



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.07.2005 Patentblatt 2005/30

(51) Int Cl.7: **F23R 3/00, F23M 5/04**

(21) Anmeldenummer: **04001229.6**

(22) Anmeldetag: **21.01.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

- **Grote, Holger**
53115 Bonn (DE)
- **Heilos, Andreas**
45468 Mülheim (DE)
- **Tertilt, Marc**
45529 Hattingen (DE)
- **Vonnemann, Bernd**
45968 Gladbeck (DE)

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

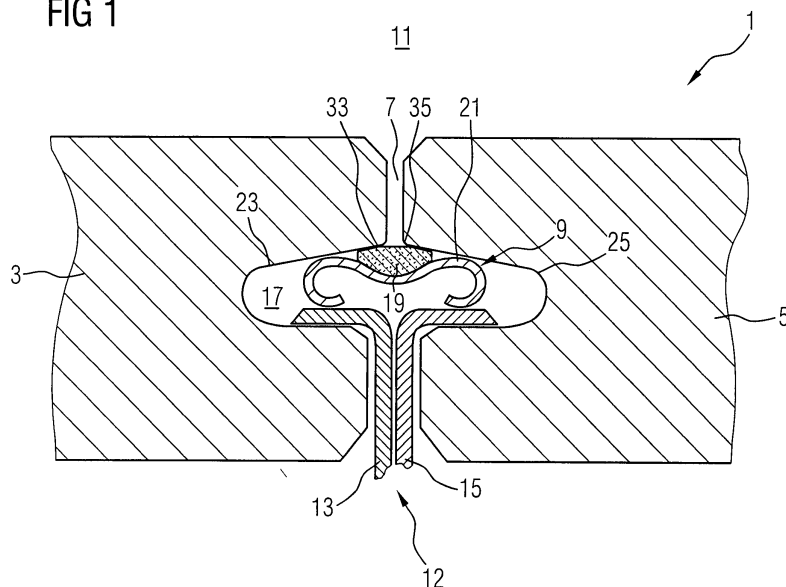
(72) Erfinder:
 • **Deiss, Olga**
40627 Düsseldorf (DE)

(54) **Strömungsbarriere, Verkleidung und Brennkammer**

(57) Eine Brennkammer weist zur Isolierung eines tragenden Gehäuseteils (4) gegen einen Brennraum (11) der Brennkammer eine Verkleidung (1) auf, die aus einer Anzahl von Verkleidungselementen gebildet ist. Der Abstand zwischen einem ersten (3) und einem zweiten (5) Verkleidungselement ist durch einen Spalt gebildet, der einen Strömungsbereich (7) zwischen dem ersten (3) und dem zweiten (5) Verkleidungselement bereitstellt und in den brennraumseitig Heißgas und in Gegenrichtung Kühlluft eindringen kann, wobei der Strömungsbereich (7) infolge von Temperaturänderungen

variierende Abmessungen haben kann. Um eine hochtemperaturfeste Strömungsbarriere für einen Strömungsbereich (7) solcher Art möglichst einfach auszugestalten, wird vorliegend eine Strömungsbarriere (9, 10) angegeben, welche einen hochtemperaturfesten Keramikkörper (19, 20) und ein Federelement (21, 22) aufweist. Die vorgeschlagene Strömungsbarriere (9, 10) hat eine verbesserte Hitzebeständigkeit, ein größeres Kühlluft einsparpotential und verringert thermisch induzierte Spannungen in einem Verkleidungselement (3, 5). Die Erfindung führt auf eine Verkleidung einer Brennkammer und eine Brennkammer.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Strömungsbarriere als Einsatz in einem Strömungsbereich zwischen einem ersten und einem zweiten Verkleidungselement einer Verkleidung einer Brennkammer. Die Erfindung führt auf eine Verkleidung und eine Brennkammer.

[0002] Ein Brennraum, insbesondere der Brennraum einer Gasturbinenbrennkammer einer Gasturbine, ist üblicherweise mit einer Verkleidung versehen, um die Gehäuseteile des die Brennkammer tragenden Gehäuses, auch als Brennkammerstruktur bezeichnet, zu isolieren und zu schützen. Die im Brennraum herrschenden Brennkammerbedingungen, die insbesondere durch stark schwankende und hohe Temperaturen, Drücke und oxidierende Wirkungen des Heißgases gekennzeichnet sind, sind von dem Gehäuse fern zu halten. Insbesondere ist ein Bereich des Gehäuses zu schützen, in dem die Halterung der Verkleidung angebracht ist. Im Brennraum einer Gasturbine liegen die thermischen Belastungen in der Regel in einem Temperaturbereich von 1350 °C oder darüber und können zudem, z. B. im Rahmen eines Schnellschlusses starken Schwankungen unterliegen. Einer derartigen Belastung ist das metallische Gehäuse in der Regel nicht aussetzbar. Das Gehäuse und die Halterung sind somit auch vor einer mit der Zeit fortschreitenden Materialermüdung zu schützen, wobei die Materialermüdung um so höher ist, je häufiger und größer Temperatur- und Druckschwankungen im Brennraum auftreten.

[0003] Aus diesem Grund ist an einer dem Brennraum zugewandten Innenseite eines Gehäuseteils eine Verkleidung angebracht. Die Verkleidung weist in der Regel eine Anzahl von Verkleidungselementen auf. Als besonders vorteilhaft hat sich ein aus einer Keramik gebildetes Verkleidungselement, auch als Hitzeschild (Ceramic Heat Shield, CHS) bezeichnet, erwiesen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, ein Verkleidungselement aus einer hochtemperaturfesten Metalllegierung zu bilden. Auf einem metallischen Verkleidungselement kann ein keramisches Coating aufgebracht werden.

[0004] Zur Kompensation unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten wird bei der Montage eines Verkleidungselements am gesamten Umfang des Verkleidungselements ein Spalt eingestellt. Die Verkleidungselemente der Verkleidung werden also auf Abstand montiert. Dieser Abstand stellt einen Strömungsbereich zwischen einem ersten und einem zweiten Verkleidungselement der Verkleidung bereit.

[0005] Zum einen wird beim Betrieb der Brennkammer eine zwischen dem Gehäuseteil und der Verkleidung verlaufende Kühlluftströmung geführt. Diese dient insbesondere zur Kühlung der Halterung, welche ein Verkleidungselement an der einem Brennraum zugewandten Innenseite des Gehäuseteils hält. Die Kühlluft kann durch den Strömungsbereich in den Brennraum eindringen. Zum anderen sind die Spalte vor brennraumseitig eindringendem Heißgaseinzug zu schützen.

Dazu wird die Kühlluft vom Gehäuseteil und der Rückseite der Verkleidung her in die Richtung des Brennraums geführt, um auf diese Weise einen Spalt mit der Kühlluft zu sperren.

[0006] Die beiden letzteren im Strömungsbereich auftretenden Strömungen von Kühlluft einerseits und Heißgas andererseits haben eine Reihe von Konsequenzen, die mittels einer im Strömungsbereich eingesetzten hochtemperaturfesten Strömungsbarriere gezielt und vorteilhaft beeinflusst werden kann. Die Strömungsbarriere hat somit unterschiedlichsten Anforderungen zu genügen.

[0007] Die Strömungsbarriere sollte zum einen einer aufgrund thermischer Änderungen variierenden Breite des Strömungsbereichs Rechnung tragen und sollte zum anderen hitzebeständig sein.

[0008] So sind beispielsweise poröse keramische Dichtungen aus der EP 1 302 723 A1 bekannt. Eine solche poröse keramische Dichtung ist zwar hochtemperaturbeständig, darf aber dennoch nicht direkt mit dem Heißgas in Berührung kommen. Da sich dieser Kontakt in der Brennkammer nur schwer vermeiden lässt, muss eine solche poröse keramische Dichtung von Kühlluft durchströmt werden, um die Dichtung selbst zu kühlen und des Weiteren den Strömungsbereich vor einem Heißgaseinzug zu sperren. Dennoch sind bei porösen keramischen Dichtungen der genannten Art Überhitzungen aufgetreten. Der wesentliche Grund liegt darin, dass eine in jedem Fall eines Realbetriebs einer Brennkammer ausreichende Durchströmung der porösen keramischen Dichtung mit Kühlluft nur schwer zu garantieren ist.

[0009] Des Weiteren hat die oben genannte Verwendung von Kühlluft zur Sperrung des Strömungsbereichs und zur Kühlung einer hochtemperaturfesten Strömungsbarriere den Nachteil, dass die Kühlluft an den Kanten des Verkleidungselements in den Brennraum eintritt und auf diese Weise ganz erhebliche Temperaturgradienten entlang der lateralen Ausdehnung eines Verkleidungselements entstehen. So weist ein Verkleidungselement bei Anwendung des hier erläuterten üblichen Konzepts an seiner Kante infolge des Kühlluftaustritts eine erheblich geringere Temperatur auf als an seiner dem Brennraum zugewandten Mitte. Zudem weist ein üblicherweise plattenförmig ausgebildetes Verkleidungselement entlang seiner lateralen Ausdehnung infolge seiner geometrischen Form eine relativ hohe Steifigkeit auf. Der hohe Temperaturgradient entlang der lateralen Ausdehnung und die Steifigkeit entlang der lateralen Ausdehnung führen zusammen zu ganz erheblichen Spannungen entlang der lateralen Ausdehnung des Verkleidungselements. Diese sind weitaus gravierender als Wölbungsspannungen des Verkleidungselements, welche aufgrund eines Temperaturgradienten auch über die Dicke des Verkleidungselements auftreten. Eine Möglichkeit, diesem Problem zu begegnen, ist in der nicht veröffentlichten europäischen Patentanmeldung mit der Anmeldenummer 03019093.8

beschrieben. Dem Problem kann durch eine temperaturangepasste Ausbildung eines Verkleidungselements begegnet werden.

[0010] Die genannten Lösungsansätze erweisen sich nicht in jeder Hinsicht als vorteilhaft und sind letztendlich relativ komplex und damit kostenintensiv. Wünschenswert wäre eine Strömungsbarriere, die den angesprochenen Problemen der Hitzebeständigkeit, der temperaturbedingt variierenden Strömungsbereichsform sowie den durch die Kühlluft bewirkten Problemen begegnet. Wünschenswert wäre auch eine Verkleidung und eine Brennkammer, die vorteilhaft gegenüber bisherigen Lösungen ausgebildet sind.

[0011] An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, eine Strömungsbarriere anzugeben, die hitzebeständig ist und zugleich in einen formveränderlichen, in seinen Abmessungen variierenden Strömungsbereich eingesetzt werden kann und die dabei möglichst einfach ausgestaltet ist. Eine weitergehende Aufgabe der vorliegenden Erfindung hinsichtlich der Verkleidung und der Brennkammer mit einer solchen Strömungsbarriere besteht darin, den im Zusammenhang mit der Kühlluft erläuterten Problemen Rechnung zu tragen.

[0012] Hinsichtlich der Strömungsbarriere wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch eine Strömungsbarriere zum Einsatz in einen Strömungsbereich zwischen einem ersten und einem zweiten Verkleidungselement einer Verkleidung einer Brennkammer gelöst, wobei die Strömungsbarriere einen hochtemperaturfesten Keramikkörper und ein Federelement aufweist.

[0013] Beim Einsatz der Strömungsbarriere in den Strömungsbereich ist der hochtemperaturfeste Keramikkörper dem Brennraum der Brennkammer zugewandt und verhindert somit den Heißgaseinzug. Die Heißgaseinzugshemmung wird durch die unterstützende Federkraft des Federelements noch verbessert. Dabei ist das Federelement selbst durch den hochtemperaturfesten Keramikkörper vor einem Heißgaszugriff geschützt. Das Federelement selbst braucht also nur geringeren Anforderungen an die Hochtemperaturfestigkeit im Vergleich zum Keramikkörper zu genügen. Alle hinter dem Verkleidungselement und dem hochtemperaturfesten Keramikkörper liegenden Teile, einschließlich des Federelements, lassen sich darüber hinaus effektiv durch Kühlluft kühlen.

[0014] Die Erfindung hat erkannt, dass eine bisher übliche poröse keramische Strömungsbarriere zu einer Reihe von Folgeproblemen führt, die gemäß dem hier erläuterten Konzept einer insgesamt hochtemperaturfesten Strömungsbarriere vermieden werden. Die Verwendung eines hochtemperaturfesten Keramikkörpers als Teil der Strömungsbarriere garantiert, dass die Strömungsbarriere eine ausreichende Heißgasbeständigkeit aufweist, die unabhängig von einer Kühlluftdurchströmung ist. Als zweckmäßig hat sich eine Aluminiumoxidkeramik erwiesen. Es kann darüber hinaus je nach Zweckmäßigkeit auch eine andere hochtemperaturfe-

ste Keramik eingesetzt werden. Die ausreichende Heißgasbeständigkeit des hochtemperaturfesten Keramikkörpers hat vor allem die besonders sichere und zuverlässige Wirkung der Strömungsbarriere im Vergleich zu bisher üblichen porösen keramischen Strömungsbarrieren zur Folge.

[0015] Die Kombination des hochtemperaturfesten Keramikkörpers mit einem Federelement zu einer Strömungsbarriere hat gemäß der Erkenntnis der Erfindung zudem die Wirkung, dass die durch die auf den Keramikkörper wirkende Federkraft erreichte Barrierenwirkung der Strömungsbarriere sich als besonders effektiv erweist.

[0016] Schließlich erweist sich die Kombination des hochtemperaturfesten Keramikkörpers und des Federelements zu einer Strömungsbarriere als besonders anpassungsfähig bei der Verwendung in einem infolge von Temperaturschwankungen stark form- und abstandsvariablen Strömungsbereich zwischen dem ersten und dem zweiten Verkleidungselement.

[0017] Die Teile, d. h. der hochtemperaturfeste Keramikkörper und das Federelement, der Strömungsbarriere lassen sich einfach fertigen und damit kostengünstig herstellen.

[0018] Die Erfindung geht also, in Abkehr von der bekannten porösen keramischen Strömungsbarriere, von der neuen und in seiner Wirkung überraschenden Überlegung aus, dass im Vergleich zu einer porösen keramischen Strömungsbarriere die hier erläuterte Strömungsbarriere mit einem relativ starren hochtemperaturfesten Keramikkörper dennoch zu einer verlässlichen Abdichtung des Strömungsbereichs führt. In Kombination mit dem Federelement erweist sich die Strömungsbarriere gemäß dem neuen Konzept nämlich als ausreichend variabel innerhalb des formveränderlichen Strömungsbereichs.

[0019] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen und geben im Einzelnen vorteilhafte Möglichkeiten an, die Strömungsbarriere unter anderem hinsichtlich ihrer Barrierenwirkung, Heißgasbeständigkeit und Stabilität zu realisieren.

[0020] Der hochtemperaturfeste Keramikkörper und das Federelement haben vorteilhaft eine längliche Ausdehnung, wobei der Keramikkörper entlang einer Auflagefläche auf dem Federelement aufliegt und die Auflagefläche entlang der länglichen Ausdehnung ausgerichtet ist. Solche länglich ausgebildeten Federelemente lassen sich besonders einfach zusammensetzen und in einem Strömungsbereich einer Verkleidung einer Brennkammer montieren. Ihre längliche Ausdehnung trägt der länglichen Ausdehnung des Strömungsbereichs zwischen einem ersten und einem zweiten Verkleidungselement der Verkleidung Rechnung.

[0021] Vorzugsweise ist die Auflagefläche zum Federelement hin gewölbt. Insbesondere weist das Federelement auf seiner der Auflagefläche zugewandten Seite eine Mulde auf und der hochtemperaturfeste Kera-

mikkörper auf seiner der Auflagefläche zugewandten Seite eine Auswölbung auf. Die Auswölbung des Keramikkörpers und die Mulde des Federelements sind zweckmäßigerweise aufeinander angepasst, so dass der Keramikkörper im Federelement sicher zu liegen kommt und gegen ein seitliches Verrutschen in der Mulde gesichert ist.

[0022] Des Weiteren weist das Federelement zweckmäßigerweise Haltemittel auf, welche die Lage des hochtemperaturfesten Keramikkörpers entlang der länglichen Ausdehnung sichert. Auf diese Weise ist der Keramikkörper auch in einer axialen Richtung, d. h. in eine Richtung der länglichen Ausdehnung, gegen ein Verrutschen gesichert. Als Haltemittel ist ein Anschlag oder eine ausreichend raue Ausgestaltung der Auflagefläche zwischen dem Federelement und dem Keramikkörper besonders geeignet.

[0023] In einer ersten Variante der Erfindung ist das Federelement mindestens entlang eines Bruchteils der länglichen Ausdehnung in Form einer druckbeanspruchten Feder nach dem Wirkprinzip einer Tellerfeder ausgebildet. Das heißt, das Federelement ist, bis auf seine längliche Ausdehnung (statt einer runden bei einer Tellerfeder), im Prinzip wie eine Tellerfeder ausgebildet und beruht im Prinzip auf dem gleichen Wirkmechanismus wie eine Tellerfeder.

[0024] Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, dass das Federelement entlang eines weiteren Bruchteils der länglichen Ausdehnung in Form einer bloßen Auflage ausgebildet ist. Dabei hat es sich als besonders zweckmäßig erwiesen, das Federelement entlang eines mittleren Teils der länglichen Ausdehnung in Form einer druckbeanspruchten Feder, klammerartig, nach dem Wirkprinzip einer Tellerfeder auszubilden und entlang seiner seitlichen Teile der länglichen Ausdehnung in Form einer bloßen Auflage auszubilden. Die Auflagen unterstützen den hochtemperaturfesten Keramikkörper in seiner Auflage, während im mittleren Teil die Federkraft erzeugt wird. Im Einzelnen ist eine vorteilhafte Ausführungsform der ersten Variante des Federelements im Zusammenhang mit der Zeichnung erläutert.

[0025] Gemäß einer zweiten Variante der Erfindung ist das Federelement mindestens entlang eines Bruchteils der länglichen Ausdehnung in Form eines druckbeanspruchten, federnd nachgebenden Vollkörpers ausgebildet. Dabei kommt jede Art eines Materials in Betracht, welches dem Vollkörper eine druckbeanspruchte federnde Wirkung verleiht. Dabei kann es sich um einheitliches Vollmaterial oder um eine Zusammensetzung oder ein Konglomerat unterschiedlicher Materialien handeln. Ein Querschnitt durch den Vollkörper hat vorteilhaft eine Form, die ähnlich der Form einer liegenden Acht ist. Im Einzelnen ist eine vorteilhafte Ausführungsform der zweiten Variante des Federelements im Zusammenhang mit der Zeichnung erläutert.

[0026] Die Aufgabe hinsichtlich der Verkleidung wird erfindungsgemäß durch eine Verkleidung für eine Brennkammer mit einer Anzahl von Verkleidungsele-

menten gelöst, wobei zwischen einem ersten und zweiten Verkleidungselement ein Strömungsbereich gebildet ist, in den eine Strömungsbarriere der oben genannten Art eingesetzt ist.

[0027] Im Rahmen einer Weiterbildung dieser Verkleidung hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, dass eine oder mehrere Strömungsbarrieren derart in den Strömungsbereich eingesetzt sind, dass der Strömungsbereich durch die eine oder mehreren Strömungsbarrieren vollständig abgedichtet ist. Auf diese Weise wird nämlich ein Heißgaseinzug in den Strömungsbereich vollständig verhindert.

[0028] Besonders vorteilhaft sind in sämtliche entlang eines Umfangs eines Verkleidungselements verlaufende Strömungsbereiche eine oder mehrere der Strömungsbarrieren eingesetzt. Auf diese Weise wird ein Heißgaseinzug in allen umfänglich um ein Verkleidungselement herumlaufende Strömungsbereiche vermieden.

[0029] Die Aufgabe wird hinsichtlich der Brennkammer erfindungsgemäß gelöst durch eine Brennkammer mit einer Verkleidung, die eine Anzahl von Verkleidungselementen aufweist, wobei zwischen einem ersten und einem zweiten Verkleidungselement ein Strömungsbereich gebildet ist, in den eine Strömungsbarriere der oben genannten Art eingesetzt ist.

[0030] Im Rahmen einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Brennkammer ist

- ein Verkleidungselement an der einem Brennraum zugewandten Innenseite eines Gehäuseteils mittels einer Halterung angebracht, und
- eine oder mehrere Strömungsbarrieren derart in den Strömungsbereich eingesetzt, dass der Strömungsbereich durch die eine oder mehrere Strömungsbarrieren vollständig abgedichtet ist, und
- eine zwischen dem Gehäuseteil und der Verkleidung verlaufende Kühlluftströmung durch die eine oder mehrere der Strömungsbarrieren entlang einer Ausdehnung des Strömungsbereichs zur Kühlung der Halterung abgelenkt wird.

[0031] Dieses Konzept garantiert, dass eine zuverlässige Kühlung der Halterung und damit eine sichere und dauerhaft beständige Halterung der Verkleidungselemente. Durch die Abdichtung des Strömungsbereichs wird darüber hinaus ein Heißgaseinzug in den Strömungsbereich vermieden. Korrosionsprobleme durch Heißgaseinzug oder sonstige Materialbelastungen in der Nähe des Strömungsbereichs und hinter der Verkleidung, insbesondere bei der Halterung, sind damit - im Unterschied zu bekannten Strömungsbarrieren - beseitigt.

[0032] Schließlich wird auch das Ausströmen von Kühlluft in den Brennraum und damit eine brennraumseitig unterschiedliche Temperaturbelastung der Verkleidungselementkanten einerseits und der Verkleidungselementmitten andererseits vermieden. Laterale

Temperaturgradienten von der Kante zur Mitte eines Verkleidungselements hin sind damit weitgehend beseitigt. Das Blockieren der Kühlluft führt damit zu einer adiabaten Temperatursituation bei den Verkleidungselementen. Langfristige Schäden an einem Verkleidungselement, z. B. Risse, werden dadurch vermieden. Durch die weitestgehende bzw. vollständige Abdichtung des Kühlluftstroms im Strömungsbereich mittels dem vorliegenden Konzept einer Strömungsbarriere wird ein erhebliches Einsparpotential von Kühlluft im Vergleich zum bisher üblichen Konzept einer porösen keramischen Strömungsbarriere erreicht.

[0033] Es dringt damit also weniger Kühlluft in den Brennraum selbst ein. Damit besteht nicht nur ein hohes Potential zur Verringerung des Kühlluftverbrauchs, was wiederum eine Absenkung der Verbrennungstemperatur zur Folge hat. Letzteres hat im Ergebnis darüber hinaus auch eine Reduzierung der NO_x -Emission zur Folge.

[0034] Die genannte Ausbildung der Strömungsbarriere hat auch den Vorteil, dass größere Toleranzen beim Einstellen der Spalte, d.h. des Strömungsbereichs zwischen einem ersten und einem zweiten Verkleidungselement möglich sind. Auf diese Weise wird die Montagezeit der Verkleidungselemente erheblich reduziert.

[0035] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll die Ausführungsbeispiele nicht maßgeblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen.

[0036] Im Einzelnen zeigt die Figur in:

FIG 1 eine besonders bevorzugte Ausführungsform einer Verkleidung für eine Brennkammer mit einer besonders bevorzugten Ausführungsform einer ersten Variante einer Strömungsbarriere in einer Querschnittsansicht;

FIG 2 jeweils in perspektivischer Ansicht (a) und einer Querschnittsansicht (b) einen hochtemperaturfesten Keramikkörper der besonders bevorzugten Ausführungsform der ersten Variante einer Strömungsbarriere;

FIG 3 jeweils in perspektivischer Ansicht (a) und einer Querschnittsansicht (b) ein Federelement der besonders bevorzugten Ausführungsform der ersten Variante einer Strömungsbarriere;

FIG 4 jeweils in einer perspektivischen Ansicht (a) und einer Querschnittsansicht (b) die besonders bevorzugte Ausführungsform der ersten Variante einer Strömungsbarriere mit dem hochtemperaturfesten Keramikkörper der FIG 2 und dem Federele-

ment der FIG 3;

FIG 5 jeweils in einer perspektivischen Ansicht (a) und einer Querschnittsansicht (b) eine besonders bevorzugte Ausführungsform einer zweiten Variante einer Strömungsbarriere;

FIG 6 eine besonders bevorzugte Ausführungsform einer Verkleidung für eine Brennkammer mit der besonders bevorzugten Ausführungsform der zweiten Variante der Strömungsbarriere in einer perspektivischen Ansicht;

FIG 7 in perspektivischer Ansicht einen größeren Bereich der besonders bevorzugten Ausführungsform der Verkleidung der FIG 6 mit schematisch gezeigter Kühlluftströmung.

[0037] Üblicherweise werden zur Kompensation unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten bei der Montage von Verkleidungselementen in Form von keramischen Hitzeschilden (Ceramic Heat Shields, CHS) bei einer Brennkammer einer Gasturbine auf dem gesamten Umfang des Hitzeschilds Spalte eingestellt. Um diese im Folgenden als Strömungsbereich bezeichnete Spalte vor Heißgaseinzug zu schützen, werden die Strömungsbereiche bisher mit Verdichterendluft gesperrt. Diese als Kühlluft eingesetzte Verdichterendluft erzeugt Temperaturgradienten in dem im Folgenden als Verkleidungselement bezeichneten Hitzeschild, was bei Betrieb der Gasturbine zu thermischen Rissen im Verkleidungselement führt.

[0038] Durch den Einsatz der im Folgenden als Strömungsbarriere bezeichneten Dichtung nach dem Konzept der Erfindung wird die aus einem Strömungsbereich zwischen den Verkleidungselementen ausströmende Kühlluft vermindert oder ganz unterdrückt. Somit verringern sich die von den Kanten eines Verkleidungselements zur Verkleidungselementmitte hin ausbildenden Temperaturgradienten und die damit verknüpften Spannungen entlang der lateralen Ausdehnung des Verkleidungselements in ganz erheblichem Maße. Aufgrund der reduzierten Spannungen bilden sich im Betrieb weniger und, wenn überhaupt, kürzere Risse in einem Verkleidungselement aus.

[0039] Bekannt sind eingangs genannte poröse keramische Strömungsbarrieren. Eine solche bekannte Strömungsbarriere ist in Form eines Doppelschlauchs ausgebildet mit einer Außenhülle aus hochtemperaturbeständigem, keramischem Nextelgewebe und einer Innenhülle aus einem Inconelgestrick, welches im Verbund flexibel ist und eine ausreichende Längenstabilität hat als auch die Strömungsbarriere über die Federkraft des Gestrickes auf ihrer axialen Position hält. Die Enden der Strömungsbarriere sind mit einem Nextelfaden vernäht.

[0040] Eine solche schlauchartig ausgebildete poröse keramische Strömungsbarriere ist zwar hochtempe-

raturbeständig, darf aber nicht direkt mit dem Heißgas in Berührung kommen. Da sich dieser Kontakt in der Brennkammer nur schwer vermeiden lässt, muss die Strömungsbarriere von Kühlluft durchströmt werden. Eine ausreichende Durchströmung mit Kühlluft lässt sich jedoch nicht in jeder Phase eines Realbetriebs einer Gasturbine garantieren, so dass eine bisher übliche Strömungsbarriere Überhitzungen aufweisen kann. Weiterhin führt eine unzureichende Durchströmung von Kühlluft dazu, dass die Halterung eines Verkleidungselements nicht ausreichend mit Kühlluft versorgt wird und dort überhitzt, wo die Strömungsbarriere versagt. Eine Überhitzung der bekannten Strömungsbarriere in Form eines flexiblen Gestrickes führt zum Verlust der Federkraft des Gestrickes und verschlimmert die oben geschilderte Situation.

[0041] Aus diesen Gründen ist das oben erläuterte neue Konzept einer hochtemperaturbeständigen Strömungsbarriere gemäß der Erfindung vorgeschlagen worden. Die vorgeschlagene Strömungsbarriere hält einem direkten Heißgaskontakt stand und bietet eine größere passive Sicherheit gegen die Verkleidungshalterungsüberhitzung. Dies wird im Einzelnen anhand der folgenden Figuren erläutert.

[0042] FIG 1 zeigt eine Verkleidung 1 für eine Brennkammer mit einer Anzahl von Verkleidungselementen im Bereich eines ersten Verkleidungselements 3 und eines zweiten Verkleidungselements 5. Zwischen dem ersten Verkleidungselement 3 und dem zweiten Verkleidungselement 5 ist ein Strömungsbereich 7 in Form eines Spaltes gebildet. Die Gefahr eines Heißgaseinzugs besteht von der Seite des Brennraums 11 her. Im Strömungsbereich 7 ist eine erste Variante einer Strömungsbarriere 9, die den Strömungsbereich vollständig gegen Heißgaseinzug abdichtet, eingesetzt. Weiter weist der Strömungsbereich eine Halterung 12 auf. Ein erster Teil 13 der Halterung 12 hält das erste Verkleidungselement 3. Ein zweiter Teil 15 der Halterung 12 hält das zweite Verkleidungselement 5. Sowohl die Strömungsbarriere 9 als auch die Halterung 12 greifen in einen Hohlraum 17 ein, in den sich der Strömungsbereich 7 etwa auf der Höhe der Mitte der Verkleidung 1 bzw. eines Verkleidungselements 3, 5, aufweitet. Der Hohlraum 17 ist durch eine erste Nut 23 des ersten Verkleidungselements 3 und durch eine zweite Nut 25 des zweiten Verkleidungselements 5 gebildet. Die Strömungsbarriere 9 ist durch einen hochtemperaturfesten Keramikkörper 19 und einer ersten Variante eines Federelements 21 gebildet, wobei die erste Variante des Federelements 21 in Form einer druckbeanspruchten Feder tellerfederartig ausgebildet ist.

[0043] Die Strömungsbarriere 9 gemäß dieser ersten Variante in Form einer Metalledichtung mit Keramikeinsatz kombiniert die Temperaturbeständigkeit einer Keramik mit den Federeigenschaften eines Metalls. Die als federnde Metallklammer tellerfederartig ausgebildete und druckbeanspruchte Feder der ersten Variante des Federelements 21 wird zwischen den auslaufenden En-

den der Halterung 12 im Bereich des Hohlraums 17 und dem hochtemperaturfesten Keramikkörper 19 montiert. Die hier dargestellte erste Variante des Federelements 21 in Form einer Metallklammer drückt den hochtemperaturfesten Keramikkörper 19 fest gegen den heißen Riegel 33 des ersten Verkleidungselements 3 und den heißen Riegel 35 des zweiten Verkleidungselements 5. Zusätzlich presst ein durch die Kühlluftströmung hervorgerufener Überdruck von der dem Brennraum 11 abgewandten Seite der Verkleidung 1 die Strömungsbarriere 9 gegen die heißgasseitigen Riegel 33, 35. Während des Betriebs der Brennkammer schleift sich der Keramikkörper 19 an seiner Oberseite optimal auf die Riegel 33, 35 ein, so dass die Dichtwirkung der Strömungsbarriere nach kurzer Betriebszeit zunimmt und schließlich eine vollständige Dichtwirkung erreicht werden kann.

[0044] Aufgrund der Federwirkung der als Metallklammer ausgebildeten ersten Variante des Federelements 21 wird die thermische Ausdehnung des ersten 3 und zweiten 5 Verkleidungselements nicht behindert. Der hochtemperaturfeste Keramikkörper 19 schützt die als Metallklammer ausgebildete erste Variante des Federelements 21 und die Halterung 12 vor einem Heißgaseinzug durch den Strömungsbereich 7 von der Seite des Brennraums 11 her. Bei der Einstellung des Strömungsbereichs 7 können größere Toleranzen zugelassen werden, da in Umfangsrichtung keine Strömungsbereiche mehr vorhanden sind.

[0045] Die FIG 2 bis 4 stellen im Einzelnen die Montage der in der FIG 1 gezeigten ersten Variante der Strömungsbarriere 9 dar. Bezug nehmend auf FIG 1 wird zuerst ein erstes Verkleidungselement 3 mit einem ersten Teil 13 einer Halterung 12 und einem zweiten Teil 15 der Halterung 12 montiert. Danach wird die erste Variante einer Strömungsbarriere 9 in Form einer zusammengesetzten Dichtung aus einer ersten Variante eines Federelements 21 in Form einer Metallklammer einerseits und mit einem hochtemperaturfesten Keramikkörper 19 andererseits in die den Hohlraum 17 bildende Nut 23 des ersten Verkleidungselements 3 eingeschoben. Anschließend wird das zweite Verkleidungselement 5 mit seiner den Hohlraum 17 bildenden Nut 25 über die Halterung 12 und die Strömungsbarriere 9 geschoben und montiert.

[0046] Die in FIG 3 gezeigte erste Variante eines Federelements 21 weist eine Mulde 41 auf, welche die Auflagefläche zwischen der ersten Variante des Federelements 21 und dem keramischen Vollkörper 19 bildet. Der in FIG 2 gezeigte keramische Vollkörper weist eine Auswölbung 43 auf, welche in der Mulde 41 zu liegen kommt. Die zwischen Federelement 21 und keramischem Vollkörper 19 gebildete Auflagefläche ist also zum Federelement 21 hin gewölbt.

[0047] Als ein Haltemittel weist das in FIG 3 gezeigte Federelement 21 an seinen axialen Enden entlang seiner länglichen Ausdehnung 45 jeweils einen Anschlag 47 auf, welcher die Lage des Keramikkörpers 19 in eine Richtung der länglichen Ausdehnung 45, also in axialer

Richtung, sichert.

[0048] Das Federelement 21 weist darüber hinaus entlang seines mittleren Teils 49 der länglichen Ausdehnung 45 die Form einer druckbeanspruchten Feder auf, die nach dem Wirkprinzip einer Tellerfeder ausgebildet ist. Die Feder 51 im mittleren Teil 49 ist an ihren Seiten 53 nach unten hin, ringförmig gekrümmt, wobei die Enden 55 leicht nach oben weisen, aber frei sind. Die Feder 51 hat also die Form einer Metallklammer. Auf diese Weise funktioniert sie ähnlich wie eine Tellerfeder. In den Seitenteilen 57 jenseits des mittleren Teils 49 der hier dargestellten ersten Variante des Federelements 21 ist das Federelement 21 in Form einer bloßen Auflage ausgebildet, die auch die Mulde 41 fortsetzt. Die bloße Auflage hat keine Federwirkung wie die Feder 51 im mittleren Teil 49. Die Mulde 41 schützt und verstärkt den hochtemperaturfesten Keramikkörper 19 entlang der gesamten länglichen Ausdehnung 45 des Keramikkörpers 19, insbesondere gegen Bruch, und drückt ihn gegen den heißgasseitigen Riegel 33, 35 eines Verkleidungselements 3, 5 der in FIG 1.

[0049] FIG 5 zeigt eine zweite Variante einer Strömungsbarriere 10 mit einem hochtemperaturfesten Keramikkörper 20 und einer zweiten Variante eines Federelements 22. Vorliegend ist die zweite Variante des Federelements 22 entlang der gesamten länglichen Ausdehnung 46 in Form eines druckbeanspruchten federnd nachgebenden Vollkörpers ausgebildet. Der Vollkörper ist bei der hier vorliegenden Ausführungsform aus einem Inconellgestrick gebildet oder kann in einer weiteren Ausführungsform dieser zweiten Variante aus einem ähnlichen Material wie die Keramikdichtung in der EP 1 302 723 A1, nämlich insbesondere in Form einer Keramikdichtung mit einer Nextelhülle, ausgebildet sein. Die Form der zweiten Variante des Federelements 22 ist ähnlich der Form der ersten Variante des Federelements 21 aus Metall, nämlich im Querschnitt ähnlich der Form einer liegenden Acht.

[0050] In FIG 6 ist in perspektivischer Ansicht die zweite Variante des Federelements 22 bestehend aus dem keramischen Vollkörper 20 und dem druckbeanspruchten federnd nachgebenden Vollkörper der zweiten Variante des Federelements 22 gezeigt. Diese zweite Variante der Strömungsbarriere 10 liegt wiederum auf einer Halterung 12 auf und befindet sich in einem Hohlraum 17 eines Strömungsbereichs 7 zwischen einem ersten Verkleidungselement 3 und einem zweiten Verkleidungselement 5. Die weiteren Elemente der FIG 6 entsprechen denen der FIG 1 und sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0051] FIG 7 zeigt ein erstes Verkleidungselement 3 und ein zweites Verkleidungselement 5 mit der zweiten Variante der in FIG 6 gezeigten Strömungsbarriere 10 in einem größeren Ausschnitt der Verkleidung 2 für eine bei dieser Ausführungsform gewählten Ringbrennkammer.

[0052] Die zweite Variante der Strömungsbarriere 10 könnte im vorliegenden Fall wahlweise auch durch die

in FIG 1 gezeigte erste Variante der Strömungsbarriere 9 ersetzt werden.

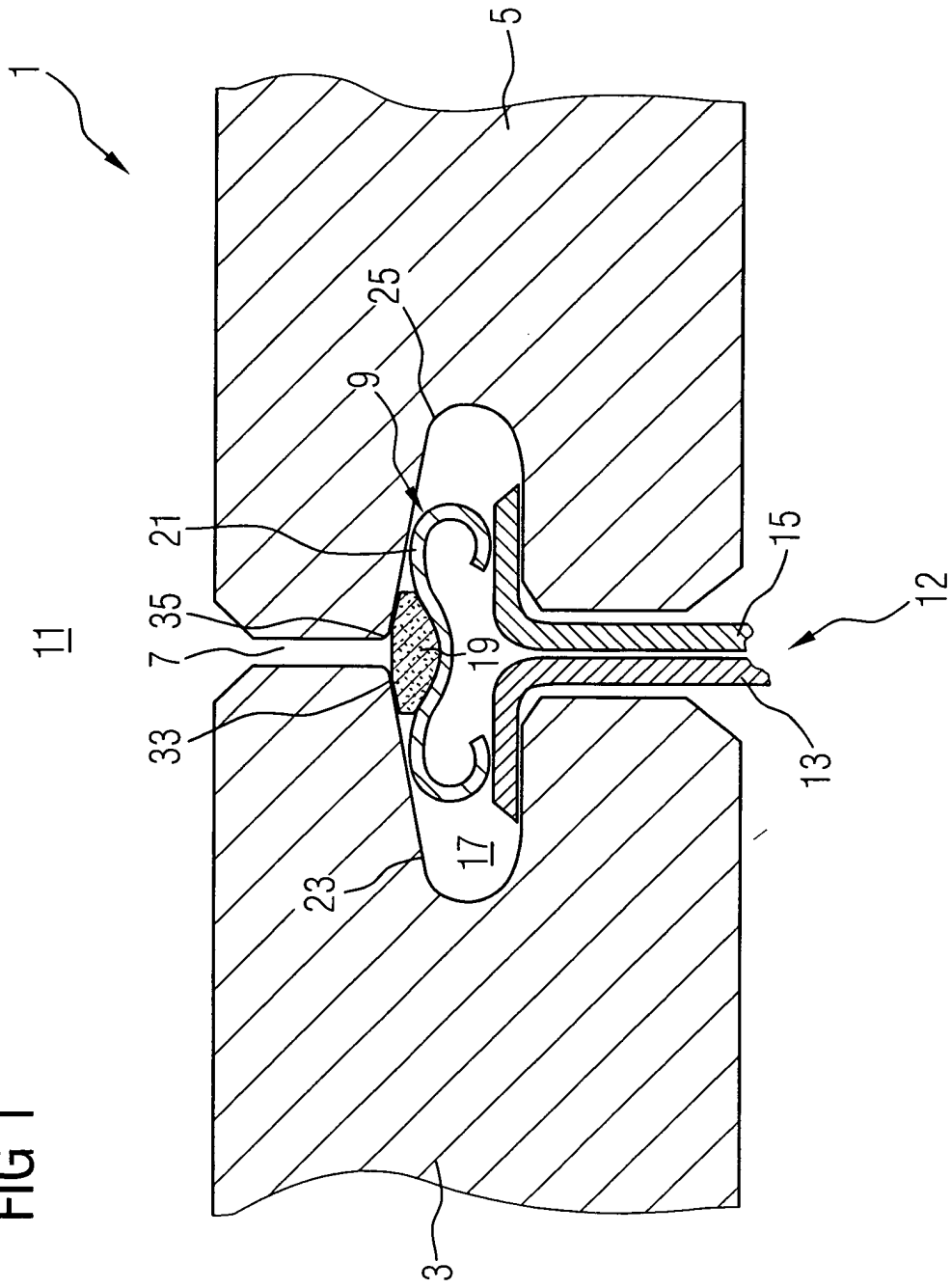
[0053] FIG 7 verdeutlicht die Wirkung einer solchen ersten Variante der Strömungsbarriere 9 oder einer hier gezeigten zweiten Variante einer Strömungsbarriere 10 bei der Brennkammer. Die Strömungsbarriere 9, 10 mit hochtemperaturfestem Keramikkörper 19, 20 und Federelement 21, 22 ist aufgrund ihrer oben erläuterten Ausbildung nach kurzer Betriebszeit praktisch luftundurchlässig. Die in FIG 7 gezeigten Verkleidungselemente 3, 5 sind an der einem Brennraum 11 zugewandten Innenseite eines Gehäuseteils 4 mittels einer oder mehrerer Halterungen zur Befestigung der Verkleidungselemente 3, 5 angebracht. Die Halterungen 12 weisen Kühlluftbohrungen 14 auf. Durch die vollständige Abdichtung des Strömungsbereichs 7 gegenüber dem Brennraum 11 besitzt das hier vorgestellte Konzept einer Strömungsbarriere 9, 10 ein höheres Kühlluft einsparpotential als die in der EP 1 302 723 A1 beschriebene poröse keramische Dichtung. Die Strömungsbarriere 9, 10 ist nämlich derart in einen Strömungsbereich 7 eingesetzt, dass der Strömungsbereich 7 durch die Strömungsbarriere 9, 10 vollständig abgedichtet ist, da diese luftundurchlässig ist. Eine zwischen dem Gehäuseteil 4 und der Verkleidung 3, 5 verlaufende Kühlluftströmung 6 gerät also nicht durch den Strömungsbereich 7 hindurch in den Brennraum 11, sondern wird vielmehr zum Vorteil der Brennkammer, entlang einer Ausrichtung 48 des Strömungsbereichs zur Kühlung der Halterung 12 abgelenkt. Die Ausdehnung des Strömungsbereichs 48 stimmt zweckmäßigerweise mit den in FIG 2 bis 5 gezeigten länglichen Ausdehnungen 45, 46 einer Strömungsbarriere 9, 10 überein.

[0054] Zusammenfassend weist eine Brennkammer zur Isolierung eines tragenden Gehäuseteils gegen einen Brennraum 11 der Brennkammer eine Verkleidung 1 auf, die aus einer Anzahl von Verkleidungselementen gebildet ist. Der Abstand zwischen einem 3 ersten und einem zweiten 5 Verkleidungselement ist durch einen Spalt gebildet, der einen Strömungsbereich 7 zwischen dem ersten 3 und dem zweiten 5 Verkleidungselement bereitstellt und in den brennraumseitig Heißgas und in Gegenrichtung Kühlluft eindringen kann, wobei der Strömungsbereich 7 infolge von Temperaturänderungen variierende Abmessungen haben kann. Um eine hochtemperaturfeste Strömungsbarriere für einen Strömungsbereich 7 solcher Art möglichst einfach auszugestalten, wird vorliegend eine Strömungsbarriere 9, 10 angegeben, welche einen hochtemperaturfesten Keramikkörper 19, 20 und ein Federelement 21, 22 aufweist. Die vorgeschlagene Strömungsbarriere 9, 10 hat eine verbesserte Hitzebeständigkeit, ein größeres Kühlluft einsparpotential und verringert thermisch induzierte Spannungen in einem Verkleidungselement 3, 5. Die Erfindung führt auf eine Verkleidung einer Brennkammer und eine Brennkammer.

Patentansprüche

1. Strömungsbarriere (9, 10) zum Einsatz in einem Strömungsbereich (7) zwischen einem ersten (3) und einem zweiten (5) Verkleidungselement einer Verkleidung (1) einer Brennkammer, welche Strömungsbarriere (9, 10) einen hochtemperaturfesten Keramikkörper (19, 20) und ein Federelement (21, 22) aufweist.
2. Strömungsbarriere (9, 10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hochtemperaturfeste Keramikkörper (19, 20) und das Federelement (21, 22) eine längliche Ausdehnung (45) aufweisen, wobei der Keramikkörper (19, 20) entlang einer Auflagefläche auf dem Federelement (21, 22) aufliegt, und die Auflagefläche entlang der länglichen Ausdehnung (45) ausgerichtet ist.
3. Strömungsbarriere (9, 10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auflagefläche zum Federelement (21, 22) hin gewölbt ist.
4. Strömungsbarriere (9, 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (21, 22) ein Haltemittel (47) aufweist, welche die Lage des hochtemperaturfesten Keramikkörpers (19, 20) entlang der länglichen Ausdehnung (45) sichert.
5. Strömungsbarriere (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (21) mindestens entlang eines Bruchteils der länglichen Ausdehnung (45) in Form einer druckbeanspruchten Feder nach dem Wirkprinzip einer Tellerfeder ausgebildet ist.
6. Strömungsbarriere (9) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (21) entlang eines weiteren Bruchteils der länglichen Ausdehnung (45) in Form einer bloßen Auflage ausgebildet ist.
7. Strömungsbarriere (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (22) mindestens entlang eines Bruchteils der länglichen Ausdehnung (45) in Form eines druckbeanspruchten, federnd nachgebenden Vollkörpers ausgebildet ist.
8. Verkleidung (1) für eine Brennkammer mit einer Anzahl von Verkleidungselementen, wobei zwischen einem ersten (3) und zweiten (5) Verkleidungselement ein Strömungsbereich (7) gebildet ist, in den eine Strömungsbarriere (9, 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 eingesetzt ist.
9. Verkleidung (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder mehrere Strömungsbarrieren (9, 10) derart in den Strömungsbereich (7) eingesetzt sind, dass der Strömungsbereich (7) durch die eine oder mehreren Strömungsbarrieren (9, 10) vollständig abgedichtet ist.
10. Verkleidung (1) nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in sämtliche entlang eines Umfangs eines Verkleidungselements (3, 5) verlaufende Strömungsbereiche (7) eine oder mehrere Strömungsbarrieren (9, 10) eingesetzt sind.
11. Brennkammer mit einer Verkleidung (1), die eine Anzahl von Verkleidungselementen (3, 5) aufweist, wobei zwischen einem ersten (3) und zweiten (5) Verkleidungselement ein Strömungsbereich (7) gebildet ist, in den eine Strömungsbarriere (9, 10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 eingesetzt ist.
12. Brennkammer nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - ein Verkleidungselement (3, 5) an der einem Brennraum (11) zugewandten Innenseite eines Gehäuseteils (4) mittels einer Halterung (12) angebracht ist, und
 - eine oder mehrere Strömungsbarrieren (9, 10) derart in den Strömungsbereich (7) eingesetzt sind, dass der Strömungsbereich (7) durch die eine oder mehreren Strömungsbarrieren (9, 10) vollständig abgedichtet ist, und
 - eine zwischen dem Gehäuseteil (4) und der Verkleidung (1) verlaufende Kühlluftströmung (6) die durch eine oder mehrere Strömungsbarrieren (9, 10) entlang einer Ausdehnung (48) des Strömungsbereichs (7) zur Kühlung der Halterung (12) abgelenkt wird.

FIG 1



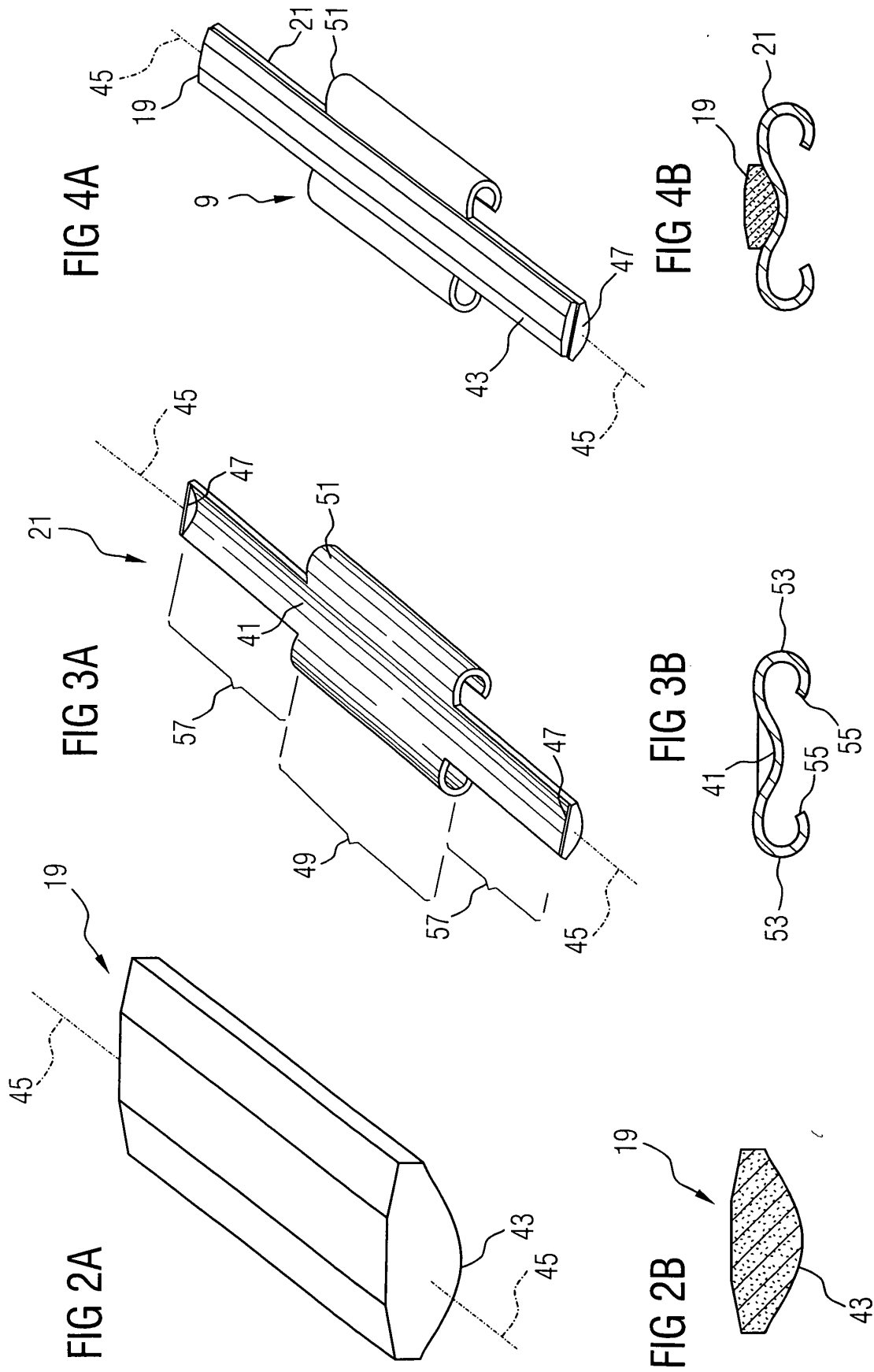


FIG 5A

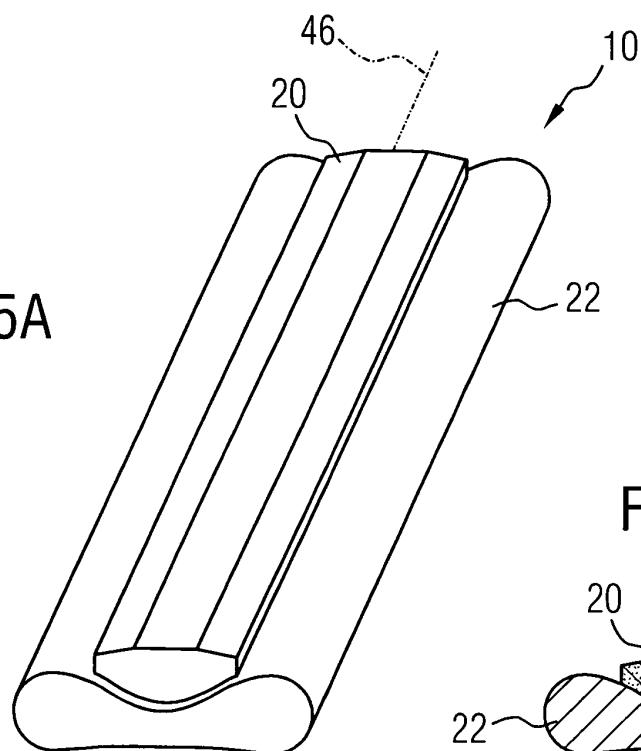


FIG 5B

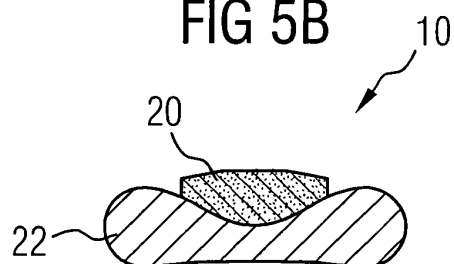


FIG 6

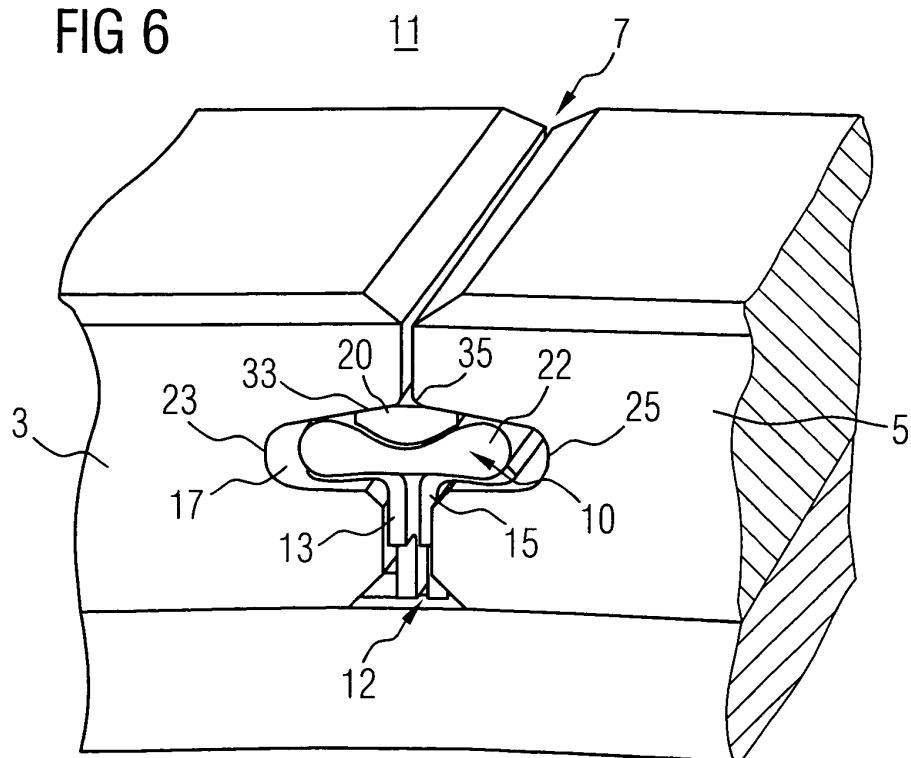
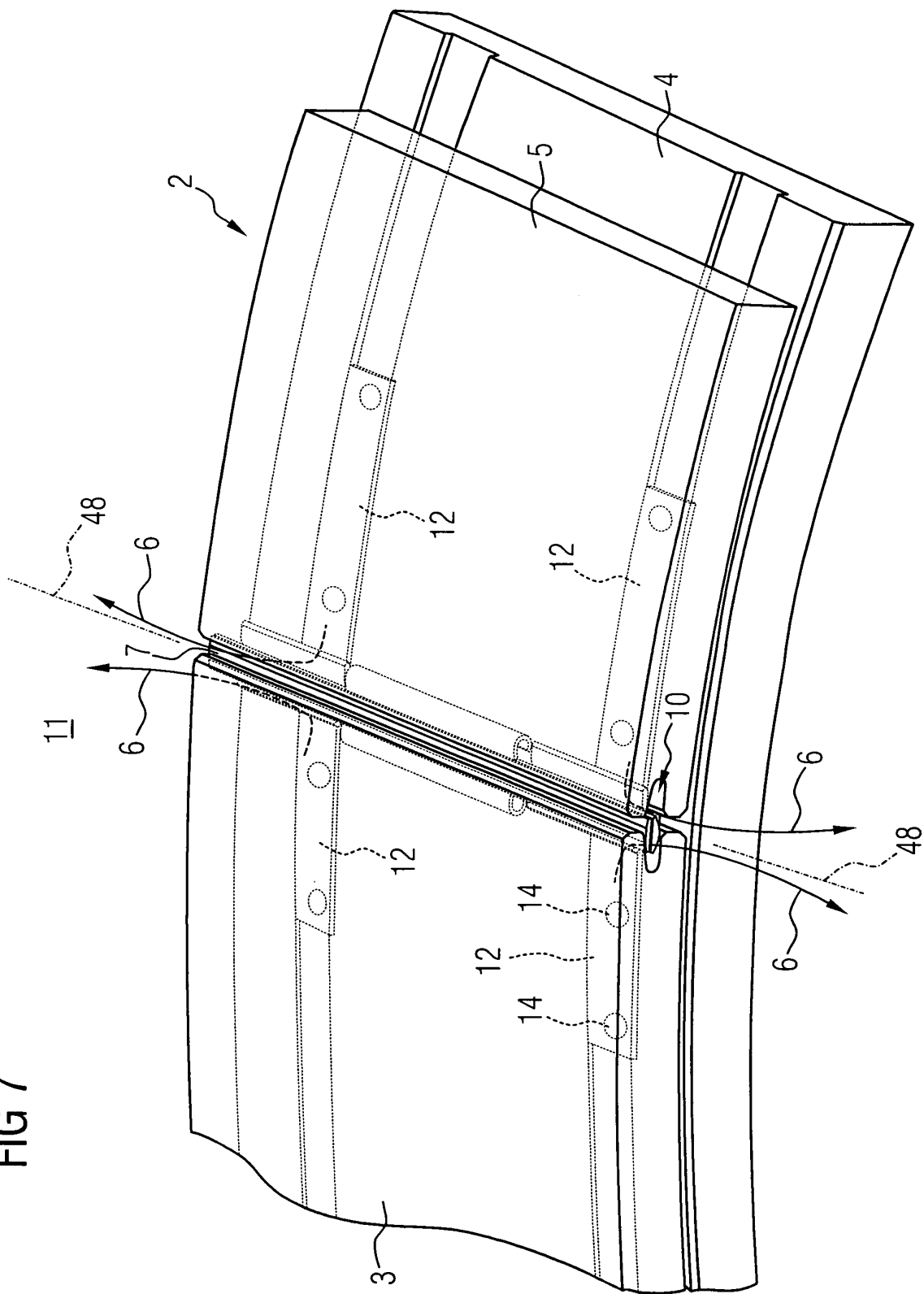


FIG 7





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 00 1229

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	US 5 333 443 A (HALILA ELY E) 2. August 1994 (1994-08-02) * Spalte 7, Zeile 66 - Spalte 11, Zeile 58 * * Abbildungen 6,7 *	1,4,8-12	F23R3/00 F23M5/04
Y	US 6 145 452 A (HEGER ARMIN ET AL) 14. November 2000 (2000-11-14) * Spalte 2, Zeile 34 - Zeile 52 * * Spalte 3, Zeile 21 - Spalte 4, Zeile 14 * * Abbildung 1 *	1,4,8-12	
D,A	US 2003/079475 A1 (SCHMAHL MILAN ET AL) 1. Mai 2003 (2003-05-01) * Absatz [0028] - Absatz [0030] * * Abbildungen 1-4 *	1-12	
A	DE 197 30 751 A (SIEMENS AG) 29. Januar 1998 (1998-01-29) * Spalte 2, Zeile 26 - Zeile 60 * * Spalte 3, Zeile 26 - Spalte 4, Zeile 28 * * Abbildung 1 *	1-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A	EP 1 260 767 A (SIEMENS AG) 27. November 2002 (2002-11-27) * Abbildung 1 *	1-12	F23R F23M F27D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 2. Juli 2004	Prüfer Coquau, S
KATEGORIE DER GENANTEN DOKUMENTE 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		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	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 00 1229

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.

02-07-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5333443	A	02-08-1994	US	5363643 A	15-11-1994
US 6145452	A	14-11-2000	EP	0895028 A1	03-02-1999
			DE	59706558 D1	11-04-2002
			JP	11094242 A	09-04-1999
US 2003079475	A1	01-05-2003	EP	1302723 A1	16-04-2003
			CN	1412476 A	23-04-2003
			JP	2003176915 A	27-06-2003
DE 19730751	A	29-01-1998	DE	19730751 A1	29-01-1998
			DE	29723378 U1	13-08-1998
EP 1260767	A	27-11-2002	EP	1260767 A1	27-11-2002
			WO	02097332 A1	05-12-2002
			EP	1390670 A1	25-02-2004

EPO FORM P0461

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