

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 902 164 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.03.1999 Patentblatt 1999/11

(51) Int. Cl.⁶: F01D 5/08

(21) Anmeldenummer: 97810660.7

(22) Anmeldetag: 15.09.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV RO SI

(71) Anmelder: Asea Brown Boveri AG
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• Anderson, Gordon
5400 Baden (CH)
• Hall, Kenneth
Gainsville, GA30506 (US)

• Hock, Michael
80791 München (DE)
• Tarada, Fathi, Dr.
3122 Kehrsatz (CH)
• Weigand, Bernhard, Dr.
79761 Waldshut-Tiengen (DE)

(74) Vertreter: Liebe, Rainer et al
Asea Brown Boveri AG,
Immaterialgüterrecht(TEI),
Haselstrasse 16/699 I
5401 Baden (CH)

(54) Plattformkühlung für Gasturbinen

(57) Plattformkühlung mit einer einem Heißgasstrom (20) ausgesetzten Leitschaufelplattform (30; 60), die durch einen Spalt (36; 66) von einem stromaufwärts angeordneten Brennkammersegment (40; 70) getrennt ist, wobei in dem Brennkammersegment (40; 70) eine oder mehrere Segmentkühlbohrungen (42; 72) angebracht sind, die eine Kühlluftkammer (44; 74) mit dem

Spalt (36; 66) verbinden. Die Leitschaufelplattform (30; 60) weist auf der stromabwärtigen Seite im Bereich des Spalts (36; 66) eine Oberfläche (34; 64) auf, wobei die Achsen der einen oder mehreren Segmentkühlbohrungen (42; 72) etwa tangential zu besagter Oberfläche (34; 64) verlaufen.

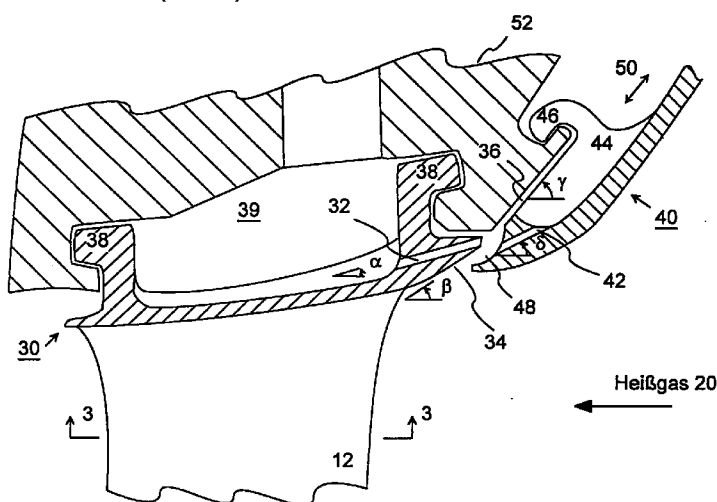


Fig. 2

EP 0 902 164 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Gasturbinen im allgemeinen. Im besonderen betrifft sie eine Plattformkühlung mit einer einem Heißgasstrom ausgesetzten Leitschaufelplattform, die durch einen Spalt von einem stromaufwärts angeordneten Brennkammersegment getrennt ist.

Stand der Technik

[0002] Um eine maximale Turbinenleistung zu erzielen, ist es vorteilhaft, bei den höchstmöglichen Gastemperaturen zu arbeiten. In modernen Gasturbinen sind dabei die Temperaturen so hoch, daß viele Bauteile gekühlt werden müssen, da sonst die für eine maximale Haltbarkeit zulässige Temperatur der Bauteile überschritten würde. Eine geeignete Auslegung und/oder Kühlung kritischer Bauteile ist daher in modernen Gasturbinen von entscheidender Bedeutung. Das Kühlungsproblem von Plattformen tritt in Ringbrennkammern verstärkt auf, da diese ein sehr gleichmäßiges radiales Temperaturprofil am Eingang zur Turbine erzeugen.

[0003] Wegen des radial gleichmäßigeren Temperaturprofils am Turbineneintritt nimmt die Wärmebelastung der dort angebrachten Turbinenkomponenten, wie etwa den Plattformen und Deckbändern zu. Insbesondere die Plattformen der Eintrittsleitschaufeln direkt am Turbineneintritt sind einer extrem hohen thermischen Beanspruchung ausgesetzt. Aus der Brennkammer dringt heißes Gas in die Zwischenräume zwischen den letzten Brennkammersegmenten und den Plattformen der Eintrittsleitschaufeln ein und belastet dort die Bauteile stark. Während die Schaufel und die dem Heißgasstrom direkt ausgesetzten Oberflächen in der Regel ausreichend gekühlt und aus temperaturbeständigen Materialien gefertigt sind, gilt dies oft nicht für die Innenflächen des Spalts. Dies führt zu einer verminderten Lebensdauer, oft auch zu einer Beschädigung der an den Spalt angrenzenden Bauteile. Wird andererseits die Betriebstemperatur der Heißgases verringert, so resultiert hieraus eine verminderten Wirtschaftlichkeit der Turbine.

Darstellung der Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für die einem Heißgasstrom ausgesetzten Leitschaufelplattformen eine Kühlvorrichtung zu schaffen, welche die thermische Belastung dieser Plattformen, insbesondere an der vom Heißgasstrom beaufschlagten Vorderseite, mit möglichst einfachen Mitteln effektiv reduziert.

[0005] Diese Aufgabe löst die Erfindung durch die im unabhängigen Anspruch 1 angegebene Plattformküh-

lung. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen, der Beschreibung und den Ausführungsbeispielen.

[0006] Vor jeder Leitschaufel bildet sich in der homogenen Heißgasströmung eine Region hohen Drucks aus, während der Druck zwischen den Leitschaufeln niedriger als der durchschnittliche Druck ist. Daraus resultiert vor jeder Leitschaufel eine Bugwelle mit maximalem Druck direkt vor der Nase der Schaufel. Der Staudruck vor der Nase ist höher als der Druck im Zwischenraum zwischen dem letzten Brennkammersegment und der Leitschaufelplattform. Das Heißgas strömt also radial in den Zwischenraum, und entlang des Umfangs der Brennkammer von der Schaufel weg. In einer Region zwischen den Schaufeln ist der Druck im Zwischenraum größer als auf der Plattform, und das Heißgas strömt dort wieder aus dem Zwischenraum heraus. Dieser Heißgaseinbruch in den Spalt zwischen Brennkammersegment und Plattform führt zu einer hohen thermischen Belastung der Innenseiten des Brennkammersegments, der Plattform, sowie deren Träger.

[0007] Hier schafft die erfindungsgemäße Plattformkühlung Abhilfe. Die Leitschaufelplattformen, die dem Heißgasstrom ausgesetzt sind, sind durch einen Spalt von den letzten Segmenten der Brennkammer getrennt. Erfindungsgemäß wird durch geeignete geometrische Anordnung von Brennkammersegment und Plattform und/oder durch geeignetes Anbringen von Kühlbohrungen der einbrechende Heißgasstrom durch die Kühlluftströmung unterbrochen und verdünnt.

[0008] Erfindungsgemäß sind in jedem Brennkammersegment eine oder mehrere Segmentkühlbohrungen angebracht. Diese Segmentkühlbohrungen verbinden eine bevorzugt im Bereich des Brennkammersegments befindliche Kühlluftkammer mit dem Spalt und führen so Kühlluft in den Zwischenraum zwischen Brennkammersegment und Leitschaufelplattform. Die Oberfläche der Leitschaufelplattform ist nun erfindungsgemäß auf der stromabwärtigen Seite im Bereich des Spalts so ausgestaltet, daß die Achsen der Segmentkühlbohrungen etwa tangential zu besagter Oberfläche verlaufen. Der aus den Segmentkühlbohrungen austretende Kühlluftstrom ist so nicht auf den Bereich des Spalts beschränkt, sondern fließt wegen des flachen Winkels mit wenig Widerstand nahezu tangential über besagte Oberfläche der Leitschaufelplattform auf die dem Heißgas ausgesetzte Fläche der Plattform. Die Kühlluft strömt somit gegen das in den Spalt einbrechende Heißgas, vermindert so den Einbruch und verdünnt das Heißgas mit kühlerem Gas. Darüber hinaus tritt die Kühlluft aus dem Spalt in flachem Winkel aus und versorgt die dem Heißgas ausgesetzte Außenseite der Plattform mit einem Kühlfilm. Durch den flachen Winkel werden Verwirbelungen und damit aerodynamische Verluste möglichst gering gehalten.

[0009] Die erfindungsgemäße Plattformkühlung ist auf

äußere wie innere Leitschaukelplattformen gleichermaßen anwendbar. Um die Erfindung näher zu beschreiben, werden im folgenden verschiedene Winkel zwischen den Teilen der Plattformkühlung eingeführt, die relativ zur Horizontalen gemessen sind. Dabei wird zur Beschreibung die Plattform in Seitenansicht so orientiert, daß die Blickrichtung, die Oberflächennormale auf die Plattform und die Richtung des Heißgasstroms ein Rechtssystem bilden. Die horizontale Ebene wird durch die Blickrichtung und die Heißgasstromrichtung aufgespannt. Die Winkel werden, wie üblich, gegen den Uhrzeigersinn positiv, im Uhrzeigersinn negativ gemessen. Durch diese Konventionen ist eine einheitliche Beschreibung für äußere und innere Plattformen möglich. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf äußere und innere Plattformen gleichermaßen.

[0010] Bei der erfindungsgemäßen Plattformkühlung bilden die Achsen der Segmentkühlbohrungen des Brennkammersegments mit der Horizontalen einen Winkel δ , die oben beschriebene Oberfläche der Leitschaukelplattform ist bevorzugt so ausgebildet, daß sie im Bereich des Spalts mit der Horizontalen einen Winkel β einschließt. In einem Aspekt der Erfindung werden nun die Segmentkühlbohrungen und die Oberfläche so aufeinander abgestimmt, daß δ zwischen etwa $\beta + 10^\circ$ und etwa $\beta - 40^\circ$, bevorzugt zwischen etwa β und etwa $\beta - 30^\circ$ liegt. Die Segmentkühlbohrung ist also meist etwas weiter zur Horizontalen hin geneigt als die Leitschaukelplattform-Oberfläche im Bereich des Spalts, und bleibt innerhalb von 40° , bevorzugt innerhalb von 30° des Winkels der Oberfläche. Dies stellt sicher, daß der austretende Kühlluftstrom in flachem Winkel an der Oberfläche entlangstreicht.

[0011] Sowohl die Plattformkühlbohrungen als auch die Segmentkühlbohrungen können als zylindrische Bohrungen, oder als Trichterbohrungen, also als zylindrische Bohrungen mit einer trichterförmigen Öffnung, ausgebildet sein. Durch die Verwendung von Trichterbohrungen läßt sich die durch die austretende Kühlluft überdeckte Breite stark vergrößern und somit die Gefahr eines lokalen Heißgaseinbruchs deutlich reduzieren. Weiterhin führt die Ausbildung als Trichterbohrungen zu einer kleiner Austrittsgeschwindigkeit des Kühlstrahls und damit zu sehr geringen aerodynamischen Verlusten.

[0012] In einem weiteren Aspekt sind zusätzlich in der Leitschaukelplattform eine oder mehrere Plattformkühlbohrungen angebracht, deren Achsen mit der Horizontalen einen Winkel α einschließen. Diese Plattformkühlbohrungen verbinden eine bevorzugt im Bereich des Leitschaukelplattform befindliche Kühlluftkammer mit dem Spalt. Dabei ist bevorzugt, daß der Winkel α kleiner als oder etwa gleich groß wie β ist. Dabei ist sogar möglich, daß α ein zu β entgegengesetztes Vorzeichen aufweist, also β positiv und α negativ ist.

[0013] In einem weiteren Aspekt der Erfindung ist vorteilhaft eine Lippe am Brennkammersegment angebracht, die sich über den Spalt in Richtung der

Leitschaukelplattform erstreckt. Diese Lippe reduziert den effektiven Querschnitt des Spalts und verringert so den Heißgaseinbruch. Die Lippe überdeckt in der Erfindung etwa 5% bis etwa 70%, bevorzugt etwa 10% bis etwa 60% der Spaltbreite. Die Lippe wird durch den Heißgasstrom thermisch stark belastet und wird daher vorteilhaft durch den Kühlluftstrom der Segmentkühlbohrungen gekühlt. Die Lippe wird so weit als möglich über den Spalt ausgedehnt, solange die Kühlung ausreicht, um ein Abbrennen der Lippe zu verhindern.

[0014] Die von dem Kühlluftstrom der Plattformkühlbohrungen beaufschlagten Bereiche des Brennkammersegments weisen in einer weiteren Ausführungsform vorteilhaft eine konkave Aussparung oder eine konkave Krümmung auf. Dabei kann es sich einerseits um eine Aussparung in einer ansonsten planen Fläche handeln, andererseits kann auch die Innenfläche des Brennkammersegment selbst konkav gekrümmt sein. Vorteilhaft geschieht dies in einer Ausgestaltung mit einer Lippe dergestalt, daß die konkave Krümmung in die Lippe übergeht.

[0015] Durch die Aussparung wie durch die Krümmung wird der Kühlluftstrom umgelenkt und in Richtung auf die dem Heißgas ausgesetzte Oberfläche geführt. Bevorzugt werden Plattformkühlbohrungen und Segmentkühlbohrungen so angeordnet, daß sich ihre Kühlluftströme nicht schneiden, so daß möglichst wenig Verwirbelungen entstehen. Dies wird durch unterschiedliche radiale Position der Bohrungsöffnungen erreicht und/oder durch eine alternierende Anordnung von Plattform- und Segmentkühlbohrungen in einer Richtung senkrecht zu deren Achsen, also entlang des Umfangs einer Ringbrennkammer. Eine unterschiedliche radiale Position der Bohrungen wird vorteilhaft so gestaltet, daß die von dem Kühlluftstrom der Plattformkühlbohrungen beaufschlagten Bereiche des Brennkammersegments weiter von der dem Heißgasstrom ausgesetzten Oberfläche entfernt liegen, als die Öffnungen der Segmentkühlbohrungen.

[0016] Da gefunden wurde, daß der Heißgaseinbruch sehr empfindlich von der Größe des Spalts abhängt, besteht ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung darin, die Spaltbreite zwischen Brennkammersegment und Leitschaukelplattform durch verschiedene Maßnahmen bei der Fertigung möglichst zum minimieren. Darüber hinaus ist es von Vorteil, das Brennkammersegment und die Plattform so anzuordnen, daß die Spaltbreite sich im Betrieb, also unter Berücksichtigung der thermischen Ausdehnungen der verschiedenen Komponenten möglichst wenig ändert. So ist es vorteilhaft, wenn das Brennkammersegment und die Plattform an einem gemeinsamen Träger befestigt sind. Weiter werden bei der Fertigung der Teile vorteilhaft Maschinenschablonen verwendet, die ein passgenaues Bearbeiten etwa der Lippe und der Aufhängungshaken ermöglichen. Zudem werden bei der Bearbeitung vorteilhaft Bezugspunkte nahe den kritischen Elementen, wie etwa der Lippe eingesetzt. Durch solche und

zusätzliche, in Rahmen des Könnens des Fachmanns liegende Maßnahmen wird eine Spaltbreite von weniger als 5 mm, bevorzugt von weniger als 2 mm erreicht.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

- Fig. 1 ein schematische perspektivische Ansicht der Leitschaufelplattformen einer Gasturbine;
- Fig. 2 eine Seitenansicht einer Leitschaufelplattform entsprechend einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 3 eine Untersicht der Plattform aus der Richtung 3-3 von Fig. 2;
- Fig. 4 eine Seitenansicht einer Leitschaufelplattform entsprechend einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung aus der in Fig. 1 angegebenen Blickrichtung;
- Fig. 5 eine Detailansicht einer Leitschaufelplattform entsprechend einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0018] Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht gezeigt sind beispielsweise der vollständige Leitschaufelring, die Brennkammer und das Abgasgehäuse der Gasturbine mit Abgasrohr und Kamin.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0019] Figur 1 zeigt eine schematische Ansicht mehrerer Leitschaufelplattformen 10 nach dem Stand der Technik. Zwischen je einer oberen und einer unteren Plattform 10 befindet sich ein Schaufelelement 12, das den von der Brennkammer kommenden Heißgasstrom 20 umlenkt. Vor jeder Leitschaufel 12 bildet sich ein Gebiet 14 mit maximalem Druck direkt vor der Vorderkante der Schaufel. Der Staudruck vor der Vorderkante ist höher als der mittlere Druck 16 im Zwischenraum zwischen dem letzten Brennkammersegment und der Leitschaufelplattform 10. Das Heißgas strömt an den unteren Plattformen radial in den Zwischenraum nach innen (Bezugszeichen 18) und entlang des Umfangs der Brennkammer von der Schaufel weg. An den oberen Plattformen strömt das Heißgas entsprechend radial nach außen in den Zwischenraum. In einer Region zwischen den Schaufeln ist der Druck 16 im Zwischenraum größer als auf der Plattform, so daß das Heißgas dort aus dem Zwischenraum herausströmt. Dieser Heißgaseinbruch 18 führt zu einer hohen thermischen Belastung der an den Spalt grenzenden Oberflächen. So besteht beispielsweise der angrenzende Leitschaufelträger oft aus niedrig legiertem Stahl und ist wesentlich weniger hitzebeständig als die direkt dem

Heißgasstrom ausgesetzten Komponenten.

[0020] Figur 2 zeigt eine Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Plattformkühlung für eine obere Plattform 30. Die Blickrichtung und Orientierung der Plattform zur korrekten Definition der auftretenden Winkel ist in Fig. 1 links dargestellt. Dabei bilden die Blickrichtung ("Blick (Fig. 2)"), die Oberflächennormale auf die Plattform ("N") und die Heißgasstromrichtung ("HG") wie in Fig. 1 gezeigt ein Rechtssystem. Figur 2 zeigt eine obere Plattform 30, ein Brennkammersegment 40, einen Leitschaufelträger 52 und ein Schaufelelement 12. Die obere Plattform 30 ist durch einen Spalt 36 vom Brennkammersegment 40 getrennt. Sowohl das Brennkammersegment 40 als auch die Plattform 30 sind mit Haken 46 bzw. 38 in denselben Leitschaufelträger 52 eingehängt.

[0021] Die dem Spalt 36 zugewandte Seite des Brennkammersegments 40 bildet mit der Horizontalen einen Winkel γ , so daß auch die Achse des Spalts 36 einen Winkel γ mit der Horizontalen einschließt. Eine Reihe von Segmentkühlbohrungen 42 verbinden die Kühlkammer 44 mit dem Spalt 36, wobei jede der Achsen einen Winkel δ mit der Horizontalen einschließt. Die am Spalt gegenüberliegende Fläche der Plattform 30 ist so ausgestaltet, daß sie einen Winkel β mit der Horizontalen bildet (Bezugszeichen 34). Die Winkel β und δ werden so gewählt, daß die Segmentkühlbohrungen etwas mehr zur Horizontalen hin geneigt liegen als die Oberfläche 34, daß aber der Kühlluftstrom der Segmentkühlbohrungen 42 etwa tangential an der Oberfläche 34 entlangströmt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist δ zu etwa 25°, und β zu etwa 30° gewählt. Der Kühlluftstrom der Segmentkühlbohrungen 42 strömt also in flachem Winkel an der Oberfläche 34 entlang und gelangt auf die dem Heißgasstrom 20 ausgesetzte Fläche der Plattform 30.

[0022] In der Plattform 30 sind eine Reihe von Plattformkühlbohrungen 32 angebracht, welche die Kühlkammer 39 mit dem Spalt 36 verbinden, wobei jede der Achsen der Plattformkühlbohrungen einen Winkel α mit der Horizontalen einschließt. In dem Bereich des Brennkammersegments, der von dem Kühlluftstrom der Plattformkühlbohrungen beaufschlagt wird, ist eine konkave Aussparung 48 angebracht, die den Kühlluftstrom umlenkt, und in Richtung auf das dem Heißgasstrom ausgesetzte Volumen leitet.

[0023] Erfindungsgemäß sind die Winkel α , β , γ so gewählt, daß β zwischen α und γ liegt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist γ etwa 45°, β etwa 30°, und α etwa 20°. Durch diese Wahl der Beziehungen zwischen den Winkeln γ und β wird erreicht, daß die Spaltbreite nicht wesentlich von geometrischen Toleranzen und/oder Verschiebungen durch thermische Ausdehnungen (Bezugszeichen 50) beeinflusst wird.

[0024] Die Lage der Achsen der Segmentkühlbohrungen 42 und der Plattformkühlbohrungen 32 entlang der Umfangs der Ringbrennkammer ist in der Untersicht von Fig. 3 gezeigt. Die Bohrungen sind entlang des

Umfangs alternierend und gegeneinander versetzt angeordnet. Darüber hinaus sind sie, wie in Fig. 2 gezeigt, auch radial gegeneinander versetzt. Diese Maßnahmen führen dazu, daß sich die Kühlluftströme der Segmentkühlbohrungen 42 und der Plattformkühlbohrungen 32 nicht schneiden, so daß Verwirbelungen und damit aerodynamische Verluste möglichst vermieden werden.

[0025] Sowohl die Plattformkühlbohrungen 32 als auch die Segmentkühlbohrungen 42 können als zylindrische Bohrungen, oder als Trichterbohrungen ausgebildet sein. Ein Vorteil der Verwendung von Trichterbohrungen besteht in der breiteren Überdeckung des Kühlfilms und in der kleineren Austrittsgeschwindigkeit des Kühlstrahls aus den Bohrungen. Die kleine Austrittsgeschwindigkeit resultiert in sehr geringen aerodynamischen Verlusten.

[0026] Figur 4 zeigt eine Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Plattformkühlung für eine untere Plattform 60. Die Blickrichtung und Orientierung der Plattform zur korrekten Definition der auftretenden Winkel ist in Fig. 1 rechts gezeigt. Dabei bilden die Blickrichtung ("Blick (Fig. 4)"), die Oberflächennormale ("N") und die Heißgasstromrichtung ("HG") wie in Fig. 1 gezeigt ein Rechtssystem. Wie weiter oben definiert, werden Winkel gegen den Uhrzeigersinn positiv, Winkel im Uhrzeigersinn negativ gemessen.

[0027] Die untere Plattform 60 wird durch einen Spalt 66 von einem Brennkammersegment 70 getrennt. Plattform 60 und Brennkammersegment 70 sind auf einem gemeinsamen Träger 82 befestigt. Eine Reihe von Segmentkühlbohrungen 72 verbindet unter einem Winkel δ die Kühlkammer 74 mit dem Spalt 66, und eine Reihe von Plattformkühlbohrungen 62 verbindet die Kühlkammer 69 mit dem Spalt 66 unter einem Winkel α . Die Oberfläche der Plattform 60 schließt im Bereich des Spalts einen Winkel β mit der Horizontalen ein (Bezugszeichen 64). Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist β zu etwa 30° und δ zu etwa 25° gewählt. Dadurch strömt der Kühlluftstrom der Segmentkühlbohrungen 72 in flachem Winkel an der Oberfläche 64 entlang und gelangt auf die dem Heißgasstrom 20 ausgesetzte Fläche der Plattform 60. Der Winkel α ist in diesem Ausführungsbeispiel zu etwa -15° gewählt. Die Plattformkühlbohrungen 62 blasen damit ebenfalls Kühlluft in Richtung auf das offene Ende des Spalts 66. Durch die Lippe 79 wird dieser Kühlluftstrom umgelenkt und verläßt den Spalt im wesentlichen parallel zum Heißgasstrom 20. Die Lippe 79 spannt sich über die Öffnung des Spalts 66 und verringert damit dessen effektive Breite. Dies führt zu einer weiteren Reduktion des Heißgaseinbruchs in den Spalt 66. Die Lippe 79 wird möglichst weit über den Spalt 66 gezogen, und wird, um ein Abbrennen zu vermeiden, durch den Kühlluftstrom der Segmentkühlbohrung 72 gekühlt.

[0028] Eine vorteilhafte Anordnung der Bohrungen und der Lippe eines weiteren Ausführungsbeispiels ist

im Detail in Fig. 5 gezeigt. Die dem Spalt 66 zugewandte Innenseite des Brennkammersegments 70 ist zusammen mit der Lippe 79 so ausgestaltet, daß eine konkave Krümmung 78 der Innenseite entsteht. Dadurch wird der Kühlluftstrom 90 der Plattformkühlbohrung 62 so umgelenkt, daß er den Spalt 66 etwa parallel zur Heißgasströmung 20 verläßt. Der Abstand H von Segmentkühlbohrung 72 und Plattformkühlbohrung 62 ist so gewählt, daß sich die Kühlluftströme 90 und 92 nicht schneiden. Dies ist der Fall, wenn H so gewählt wird, daß bei einer Spaltbreite S, der Winkel α betragsmäßig kleiner als $\arctan(H/S)$ ist.

[0029] Die Lage der Achsen der Segmentkühlbohrungen 72 und der Plattformkühlbohrungen 62 entlang des Umfangs ist bei diesem Ausführungsbeispiel analog zu der Untersicht von Fig. 3. Auch hier sind die Bohrungen entlang des Umfangs alternierend und gegeneinander versetzt angeordnet, wodurch sich die Kühlluftströme der Segmentkühlbohrungen 72 und der Plattformkühlbohrungen 62 nicht schneiden, so daß Verwirbelungen und damit aerodynamische Verluste möglichst vermieden werden. Auch hier können sowohl die Plattformkühlbohrungen 62 als auch die Segmentkühlbohrungen 72 als zylindrische Bohrungen, oder als Trichterbohrungen ausgebildet sein.

Bezugszeichenliste

[0030]

10	Plattform
12	Schaufel
14	Druck in Bugwelle
16	mittlerer Druck
18	Heißgaseinbruch
20	Heißgasstrom
30	Plattform
32	Plattformkühlbohrung
34	Oberfläche der Plattform im Bereich des Spalts
36	Spalt
38	Haken der Plattform
39	Kühlkammer
40	Brennkammersegment
42	Segmentkühlbohrung
44	Kühlkammer
46	Haken des Brennkammersegments
48	Aussparung
50	Richtung der Verschiebung
52	Leitschaufelträger
60	untere Plattform
62	Plattformkühlbohrung
64	Oberfläche der Plattform im Bereich des Spalts
66	Spalt
69	Kühlkammer
70	Brennkammersegment
72	Segmentkühlbohrung

- 74 Kühlkammer
- 78 konkave Krümmung
- 79 Lippe
- 80 Richtung der Verschiebung
- 82 Leitschaufelträger
- 90, 92 Kühlluftströme

Patentansprüche

1. Plattformkühlung mit einer einem Heißgasstrom (20) ausgesetzten Leitschaufelplattform (30; 60), die durch einen Spalt (36; 66) von einem stromaufwärts angeordneten Brennkammersegment (40; 70) getrennt ist, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Brennkammersegment (40; 70) eine oder mehrere Segmentkühlbohrungen (42; 72) angebracht sind, die eine Kühlluftkammer (44; 74) mit dem Spalt (36; 66) verbinden, und daß die Leitschaufelplattform (30; 60) auf der stromabwärtigen Seite im Bereich des Spalts (36; 66) eine Oberfläche (34; 64) aufweist, dergestalt, daß die Achsen der einen oder mehreren Segmentkühlbohrungen (42; 72) etwa tangential zu besagter Oberfläche (34; 64) verlaufen.
2. Plattformkühlung nach Anspruch 1, bei der die Achsen der einen oder mehreren Segmentkühlbohrungen (42; 72) mit der Horizontalen einen Winkel δ einschließen, besagte Oberfläche (34; 64) im Bereich des Spalts (36; 66) einen Winkel β mit der Horizontalen einschließt, wobei der Winkel δ zwischen etwa β und etwa $(\beta - 30^\circ)$ liegt.
3. Plattformkühlung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei der die Segmentkühlbohrungen (42; 72) als zylindrische Bohrungen oder als Trichterbohrungen ausgebildet sind.
4. Plattformkühlung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, bei der in der Leitschaufelplattform (30; 60) eine oder mehrere Plattformkühlbohrungen (32; 62) angebracht sind, die eine Kühlluftkammer (39; 69) mit dem Spalt verbinden, die Achsen der einen oder mehreren Plattformkühlbohrungen (32; 62) mit der Horizontalen einen Winkel α einschließen, wobei der Winkel α kleiner als oder etwa gleich groß wie der Winkel β ist.
5. Plattformkühlung nach Anspruch 4, bei der die Plattformkühlbohrungen (32; 62) als zylindrische Bohrungen oder als Trichterbohrungen ausgebildet sind.
6. Plattformkühlung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, bei der die Segmentkühlbohrungen (42; 72) und die Plattformkühlbohrungen (32; 62) in einer Richtung senkrecht zu ihren Achsen alternierend und gegeneinander versetzt angeordnet sind.
7. Plattformkühlung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der an dem Brennkammersegment (70) eine sich in Richtung der Leitschaufelplattform erstreckende Lippe (79) angebracht ist.
8. Plattformkühlung nach Anspruch 7, bei der die Lippe (79) etwa 10% bis etwa 60% der Spaltbreite überdeckt.
9. Plattformkühlung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, bei der die dem Spalt (36; 66) zugewandte Seite des Brennkammersegments (40; 70) in den von dem Kühlluftstrom (90) der Plattformkühlbohrungen (32; 62) beaufschlagten Bereichen eine konkave Aussparung (48) oder eine konkave Krümmung (78) aufweist.
10. Plattformkühlung nach Anspruch 9, bei der die Plattformkühlbohrungen (32; 62) und die Segmentkühlbohrungen (42; 72) so angeordnet sind, daß die von dem Kühlluftstrom (90) der Plattformkühlbohrungen (32; 62) beaufschlagten Bereiche des Brennkammersegments (40; 70) weiter von der dem Heißgasstrom (20) ausgesetzten Oberfläche entfernt liegen als die Öffnungen der Segmentkühlbohrungen (42; 72).
11. Plattformkühlung nach einem der vorigen Ansprüche, bei der die Leitschaufelplattform (30; 60) und das Brennkammersegment (40; 70) an einem gemeinsamen Träger (52; 82) befestigt sind.
12. Plattformkühlung nach einem der Ansprüche 2 bis 11, bei der die dem Spalt (36) zugewandte Seite des Brennkammersegments (40) mit der Horizontalen einen Winkel γ einschließt, wobei der Winkel γ größer als oder etwa gleich groß wie der Winkel β ist.
13. Plattformkühlung nach einem der vorigen Ansprüche, bei der die Leitschaufelplattform (30; 60) die äußere Plattform einer Leitschaufel ist und die Breite des Spalts (36; 66) weniger als 5 mm, bevorzugt weniger als 2 mm beträgt, oder bei der die Leitschaufelplattform (30; 60) die innere Plattform einer Leitschaufel ist und die Breite des Spalts (36; 66) weniger als 5 mm, bevorzugt weniger als 2 mm beträgt.

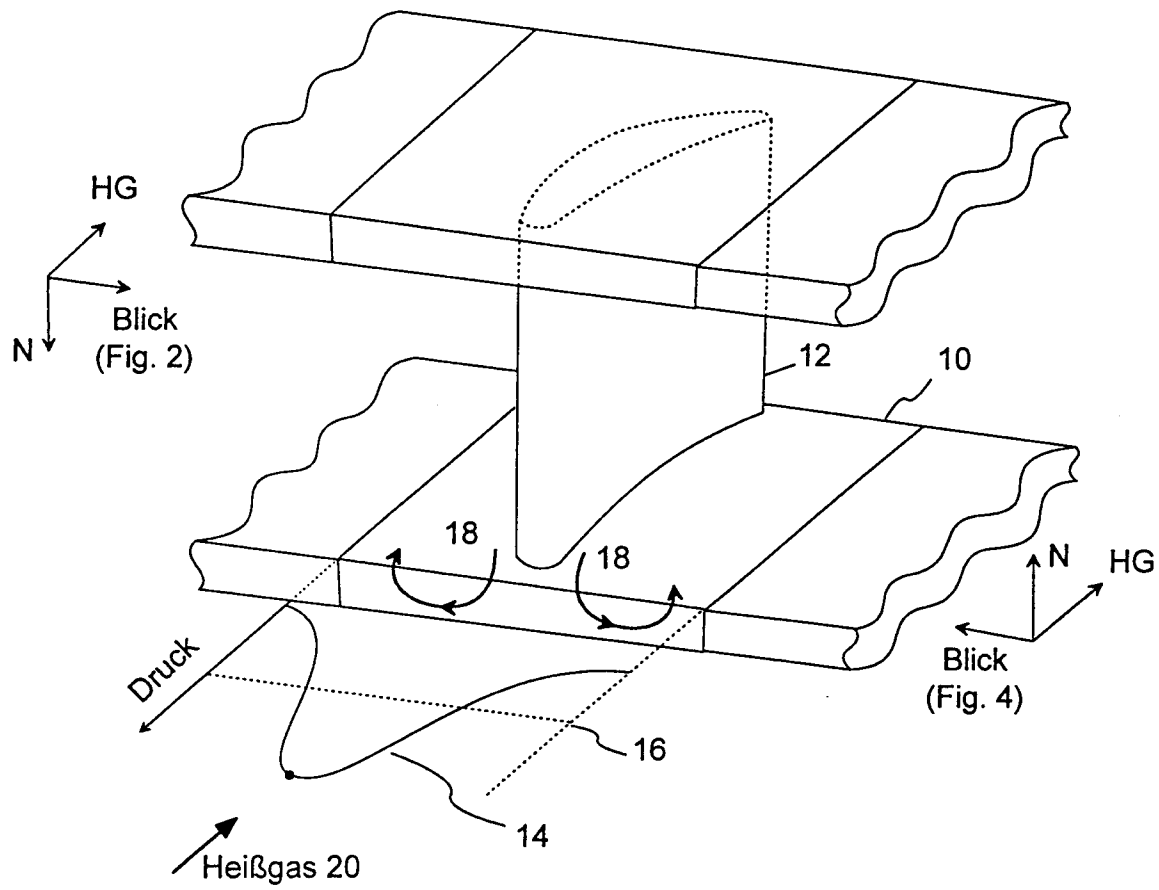


Fig 1 (Stand der Technik)

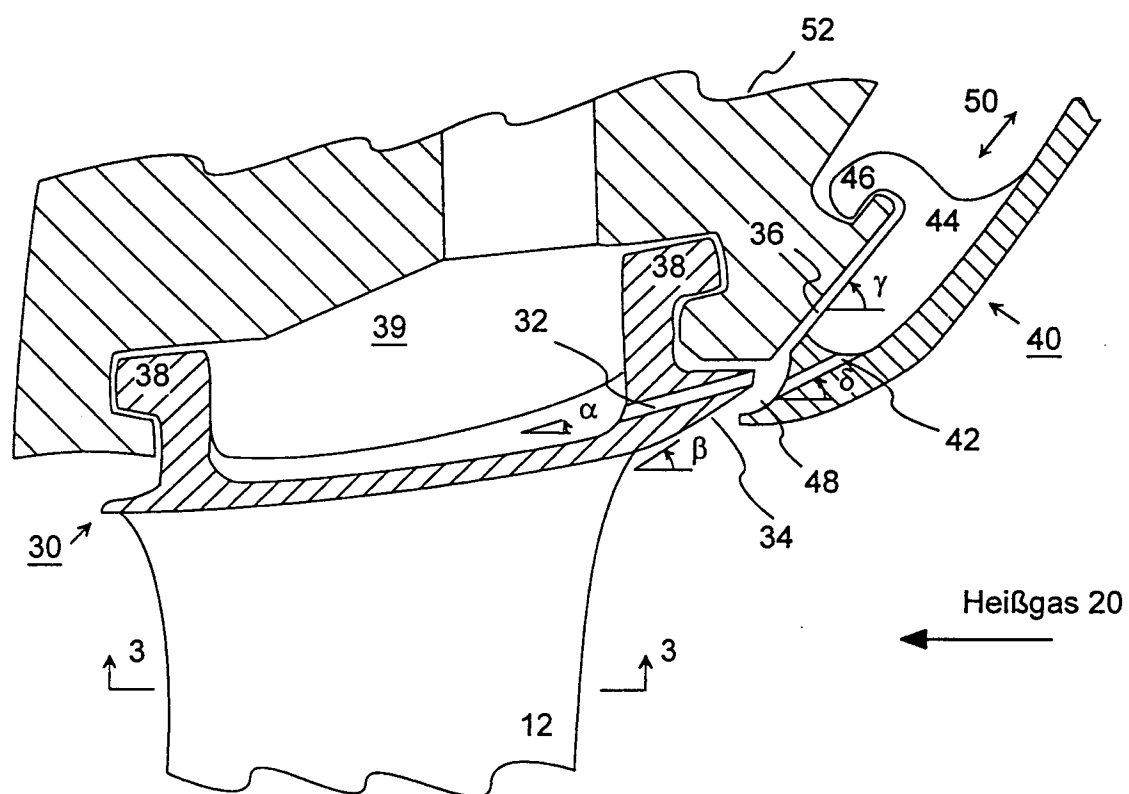


Fig. 2

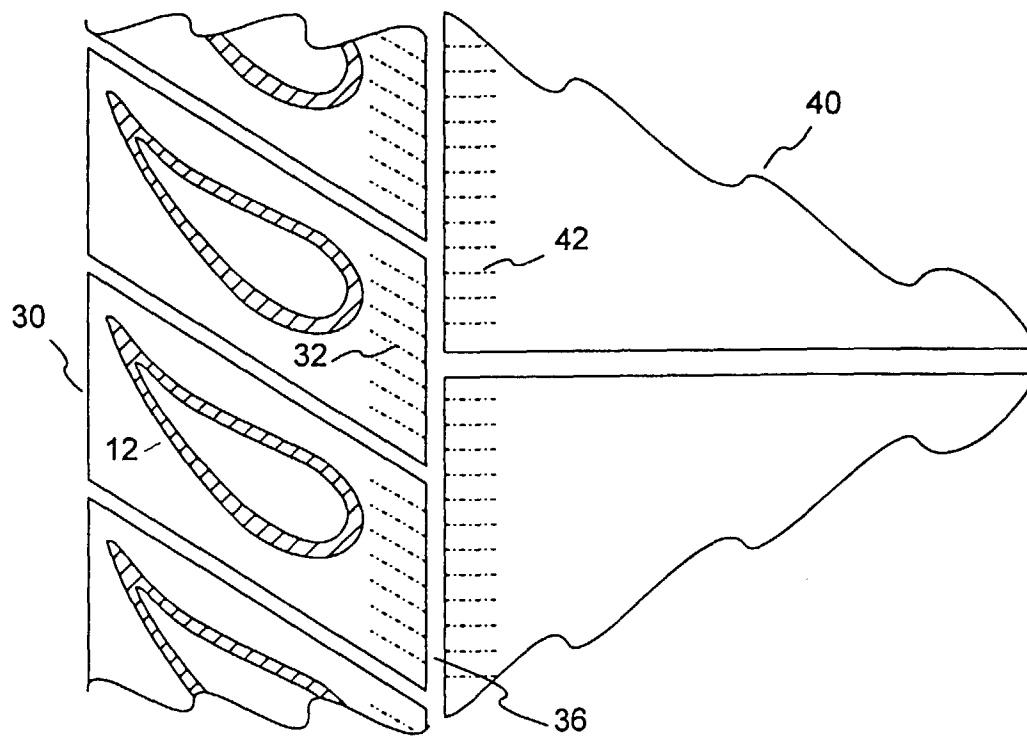


Fig. 3

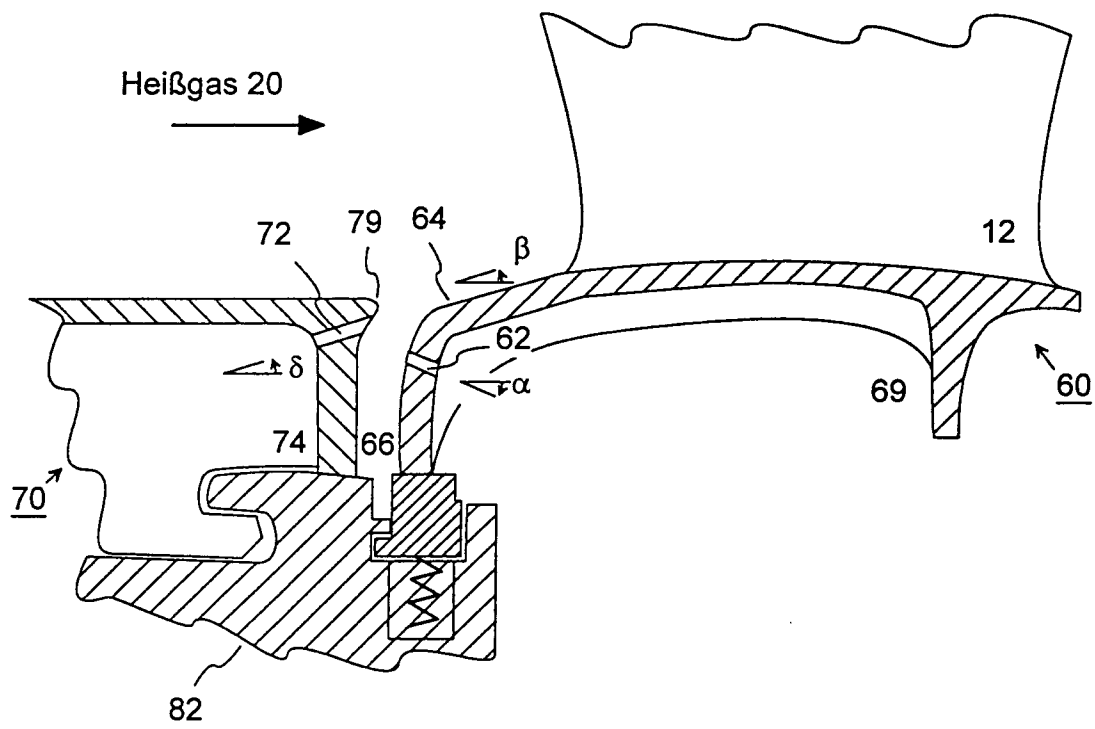


Fig. 4

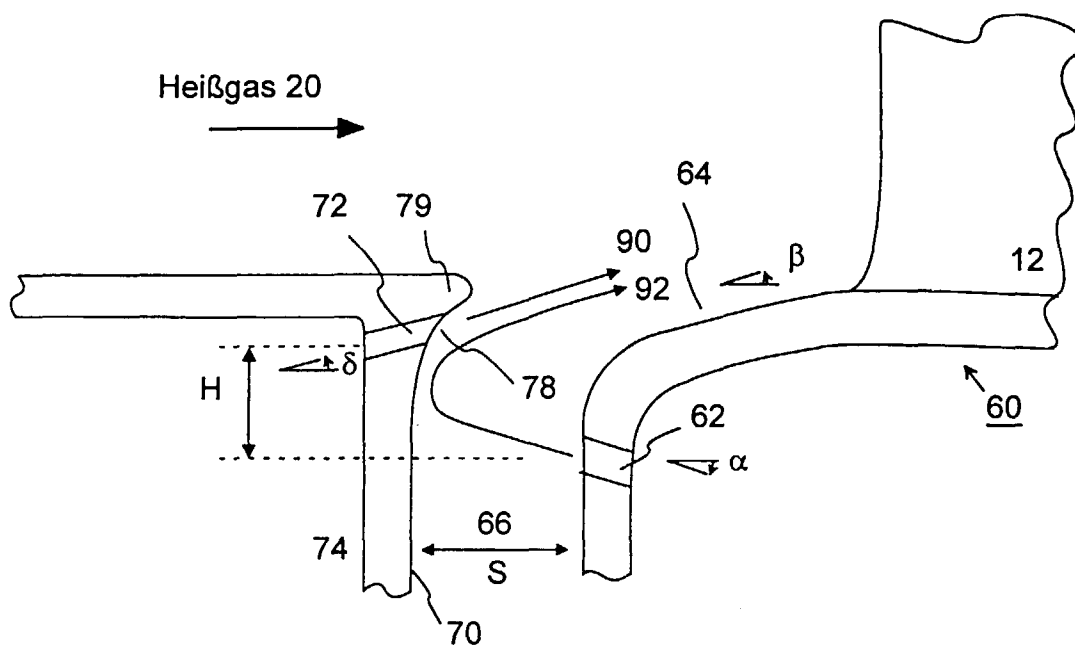


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 81 0660

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	GB 2 122 690 A (SKODA KP) * Abbildungen *	1	F01D5/08
A	GB 2 119 027 A (ROLLS ROYCE) * Abbildungen *	1	
A	EP 0 037 897 A (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) * Abbildungen *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F01D
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 12.Februar 1998	Prüfer Argentini, A
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)