeschutzschicht (1). Daher ist es in der vorliegenden Erfindung erforderlich, dass diese Hitzeschutzschicht (1) gasdurchlässig ausgestaltet ist, damit diese nicht nur auf ihrer Rückseite gekühlt, sondern sich auch auf der dem Heißgas zugewandten Innenseite der Hitzeschutzschicht (1) ein Kühlluftfilm ausbilden kann.

[0018] Die erfundungsgemäße 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 Hitzeschutzschicht (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 Schwingsanfälligkeit erzielt werden kann.

[0020] Vorzugsweise ist die Hitzeschutzschicht (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 Hitzeschutzschicht (1) gekühlt wird. Des Weiteren kann durch diesen Bereich der Lochdurchmesser die Luft besonders effizient durch die Hitzeschutzschicht (1) in den Brennkammerinnenraum abgeführt werden, ohne dass Heißgas durch die Hitzeschutzschicht (1) dringen könnte.

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

[0022] Es ist besonders vorteilhaft, wenn die Hitzeschutzschicht (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, Al_2O_3 , SiO_2 , SiC , SiBNC , SiCN , C, Si_3N_4 , 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 > ca. 1200 °C bestehen Hitzeschutzschicht, Abstandselemente und Trägerschicht besonders bevorzugt aus nichttoxischen 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 Nieten 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 Flüssigsilicierverfahren (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. Poycarbosilane, Polycarbosilazane, Polysiloxane oder MADB/PBS, oder kohlenstoffbildenden, polymeren Precursoren (beispielsweise Phenolharze) getränkt sind.

[0032] Die Fasern sind vorteilhafterweise ausgewählt aus der Gruppe Aluminasilikatfasern, Mullitfasern, Al_2O_3 -Fasern, SiO_2 -Fasern, SiC -Fasern, SiBNC -Fasern, SiCN -Fasern, Si_3N_4 -Fasern und 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, Al_2O_3 , SiO_2 , SiC , Si_3N_4 und ZrO_2 enthält. Von diesen Materialien ist Mullit besonders bevorzugt. Zum Aufbau einer hochtemperaturbeständigen, nichttoxischen SiC -Matrix werden besonders vorteilhaft das Flüssigsilicierverfahren, 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 erfundungsgemäßen 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 Hitzebeschichtung (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. 15
3. Brennkammerauskleidung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstandselemente (3) ausgewählt sind aus der Gruppe Stege, Zapfen, Kegel, Rippen und Grade, insbesondere der Abstand der Hitzeschutzschicht (1) von der Trägerschicht (2) 2 bis 30 mm beträgt. 20
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, Al_2O_3 , SiO_2 , SiC, SiBNC, SiCN, C, Si_3N_4 , ZrO_2 und Mischungen derselben. 25
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. 30
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. 35
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. 40
8. Brennkammerauskleidung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einstückig ausgebildet ist. 45
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. 50
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 Keramikschnicker, einem polymeren Kohlenstoff- oder polymeren Keramikprecursorgetränkt sind. 55

Figuren

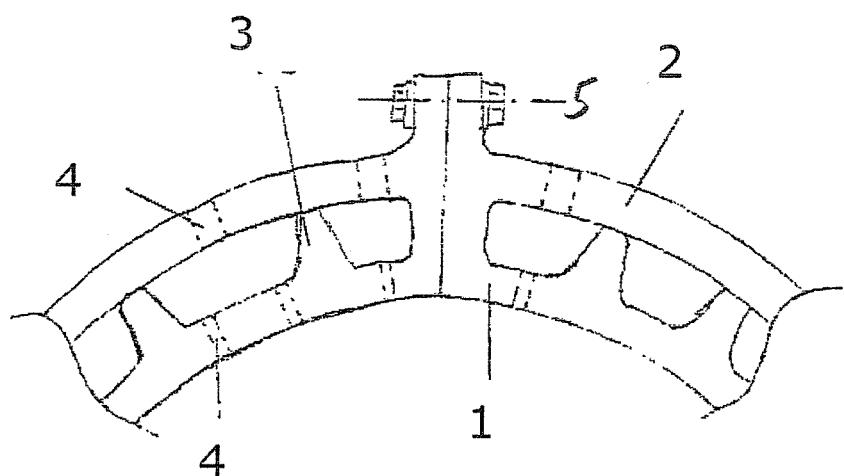


Fig. 1

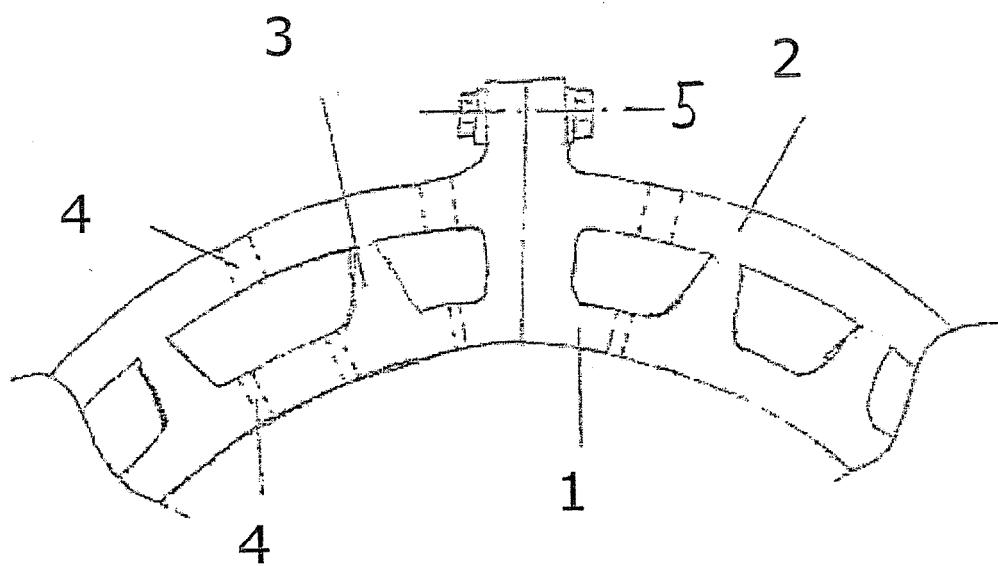


Fig. 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)						
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch							
X	EP 1 528 322 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 4. Mai 2005 (2005-05-04) * Absatz [0010] - Absatz [0016]; Abbildungen 1,1A *	1-4,9	INV. F23R3/00						
Y	----- DE 197 27 407 A1 (SIEMENS AG [DE]) 7. Januar 1999 (1999-01-07) * Spalte 1, Zeile 3 - Spalte 3, Zeile 48 * * Abbildung 3 *	5-7 1-3,5							
X	EP 1 235 032 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 28. August 2002 (2002-08-28) * Absatz [0017] - Absatz [0020]; Abbildungen 1,3A,3B *	1-3							
Y	----- DE 10 2004 009262 A1 (SNECMA PROPULSION SOLIDE S A [FR]) 10. März 2005 (2005-03-10) * Absatz [0002] - Absatz [0023] *	4-7,9 4							
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)						
			F23R						
<p>Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <p>1</p> <table border="1"> <tr> <td>Recherchenort</td> <td>Abschlußdatum der Recherche</td> <td>Prüfer</td> </tr> <tr> <td>München</td> <td>9. April 2008</td> <td>Theis, Gilbert</td> </tr> </table> <p>EPO FORM 1503/03-82 (P04C03)</p> <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>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</p>				Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	München	9. April 2008	Theis, Gilbert
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
München	9. April 2008	Theis, Gilbert							

**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 Patendokumente 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 US	2005127705 A 2005086940 A1		19-05-2005 28-04-2005
DE 19727407	A1	07-01-1999		KEINE		
EP 1235032	A	28-08-2002	DE JP US US	60216168 T2 2002267161 A 2004006995 A1 2002116929 A1		11-10-2007 18-09-2002 15-01-2004 29-08-2002
DE 102004009262	A1	10-03-2005	CA FR GB JP US	2459498 A1 2852003 A1 2400114 A 2004269353 A 2004221941 A1		04-09-2004 10-09-2004 06-10-2004 30-09-2004 11-11-2004

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 Patentdokumente

- 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]