



(11)

EP 2 749 816 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.07.2014 Patentblatt 2014/27

(51) Int Cl.:
F23R 3/06^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13196228.4**

(22) Anmeldetag: **09.12.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Gerendas, Dr.-Ing. Miklós**
15838 Am Mellensee (DE)
• **Fanter, Maren**
14513 Teltow (DE)
• **Herzog, Volker**
15738 Zeuthen (DE)

(30) Priorität: **27.12.2012 DE 102012025375**

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG**
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)

(74) Vertreter: **Hoefer & Partner**
Pilgersheimer Straße 20
81543 München (DE)

(54) **Verfahren zur Anordnung von Prallkühlöchern und Effusionslöchern in einer Brennkammerwand einer Gasturbine**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Anordnung von Effusionslöchern 32 und Prallkühlöchern 31 in einer Brennkammerwand und in Brennkammerschindeln einer Gasturbine, wobei die Brennkammer eine Brennkammerwand aufweist, welche mit Prallkühlöchern 31 versehen ist, sowie Brennkammerschindeln, welche in einem Abstand zur Brennkammerwand und mit Effusionslöchern 32 versehen sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren folgende Verfahrensschritte umfasst:

- 1.) Festlegung der maximal erlaubten Treffer, bei welchem eine Prallkühllochachse einen Effusionslochmittelpunkt in einem Abstand y trifft und des Mindestabstandes zwischen den Treffern.
- 2.) Auswahl des Musters für die Effusionslöcher 32.
- 3.) Festlegung des Durchmessers der Effusionslöcher 32.
- 4.) Berechnung der Abmaße der Grundzelle für die Effusionslöcher 32, so dass alle vorgesehenen Löcher in die zu kühlende Fläche passen.
- 5.) Verteilung der Effusionslöcher in der zu kühlenden Fläche gemäß der Auswahl in 2. und 3.
- 6.) Auswahl des Musters für die Prallkühlöcher 31.
- 7.) Festlegung des Durchmessers der Prallkühlöcher 31.
- 8.) Berechnung der Abmaße der Grundzelle, so dass alle vorgesehenen Prallkühlöcher (31) in die zu kühlende Fläche passen.
- 9.) Auswahl der Ausrichtung der Grundzelle für die Prallkühlöcher 31.
- 10.) Verteilung der Prallkühlöcher 31 gemäß der Aus-

wahl in 6. und 7.

11.) Überprüfung der Anzahl der Treffer und deren Abstand zueinander unter Berücksichtigung der Bauteil- und Montageteranzen.

12.) Vergleich mit der erlaubten Anzahl und deren Mindestabstand.

13.) Wenn die Qualitätsvorgaben nicht erfüllt sind:

a.) Wähle zuerst eine andere Ausrichtung der Grundzelle der Prallkühlöcher 31 und gehe zurück zu 10.

b.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, dann wähle einen anderen Durchmesser der Prallkühlöcher 31 und gehe zurück zu 8.

c.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, dann wähle ein anderes Muster und/oder eine andere Grundzelle der Prallkühlöcher 31 und gehe zurück zu 6.

d.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, dann wähle einen anderen Effusionslochdurchmesser und gehe zurück zu 4.

e.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, dann wähle ein anderes Effusionslochmuster und gehe zurück zu 3.

f.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, überprüfe die Eingangsdaten von der Summe der geometrischen Fläche aller Effusionslöcher 32, die Summe der geometrischen Flächen aller Prallkühlöcher 31 und die zu kühlende Fläche.

g.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, ändere die Qualitätsvorgaben.

EP 2 749 816 A2

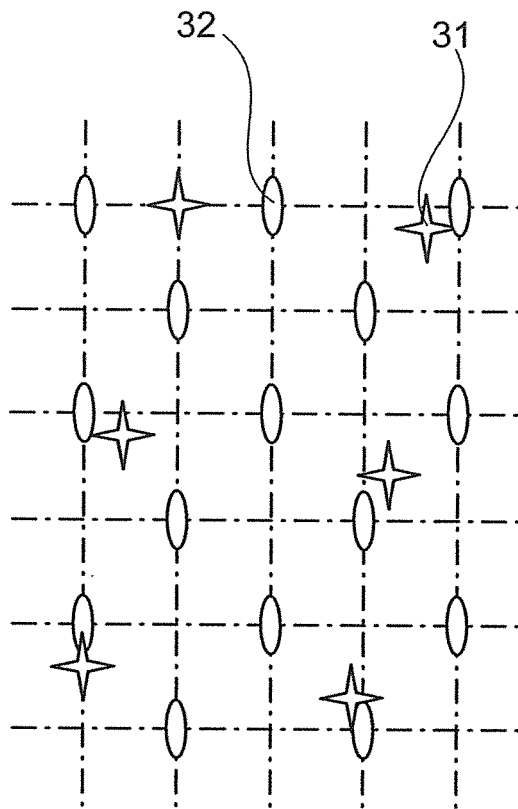


Fig. 5

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Anordnung von Effusionslöchern und Prallkühlöchern in einer Brennkammerwand einer Gasturbine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Im Einzelnen bezieht sich die Erfindung auf die Anordnung und gegenseitige Zuordnung der Effusionslöcher und der Prallkühlöcher in der Brennkammerwand sowie in der an dieser befestigten Brennkammerschindel. Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Brennkammerwand, welche nach dem Verfahren hergestellt ist.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, die Brennkammerwand bzw. den Schindelträger mit Prallkühlöchern zu versehen. Durch diese Prallkühlöcher wird Kühlluft auf die Oberfläche der Brennkammerschindel geleitet, um die Brennkammerschindel zu kühlen. Die Kühlung der Brennkammerschindel erfolgt dabei durch die Prallkühlung von der kalten Seite der Brennkammerschindel aus. Üblicherweise ist die Brennkammerschindel von der Brennkammerwand beabstandet, so dass sich ein Zwischenraum bildet, durch welchen dann die Kühlluft, die aus den Prallkühlöchern ausgetreten ist, bewegen kann. Auf diese Weise wird die dem Innenvolumen der Brennkammer abgewandte Seite der Brennkammerschindel, welche als kalte Seite bezeichnet wird, gekühlt.

[0003] Mittels der Effusionslöcher strömt Kühlluft durch die Brennkammerschindel und legt sich als Film auf die heiße Oberfläche der Brennkammerschindel, um diese zu kühlen und vor den heißen Verbrennungsgasen abzuschirmen.

[0004] Die WO 92/16798 A1 beschreibt den Aufbau einer Gasturbinenbrennkammer durch mit Stehbolzen befestigten, metallischen Schindeln, welche durch die Kombination von Prall- und Effusionskühlung zu einer effektiven Kühlwirkung führt und somit die Reduktion des Kühlluftverbrauchs erlaubt. Die geometrische Beziehung der Prall- zu den Effusionslöchern wird nicht definiert, jedem Prallkühlloch ist ein Effusionsloch zugeordnet.

[0005] Die US 6 237 344 B1 beschreibt eine zweischichtige Prall-Effusionskühlung unter Verwendung von zwei Blechen, welche durch auf der kalten Seite eingedrückte Ausbuchtungen in einem definierten Abstand gehalten werden. Hierbei wird eine 1:1-Beziehung von Ausbuchtungen und Prallkühlöchern festgelegt, da die Ausbuchtungen die Prallkühlstrahlen vor der Querströmung in der Prallkühlkavität schützen sollen. Eine geometrische Beziehung zwischen Prall- und Effusionslöchern wird nicht beschrieben.

[0006] Die EP 1 104 871 B1 beschreibt die Beziehung von einem großen Prallkühlloch zu einer Gruppe von Effusionslöchern, zum Beispiel von 6 Effusionslöchern, gleichmäßig beabstandet von einem zentralen siebten Effusionsloch, wobei der Prallkühlstrahl innerhalb der Gruppe auf die Effusionswand trifft. Die Prallkühlöcher werden so in versetzten Reihen angeordnet, dass sich ein gleichmäßiger Abstand zu den umgebenden Prall-

kühlöchern ergibt und somit ein gleichseitiges Dreieck zwischen diesen gebildet wird, wobei eine Seite des Dreiecks in Umfangsrichtung ausgerichtet ist.

[0007] Die US 5 758 504 A beschreibt ein Prall-Effusionsmuster, bei dem die Prallkühlöcher in gleichseitigen Vierecken auf der Brennkammerwand angeordnet sind, wobei eine Diagonale des Quadrats in Umfangsrichtung ausgerichtet ist. Die Effusionslöcher sind relativ zu den Prallkühlöchern nach verschiedenen Prinzipien angeordnet (z.B. relativ zu den Eckpunkten des Quadrates, aber nicht in der Mitte).

[0008] Der Stand der Technik zeigt Konstruktionsprinzipien von Kühllochmustern, welche in unterschiedlicher Art und Ausgestaltung angeordnet sein können. So sind Sprungmuster bekannt, welche zwei oder mehr Ausnehmungen umfassen können. Der Stand der Technik zeigt auch n-eckige Grundzellen, beispielsweise dreieckige oder viereckige oder quadratische Grundzellen, wobei eine Seite oder Diagonale der Grundzelle meist in Umfangsrichtung oder in axialer Richtung der Brennkammer (bezogen auf eine Mittelachse der Brennkammer) ausgerichtet ist.

[0009] Wenn konstruktiv keine Beziehung von Prall- und Effusionslöchern vorgegeben ist, dann kann es passieren, dass Prallkühlstrahlen direkt ein Effusionsloch treffen und daher nicht im eigentlichen Sinne auf die Brennkammerwand prallen, sondern gleich durch das Effusionsloch abfließen. Dann bildet sich kein Staupunkt auf der Brennkammerwand. Ein hoher Wärmeübergang an dieser Stelle und somit die überlegene Kühlwirkung bleiben somit aus.

[0010] Wird eine feste Beziehung zwischen Prall- und Effusionsstrahlen bei der Konstruktion festgelegt (z.B. das Prallkühlloch trifft die Wand immer in einem Abstand x stromauf auf den Symmetrielinien zwischen den beiden Effusionslöchern, durch die die Luft wieder abfließt), dann muss die Konstruktion und auch die Fertigungsqualität dies auch ermöglichen, sonst läuft man Gefahr, doch wieder ein Prallkühlloch direkt über einem Effusionsloch zu platzieren und die Prallkühlwirkung zu verlieren. Bei der Summe von Bauteil- und Montagetoleranzen ist es aber erfahrungsgemäß schwierig, eine große Anzahl von Löchern bei allen möglichen Abweichungen der Bauteile voneinander richtig zu positionieren.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Anordnung von Effusionslöchern und Prallkühlöchern zu schaffen, welches bei einfacher Ausgestaltung und einfacher Anwendbarkeit eine betriebssichere und zuverlässige Kühlung der Brennkammerschindeln gewährleistet.

[0012] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination des Anspruchs 1 gelöst.

[0013] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, die Muster der Effusionslöcher und der Prallkühlöcher auszuwählen und anschließend abzugleichen, ob diese in ihrer gegenseitigen Zuordnung die Anforderungen erfüllen. Diese Vorgehensweise kann insbesondere auch rechnergestützt durchgeführt werden.

[0014] Es wird erfindungsgemäß jeweils ein unterschiedliches Ordnungsprinzip für die Prallkühlöcher und die Effusionslöcher in der Art verwendet, dass die Möglichkeit, dass ein Prallkühlloch direkt ein Effusionsloch trifft, minimiert wird, trotz der Bauteil- und Montagetoleranzen.

[0015] Wird auf der Effusionsseite ein n-Sprungmuster verwendet, so dass sich nach n Reihen bzw. Spalten das Muster wiederholt, dann wird auf der Prallkühlseite eine m-seitige Grundzelle zur Verteilung der Prallkühlöcher in der Art verwendet, so dass die Wahrscheinlichkeit, ein Prallkühlloch direkt über einem Effusionsloch zu platzieren, unter Berücksichtigung aller Bau- und Montagetoleranzen minimiert wird.

[0016] Eine Grundzelle ist hier so definiert, dass in jeder Ecke der Grundzelle ein Kühlluftloch vorhanden ist.

[0017] Die ausgewählte Grundzelle wird dann in ihrer Kantenlänge und ihrer Ausrichtung gegenüber der axialen Richtung und der Umfangsrichtung so gedreht, dass die Wahrscheinlichkeit der Überschneidung trotz der Bauteil- und Montagetoleranzen minimiert wird. Ist die Anzahl der Überschneidungen für die ausgewählte Grundzelle immer noch zu hoch oder liegen die Treffer zu nahe beieinander, so wird eine Grundzelle mit einer höheren oder niedrigeren Eckenanzahl ausgewählt und die Optimierung wiederholt.

[0018] Unter Axialrichtung wird erfindungsgemäß eine Richtung parallel zur Mittelebene der Brennkammer und somit längs der Durchströmungsrichtung der Brennkammer verstanden.

[0019] Das gleiche erfindungsgemäße Verfahren kann auch bei einer Anordnung der Effusionslöcher auf einem n-eckigen Grundmuster verwendet werden.

[0020] Aus dieser Überlegung ergibt sich erfindungsgemäß folgendes Verfahren zu Festlegung der Lochmuster für Pralllöcher und Effusionslöcher, bei dem die Eingangsdaten aus der Kühlungsauslegung die Summe der geometrischen Flächen aller Effusionslöcher, die Summe der Flächen aller Prallkühlöcher und die zu kühlende Fläche als bekannt bzw. gegeben vorausgesetzt werden:

- 1.) Festlegung der maximal erlaubten Treffer, bei welchem eine Prallkühllochachse einen Effusionslochmittelpunkt in einem Abstand y trifft und des Mindestabstandes zwischen den Treffern.
- 2.) Auswahl des Musters für die Effusionslöcher.
- 3.) Festlegung des Durchmessers der Effusionslöcher.
- 4.) Berechnung der Abmaße der Grundzelle für die Effusionslöcher, so dass alle vorgesehenen Löcher in die zu kühlende Fläche passen.
- 5.) Verteilung der Effusionslöcher in der zu kühlenden Fläche gemäß der Auswahl in 2. und 3.
- 6.) Auswahl des Musters für die Prallkühlöcher.
- 7.) Festlegung des Durchmessers der Prallkühlöcher.
- 8.) Berechnung der Abmaße der Grundzelle, so dass

alle vorgesehenen Prallkühlöcher in die zu kühlende Fläche passen.

9.) Auswahl der Ausrichtung der Grundzelle für die Prallkühlöcher.

10.) Verteilung der Prallkühlöcher gemäß der Auswahl in 6. und 7.

11.) Überprüfung der Anzahl der Treffer und deren Abstand zueinander unter Berücksichtigung der Bauteil- und Montagetoleranzen.

12.) Vergleich mit der erlaubten Anzahl und deren Mindestabstand.

13.) Wenn die Qualitätsvorgaben nicht erfüllt sind:

a.) Wähle zuerst eine andere Ausrichtung der Grundzelle der Prallkühlöcher und gehe zurück zu 10.

b.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, dann wähle einen anderen Durchmesser der Prallkühlöcher und gehe zurück zu 8.

c.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, dann wähle ein anderes Muster und/oder eine andere Grundzelle der Prallkühlöcher und gehe zurück zu 6.

d.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, dann wähle einen anderen Effusionslochdurchmesser und gehe zurück zu 4.

e.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, dann wähle ein anderes Effusionslochmuster und gehe zurück zu 3.

f.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, überprüfe die Eingangsdaten von der Summe der geometrischen Fläche aller Effusionslöcher, die Summe der geometrischen Flächen aller Prallkühlöcher und die zu kühlende Fläche.

g.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, ändere die Qualitätsvorgaben.

14.) Wenn die Qualitätsvorgaben erfüllt sind, dann ist das endgültige Muster gefunden.

[0021] Eine vorteilhafte robuste Anordnung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist auch dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Effusionslöcher kein geradzahliges Vielfaches der Anzahl der Prallkühlöcher ist.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Auswahl eines nicht bezogenen Musters zwischen Prall- und Effusionslöchern kann auf prall-effusionsgekühlte Schindeln, aber auch auf andere zweiwandige Kühlschemata, zum Beispiel aus zwei Lagen Blech, angewendet werden.

[0023] Durch das spezielle Suchprinzip der Beziehung von Prallkühlloch zu Effusionskühlloch wird zwar nicht völlig ausgeschlossen, dass hier und da einmal dieser Fall eintritt, dass ein Prallkühlloch genau in ein Effusionsloch bläst und daher keine Prallkühlwirkung entsteht, aber der Abstand dieser Ausfälle der Prallkühlung wird maximiert. Er tritt nicht zweimal direkt nebeneinander auf.

[0024] Die Prallkühlwirkung wird auch bei weiten Bauteil- und Montagetoleranzen in einem hohen Maße ausgenutzt und somit eine hohe Kühlwirkung und dadurch eine lange Bauteillebensdauer sichergestellt. Durch die weiten Toleranzen werden die Bauteilkosten gesenkt und es entsteht trotzdem ein robustes Produkt.

[0025] In günstiger Weiterbildung der Erfindung ist weiterhin vorgesehen, dass zumindest auf einem Teil der Brennkammerwand die Prallkühlöffnungen nach einer anderen Regel verteilt werden als die Effusionslöcher, wobei eine feste geometrische Beziehung von Prallkühlöffnungen und Effusionslöchern vermieden wird.

[0026] Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Brennkammerwand, welche gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ausgebildet ist. Dabei ist insbesondere zu beachten, dass zumindest auf einem Teil der Brennkammerwand die Prallkühlöffnungen unter Vermeidung einer festen geometrischen Beziehung zwischen den Prallkühlöffnungen und den Effusionskühlöffnungen nach einer anderen Regel verteilt sind als die Effusionslöcher.

[0027] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Gasturbinentriebwerks gemäß der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 eine vereinfachte schematische Schnittansicht gemäß dem Stand der Technik durch eine Brennkammerwand und Brennkammerschindeln,

Fig. 3 ein Beispiel gemäß dem Stand der Technik mit der Zuordnung von Prall- und Effusionslöchern und Prallkühlöffnungen gemäß konstruktiver Vorgabe,

Fig. 4 eine Anordnung, analog der Darstellung der Fig. 3, der realen Zuordnung von Effusionslöchern und Prallkühlöffnungen,

Fig. 5 ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel, analog der Darstellung der Fig. 3, der konstruktiven Zuordnung, und

Fig. 6 eine Darstellung, analog Fig. 4, der erfindungsgemäßen realisierten Lösung der Zuordnung von Effusionslöchern und Prallkühlöffnungen.

[0028] Das Gasturbinentriebwerk 10 gemäß Fig. 1 ist ein allgemein dargestelltes Beispiel einer Turbomaschine, bei der die Erfindung Anwendung finden kann. Das Triebwerk 10 ist in herkömmlicher Weise ausgebildet und umfasst in Strömungsrichtung hintereinander einen Lufteinlass 11, einen in einem Gehäuse umlaufenden Fan 12, einen Mitteldruckkompressor 13, einen Hochdruckkompressor 14, eine Brennkammer 15, eine Hochdruck-

turbine 16, eine Mitteldruckturbine 17 und eine Niederdruckturbine 18 sowie eine Abgasdüse 19, die sämtlich um eine zentrale Triebwerksachse 1 angeordnet sind.

[0029] Der Zwischendruckkompressor 13 und der Hochdruckkompressor 14 umfassen jeweils mehrere Stufen, von denen jede eine in Umfangsrichtung verlaufende Anordnung fester stationärer Leitschaufeln 20 aufweist, die allgemein als Statorschaufeln bezeichnet werden und die radial nach innen vom Triebwerksgehäuse 21 in einem ringförmigen Strömungskanal durch die Kompressoren 13, 14 vorstehen. Die Kompressoren weisen weiter eine Anordnung von Kompressorlaufschaufeln 22 auf, die radial nach außen von einer drehbaren Trommel oder Scheibe 26 vorstehen, die mit Naben 27 der Hochdruckturbine 16 bzw. der Mitteldruckturbine 17 gekoppelt sind.

[0030] Die Turbinenabschnitte 16, 17, 18 weisen ähnliche Stufen auf, umfassend eine Anordnung von festen Leitschaufeln 23, die radial nach innen vom Gehäuse 21 in den ringförmigen Strömungskanal durch die Turbinen 16, 17, 18 vorstehen, und eine nachfolgende Anordnung von Turbinenschaufeln 24, die nach außen von einer drehbaren Nabe 27 vorstehen. Die Kompressortrommel oder Kompressorscheibe 26 und die darauf angeordneten Schaufeln 22 sowie die Turbinenrotornabe 27 und die darauf angeordneten Turbinenlaufschaufeln 24 drehen sich im Betrieb um die Triebwerksachse 1.

[0031] Die Fig. 2 zeigt eine vereinfachte Schnittansicht gemäß dem Stand der Technik, welche eine Brennkammerwand 29 zeigt, die mit mehreren Prallkühlöffnungen 31 versehen ist. In einem Abstand zu der Brennkammer 29 sind Brennkammerschindeln 30 angeordnet, welche mit Effusionslöchern 32 versehen sind. Die Brennkammerschindeln 30 sind in üblicher Weise mittels Bolzen 33 an der Brennkammerwand 29 (Schindelträger) so befestigt, dass sich ein Zwischenraum 34 ergibt, durch welchen die Kühlluft in der dargestellten Weise von den Prallkühlöffnungen 31 zu den Effusionslöchern 32 strömen kann.

[0032] Die Fig. 3 und 4 zeigen jeweils die Zuordnung von Prallkühlöffnungen 31 zu Effusionslöchern 32. Die Prallkühlöffnungen 31 sind als Stern dargestellt, während die Effusionslöcher als Ellipse gezeigt sind. Diese Ausgestaltung muss nicht der realisierten Lochausbildung entsprechen, sie wurde lediglich zur Verdeutlichung der Figuren ausgewählt.

[0033] Die Fig. 3 zeigt eine konstruktiv vorgesehene Anordnung gemäß einer Konstruktionszeichnung. Dabei ist ersichtlich, dass die Prallkühlöffnungen 31 und die Effusionslöcher 32 auf einem Linienraster angeordnet sind und jeweils, bezogen auf ihre Mittelpunkte, gleichmäßig voneinander beabstandet sind.

[0034] Die Fig. 4 zeigt die Anordnung gemäß Fig. 3 in der realen Ausgestaltung mit Bauteiltoleranzen und Montagetoleranzen. Dabei ist ersichtlich, dass die Prallkühlöffnungen 31 gegenüber der Anordnung der Effusionslöcher 32 verschoben sind so dass die Prallkühlöffnungen 31 sich teilweise mit den Effusionslöchern 32 überdecken, so dass keine ausreichende Prallkühlung stattfinden kann.

Weiterhin wird die Durchströmung der Effusionslöcher 32 durch die direkte Kühlluftbeaufschlagung verändert.

[0035] Die Fig. 5 zeigt ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren. Dabei ergibt sich, dass die Prallkühlöcher 31 in unterschiedlicher Anordnung zu der gleichmäßigen Anordnung der Effusionslöcher 32 vorgesehen sind. Erfindungsgemäß erfolgt die Zuordnung so, dass bei der in Fig. 6 gezeigten realen Anordnung unter Berücksichtigung der Bauteiltoleranz und der Montagetoleranz alle oder fast alle Prallkühlöcher 31 so platziert sind, dass die Luftströmung nicht oder nur unwesentlich auf die Effusionslöcher 32 trifft. Hierdurch ergeben sich die erfindungsgemäß beschriebenen Vorteile, so dass eine zuverlässige und betriebssichere Kühlung gewährleistet ist.

Bezugszeichenliste:

[0036]

1	Triebwerksachse	
10	Gasturbinentriebwerk / Kerntriebwerk	
11	Lufteinlass	
12	Fan	
13	Mitteldruckkompressor (Verdichter)	
14	Hochdruckkompressor	
15	Brennkammer	
16	Hochdruckturbine	
17	Mitteldruckturbine	
18	Niederdruckturbine	
19	Abgasdüse	
20	Leitschaufeln	
21	Triebwerksgehäuse	
22	Kompressorlaufschaufeln	
23	Leitschaufeln	
24	Turbinenschaufeln	
26	Kompressortrommel oder -scheibe	
27	Turbinenrotornabe	
28	Auslasskonus	
29	Brennkammerwand	
30	Brennkammerschindel	
31	Prallkühlloch	
32	Effusionsloch	
33	Bolzen	
34	Zwischenraum	

Patentansprüche

1. Verfahren zur Anordnung von Effusionslöchern (32) und Prallkühlöchern (31) in einer Brennkammerwand (29) und in Brennkammerschindeln (30) einer Gasturbine, wobei die Brennkammer (15) eine Brennkammerwand (29) aufweist, welche mit Prallkühlöchern (31) versehen ist, sowie Brennkammerschindeln (30), welche in einem Abstand zur Brennkammerwand (29) und mit Effusionslöchern (32) ver-

sehen sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren folgende Verfahrensschritte umfasst:

- 1.) Festlegung der maximal erlaubten Treffer, bei welchem eine Prallkühllochachse einen Effusionslochmittelpunkt in einem Abstand y trifft und des Mindestabstandes zwischen den Treffern.
- 2.) Auswahl des Musters für die Effusionslöcher (32).
- 3.) Festlegung des Durchmessers der Effusionslöcher (32).
- 4.) Berechnung der Abmaße der Grundzelle für die Effusionslöcher (32), so dass alle vorgesehenen Löcher in die zu kühlende Fläche passen.
- 5.) Verteilung der Effusionslöcher in der zu kühlenden Fläche gemäß der Auswahl in 2. und 3.
- 6.) Auswahl des Musters für die Prallkühlöcher (31).
- 7.) Festlegung des Durchmessers der Prallkühlöcher (31).
- 8.) Berechnung der Abmaße der Grundzelle, so dass alle vorgesehenen Prallkühlöcher (31) in die zu kühlende Fläche passen.
- 9.) Auswahl der Ausrichtung der Grundzelle für die Prallkühlöcher (31).
- 10.) Verteilung der Prallkühlöcher (31) gemäß der Auswahl in 6. und 7.
- 11.) Überprüfung der Anzahl der Treffer und deren Abstand zueinander unter Berücksichtigung der Bauteil- und Montagetoleranzen.
- 12.) Vergleich mit der erlaubten Anzahl und deren Mindestabstand.
- 13.) Wenn die Qualitätsvorgaben nicht erfüllt sind:

- a.) Wähle zuerst eine andere Ausrichtung der Grundzelle der Prallkühlöcher (31) und gehe zurück zu 10.
- b.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, dann wähle einen anderen Durchmesser der Prallkühlöcher (31) und gehe zurück zu 8.
- c.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, dann wähle ein anderes Muster und/oder eine andere Grundzelle der Prallkühlöcher (31) und gehe zurück zu 6.
- d.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, dann wähle einen anderen Effusionslochdurchmesser und gehe zurück zu 4.
- e.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, dann wähle ein anderes Effusionslochmuster und gehe zurück zu 3.
- f.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, überprüfe die Eingangsdaten von der Summe der geometrischen Fläche aller Effusionslöcher (32), die Summe der geometrischen Flächen aller Prallkühlöcher (31) und die zu kühlenden Fläche.

g.) Wenn dies nicht zum Erfolg führt, ändere die Qualitätsvorgaben.

2. Brennkammerwand einer Gasturbine, welche zumindest auf einem Teil der Brennkammerwand mit einem zweischichtigen Kühlsystem versehen ist und nach dem Verfahren gemäß Anspruch 1 ausgebildet ist. 5
3. Brennkammerwand nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest auf einem Teil der Brennkammerwand (29) unter Vermeidung einer festen geometrischen Beziehung von Prallkühlöchern (31) und Effusionslöchern (32) die Prallkühlöcher (31) nach einer anderen Regel verteilt sind als die Effusionslöcher (32). 10
15
4. Brennkammerwand nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest auf einem Teil der Brennkammerwand (29) keine ganzzahligen Vielfachen der Anzahl der Prallkühlöcher (31) als der Anzahl der Effusionslöcher (32) ausgebildet sind. 20

25

30

35

40

45

50

55

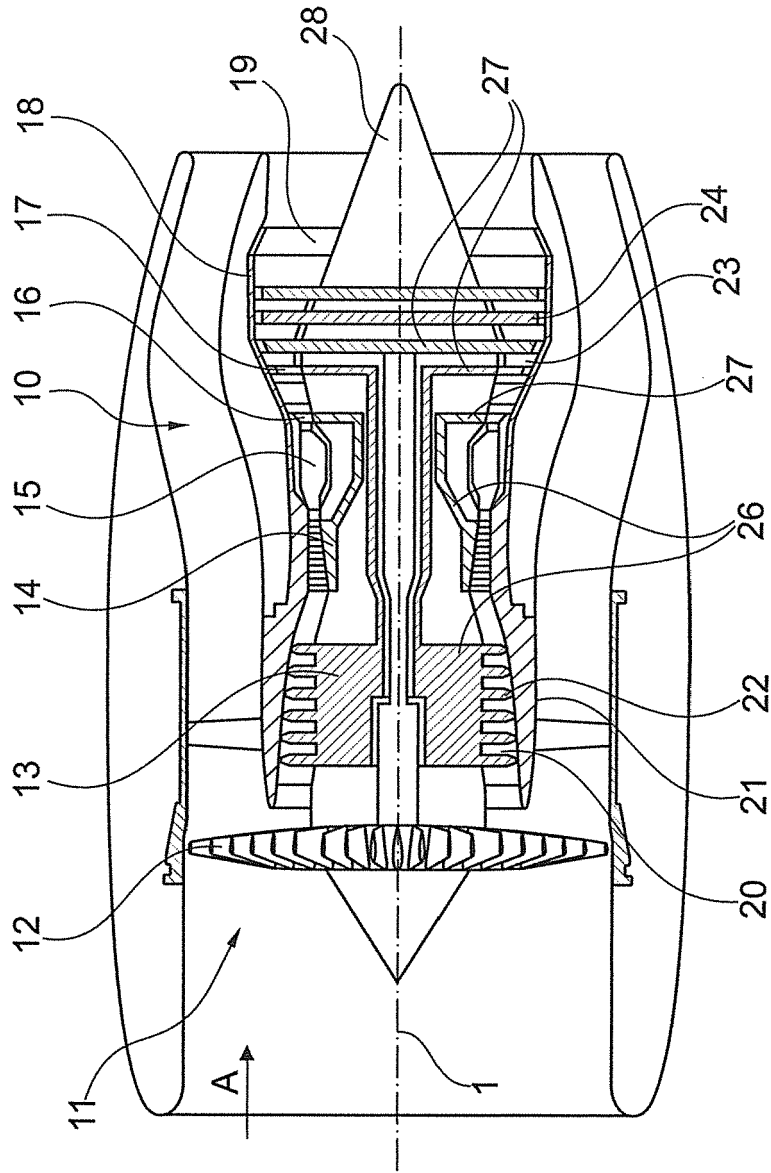


Fig. 1

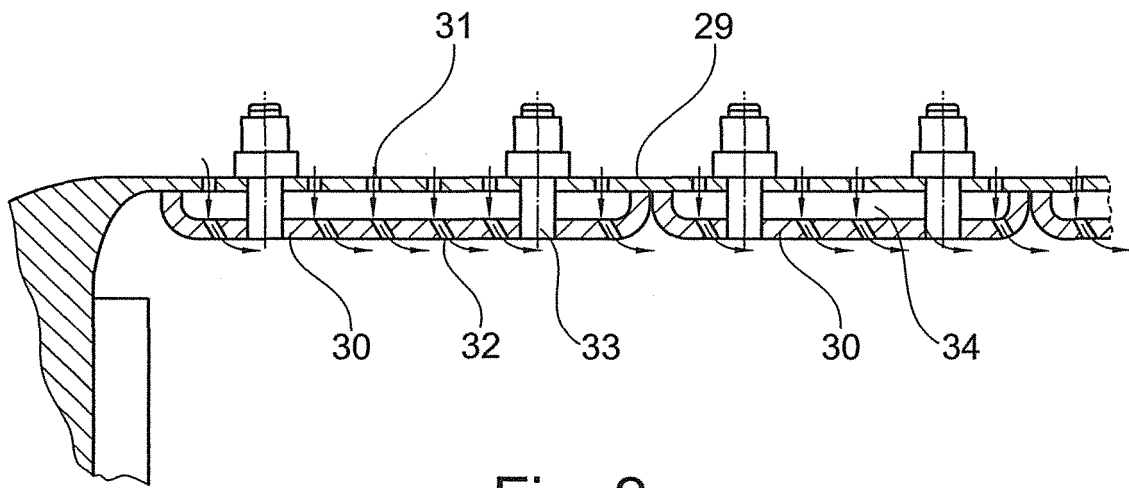


Fig. 2
Stand der Technik

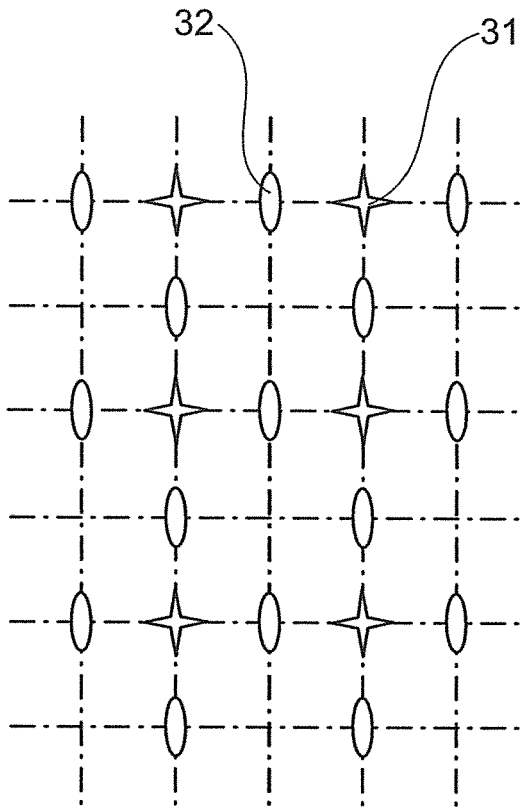


Fig. 3
Stand der Technik

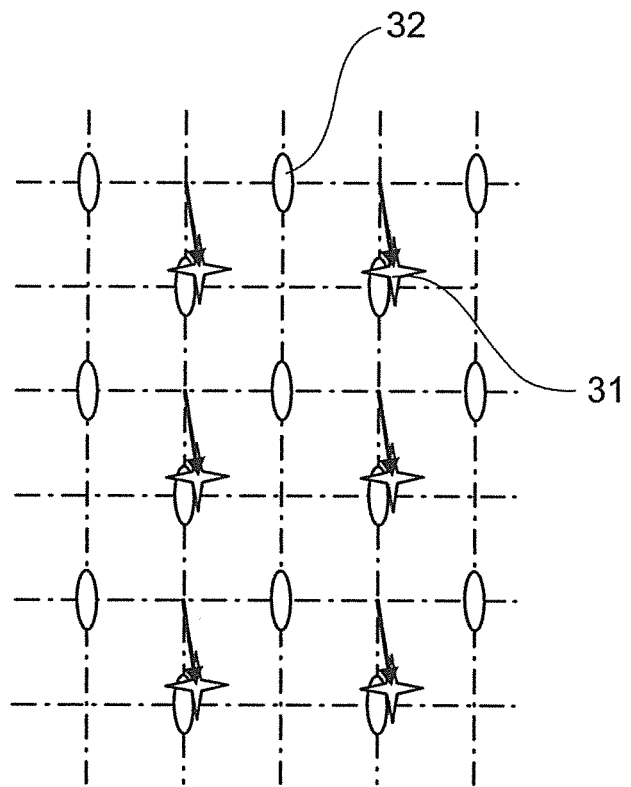


Fig. 4
Stand der Technik

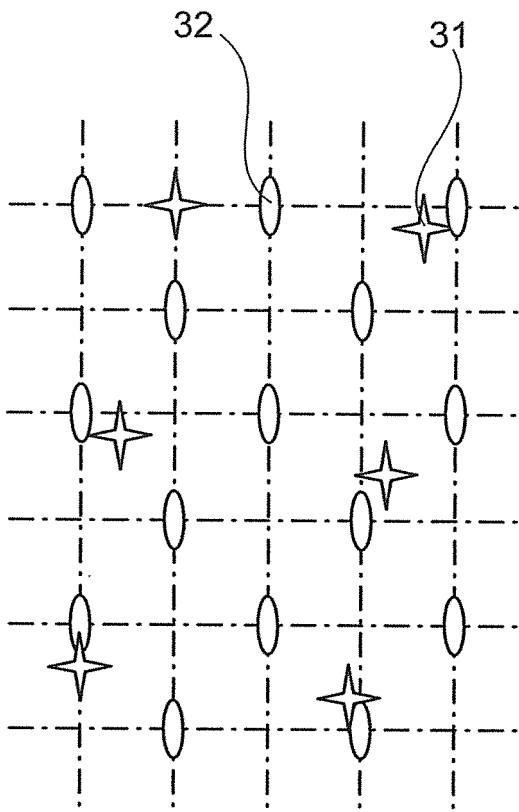


Fig. 5

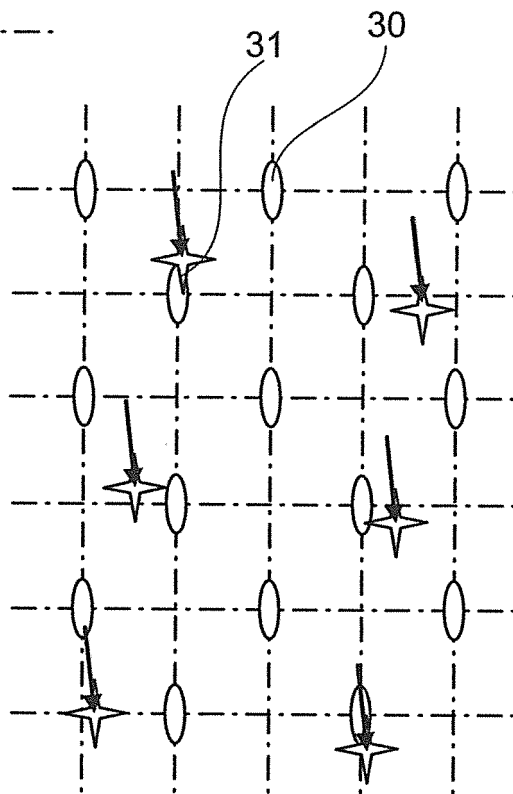


Fig. 6

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

- WO 9216798 A1 [0004]
- US 6237344 B1 [0005]
- EP 1104871 B1 [0006]
- US 5758504 A [0007]