



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.03.2009 Patentblatt 2009/10

(51) Int Cl.:
F23R 3/00 (2006.01) **F01D 9/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07016761.4**

(22) Anmeldetag: **27.08.2007**

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

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

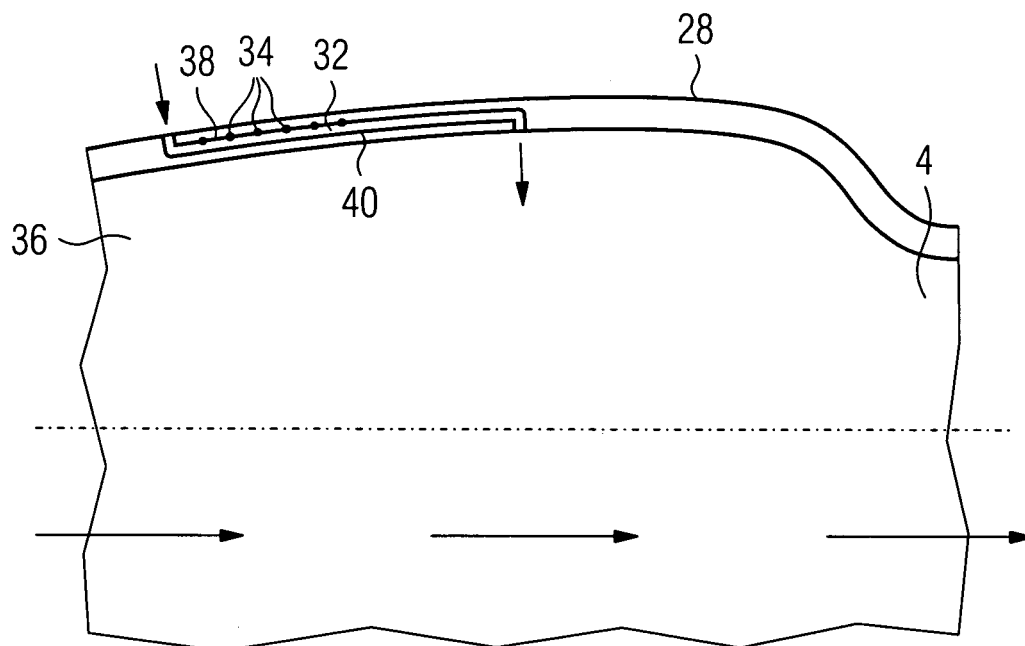
(72) Erfinder: **Liebe, Roland, Dr.**
40789 Monheim (DE)

(54) **Gasturbine mit einer kühlbaren Komponente**

(57) Bei einer Gasturbine (1) mit einer Anzahl von jeweils zu Laufschaufelreihen zusammengefassten, an einer Turbinenwelle (8) angeordneten Laufschaufeln (12) und mit einer Anzahl von jeweils zu Leitschaufelreihen zusammengefassten, mit einem Turbinengehäuse (16) verbundenen Leitschaufeln (14) sowie mit einer Anzahl von heißgasführenden Komponenten, in deren einen Heißgas-Strömungsraum (36) begrenzende Außenwand (28) jeweils eine Anzahl von Kühlkanälen (32) zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium integriert ist, soll

der selbst im Hinblick auf das beschränkte Platzangebot und einen aus Wirkungsgradgründen angestrebten niedrigen Druckverlust eine ausreichende Kühlwirkung an den thermisch besonders belasteten Bereichen der jeweiligen Komponente sicher erzielt werden können. Dazu ist zumindest einer der in die Außenwand (28) der jeweiligen Komponente integrierten Kühlkanäle (32) an seiner vom Heißgas-Strömungsraum (36) abgewandten Innenwand (38) mit turbulenz erzeugenden Strukturelementen (34) versehen.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasturbine mit einer Anzahl von jeweils zu Laufschaufelreihen zusammengefassten, an einer Turbinenwelle angeordneten Laufschaufeln und mit einer Anzahl von jeweils zu Leitschaufelreihen zusammengefassten, mit einem Turbinengehäuse verbundenen Leitschaufeln sowie mit einer Anzahl von heißgasführenden Komponenten, in denen einen Heißgas-Strömungsraum begrenzende Außenwand jeweils eine Anzahl von Kühlkanälen zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium integriert ist.

[0002] Gasturbinen werden in vielen Bereichen zum Antrieb von Generatoren oder von Arbeitsmaschinen eingesetzt. Dabei wird der Energieinhalt eines Brennstoffs zur Erzeugung einer Rotationsbewegung einer Turbinenwelle genutzt. Der Brennstoff wird dazu in einer Brennkammer verbrannt, wobei von einem Luftverdichter verdichtete Luft zugeführt wird. Das in der Brennkammer durch die Verbrennung des Brennstoffs erzeugte, unter hohem Druck und unter hoher Temperatur stehende Arbeitsmedium wird dabei über eine der Brennkammer nachgeschaltete Turbineneinheit geführt, wo es sich arbeitsleistend entspannt. Zur Führung des Heißgasstroms in die Turbineneinheit hinein sind dabei eine Anzahl geeigneter heißgasführender Komponenten, beispielsweise die Brennkammer an sich oder deren Auströmbereich sowie dieser nachgeschaltete, in die Turbineneinheit mündende Übergangsstücke vorgesehen.

[0003] Zur Erzeugung der Rotationsbewegung der Turbinenwelle sind dabei an dieser eine Anzahl von üblicherweise in Schaufelgruppen oder Schaufelreihen zusammengefassten Laufschaufeln angeordnet, die über einen Impulsübertrag aus dem Arbeitsmedium die Turbinenwelle antreiben. Zur Führung des Arbeitsmediums in der Turbineneinheit sind zudem üblicherweise zwischen benachbarten Laufschaufelreihen mit dem Turbinengehäuse verbundene Leitschaufelreihen angeordnet.

[0004] Bei der Auslegung derartiger Gasturbinen ist zusätzlich zur erreichbaren Leistung üblicherweise ein besonders hoher Wirkungsgrad ein Auslegungsziel. Eine Erhöhung des Wirkungsgrades lässt sich dabei aus thermodynamischen Gründen grundsätzlich durch eine Erhöhung der Austrittstemperatur erreichen, mit dem das Arbeitsmedium aus der Brennkammer ab- und in die Turbineneinheit einströmt. Daher werden Temperaturen von etwa 1200 °C bis 1300 °C für derartige Gasturbinen angestrebt und auch erreicht.

[0005] Bei derartig hohen Temperaturen des Arbeitsmediums sind jedoch die diesem ausgesetzten Komponenten und Bauteile hohen thermischen Belastungen ausgesetzt. Um dennoch bei hoher Zuverlässigkeit eine vergleichsweise lange Lebensdauer der betroffenen Komponenten zu gewährleisten, ist üblicherweise eine Kühlung der betroffenen Komponenten, insbesondere von Lauf- und/oder Leitschaufeln der Turbineneinheit oder auch von den genannten heißgasführenden Kom-

ponenten, vorgesehen. Diese betroffenen Komponenten, insbesondere die heißgasführenden Komponenten wie Brennkammerwände oder Übergangsstücke, sind daher üblicherweise kühlbar ausgebildet, wobei insbesondere eine wirksame und zuverlässige Kühlung der Strömungsraum des Heißgases unmittelbar begrenzenden Komponentenwände sichergestellt sein soll. Zur Kühlung weist die betroffene Außenwand der jeweiligen Komponente dabei üblicherweise einen in das Wandmaterial integrierten Kühlkanal zur Beaufschlagung mit einem Kühlmittel wie beispielsweise Luft oder Dampf auf.

[0006] Auf diese Weise ist mit vergleichsweise einfachen Mitteln ein zuverlässiges Kühlsystem für die jeweilige Komponentenwand bereitstellbar, wobei auch thermisch besonders belastete Zonen der Komponente geeignet mit Kühlmittel beaufschlagbar sind. Dabei kann sich jedoch als problematisch erweisen, dass im Hinblick auf die zur strukturellen Stabilität erforderlichen Wandstärken die für die Kühlkanäle erreichbaren Strömungsquerschnitte nur begrenzt sind. Ein zu gering bemessener Strömungsquerschnitt kann dabei unter anderem dazu beitragen, dass der Strömungswiderstand bei der Durchströmung des Kühlmittels durch den Kühlkanal unerwünscht hoch ist, was sich wirkungsgradmindernd auswirken kann. Um diesen Nachteil zu begrenzen, könnte allgemein die Durchflussrate des Kühlmittels herabgesetzt werden, was andererseits aber wieder die angestrebte Kühlwirkung nachteilig beeinträchtigt.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Gasturbine der oben genannten Art anzugeben, bei der selbst im Hinblick auf das beschränkte Platzangebot und einen aus Wirkungsgradgründen angestrebten niedrigen Druckverlust eine ausreichende Kühlwirkung an den thermisch besonders belasteten Bereichen der jeweiligen Komponente sicher erzielt werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem zumindest einer der in die Außenwand der jeweiligen Komponente integrierten Kühlkanäle an seiner vom Heißgas-Strömungsraum abgewandten Innenwand mit turbulenz erzeugenden Strukturelementen versehen ist.

[0009] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass zur Gewährleistung einer ausreichenden Kühlwirkung an den genannten Komponenten bei akzeptablem Druckverlust grundsätzlich als Auslegungsziel für die jeweiligen Kühlkanäle die Maximierung des Kennwerts $\text{Wärmeübertrag}/(\text{Druckverlust})^n$ berücksichtigt werden sollte, wobei der Exponent n ein von der jeweiligen Komponente und deren spezifischen Einsatzbedingungen abhängiger Koeffizient ist. Die als Auslegungsziel zugrunde gelegte Maximierung dieses Kennwerts kann durch Maximierung des Wärmeübertragungskoeffizienten der Oberfläche des jeweiligen Kühlkanals begünstigt werden. Um einen besonders großen Wert dieses Wärmeübertragungskoeffizienten zu erhalten, sollte die Innenwand des jeweiligen Kühlkanals mit turbulenz erzeugenden Strukturen versehen sein, um durch die damit im Kühlkanal strömenden Kühlmittel erzeugten Turbulenzen einen besonders innigen Kontakt zwi-

schen Kühlmittel und Kanalwand und somit einen besonders effektiven Wärmeaustausch zwischen Kanalwand und Kühlmittel zu gewährleisten. Gerade über die gezielte Erzeugung von Turbulenzen oder Wirbeln im Kühlmittel ist dieser hohe Wärmeübertrag dabei erreichbar, ohne dass gleichzeitig ein allzu hoher Druckverlust im Kühlmittel in Kauf zu nehmen ist. Um bei einer derartigen Anordnung ein vergleichsweise homogen verlaufendes Temperaturprofil unter Vermeidung zu hoher durch Temperaturunterschiede induzierter thermischer Spannungen in den Materialien zu erreichen, sollte ein derartig hoher wandseitiger Wärmeübertrag aber nicht für diejenige Kanalwand, die ihrerseits unmittelbar mit der Heißgaszone in Berührung steht, sondern vielmehr gezielt für die dieser gegenüberliegende Kanalwand vorgesehen sein. Damit ist ein zu hoher Temperaturgradient im Wandmaterial sicher vermieden.

[0010] Eine besonders dünne Kanalwand zwischen Kühlkanal und Heißgas-Strömungsraum kann erreicht werden, wenn diejenige Wand des Kühlkanals, welche dem Heißgas-Strömungsraum zugewandt ist, frei von turbulenz erzeugenden Strukturen ist.

[0011] Der gewünschte hohe Wärmeübertrag zwischen Kühlmittel und Kanalwand ist in vorteilhafter Ausgestaltung erreichbar, indem als turbulenz erzeugende Strukturelemente an die jeweilige Kanalwand oder Wandzone angeformte Mischerflossen, Rippenstrukturen oder andere geeignet gewählte, aus dem Wandmaterial in den Strömungsbereich des Kühlmittels hineinragende Strukturelemente vorgesehen sind. In besonders vorteilhafter Ausgestaltung sind als turbulenz erzeugende Strukturelemente aber lokale Wandvertiefungen, auch als so genannte "Dimples" oder konkave Einformungen in der Wandoberfläche bezeichnet, vorgesehen. Derartige lokale Wandvertiefungen oder "Dimples" können verschiedenartige Außenkonturen wie beispielsweise kreisförmig, quadratisch, dreieckig, hexagonal oder dergleichen, verschiedenartige Grundformen wie sphärisch, zylindrisch oder der gleichen, und Geometrieparameter, wie Einprägertiefen, effektiver Oberflächenanteil und dergleichen, aufweisen. Im Vergleich zu anderen turbulenz erzeugenden Strukturelementen haben derartige Einprägungen oder lokale Wandvertiefungen insbesondere den Vorteil, dass durch derartige Strukturen der spezifische Wärmeübertrag an der Grenzfläche signifikant gesteigert werden kann, ohne dass dadurch der Druckverlust im besonderen Maße steigt. Insbesondere ist der für eine gewünschte Erhöhung des Wärmeübertrags in Kauf zu nehmende Druckverlust durch derartige lokale Wandvertiefungen im Vergleich zu aus der Wandfläche hervortretenden Strukturen üblicherweise nur etwa halb so groß.

[0012] Ein auch im Hinblick auf die bestimmungsgemäß im strömenden Kühlmittel erzeugten Wirbeln oder Turbulenzen besonders gleichmäßiger Strömungsverlauf und damit ein besonders gleichmäßiger Wärmeübertrag bei begrenztem Druckverlust ist erreichbar, indem die turbulenz erzeugenden Strukturelemente in weiterer

vorteilhafter Ausgestaltung in einem zugeordneten Oberflächenbereich der Innenwand in einer regelmäßigen Gitteranordnung angeordnet sind. Als Gitteranordnung ist dabei in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ein hexagonales Gitter vorgesehen, bei dem eine besonders hohe Packungs- oder Flächendichte der Strukturelemente erreichbar ist. Die turbulenz erzeugenden Strukturelemente sind dabei in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung in ihrer Außenkontur an die Gitterstruktur angepasst. Bei der Wahl eines Hexagonalgitters für die Gitteranordnung ist somit in dieser Ausgestaltung eine sechsecksförmige Außenkontur für die Strukturelemente vorgesehen.

[0013] In besonders vorteilhafter Ausgestaltung kommen die genannten turbulenz erzeugenden Strukturmittel in einem Kühlkanal einer Brennkammerwand oder eines der Brennkammer heißgasseitig nachgeschalteten Übergangsstücks der Gasturbine zum Einsatz.

[0014] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch die Anbringung turbulenz erzeugender Strukturelemente und insbesondere von konkaven Wandvertiefungen an der Innenwand eines in die Außenwand der heißgasführenden Komponente integrierten Kühlkanals bei begrenztem Druckverlust ein besonders hoher Wärmeübertrag und somit selbst bei nur begrenztem Platzangebot für das Kühlsystem eine besonders wirksame Kühlung auch thermisch hoch belasteter Zonen gewährleistet werden kann. Insbesondere durch die Anordnung dieser Strukturelemente an der vom Heißgas-Strömungsraum abgewandten Innenwand des Kühlkanals ist dabei zudem ein zu hoher Temperaturgradient im Wandmaterial unmittelbar benachbart zum Strömungsraum des Heißgases sicher vermieden.

[0015] Zur Herstellung der Oberflächenstrukturen kommen grundsätzlich verschiedene geeignete Verfahren in Betracht, wie beispielsweise Gießen, Ätzen, spanabhebende Bearbeitung, Kaltverformung durch Pressen oder dergleichen. Im Hinblick auf die möglicherweise begrenzte Zugänglichkeit der betroffenen Oberflächen im Innenwandbereich der Kühlkanäle besonders vorteilhaft ist aber in der Art einer so genannten Wölbstrukturierung die Herstellung durch die Nutzung einer "natürlichen Faltung", die Materialien unter geeigneten Umgebungsbedingungen unter Beaufschlagung mit externem hydrostatischen Druck aufweisen.

[0016] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

FIG 1 einen Halbschnitt durch eine Gasturbine,

FIG 2 einen Ausschnitt aus einem Längsschnitt der Gasturbine nach FIG 1 mit der Darstellung eines Kühlkanals in einer Außenwand einer Brennkammer, und

FIG 3 einen Ausschnitt aus der Oberfläche einer Innenwand des Kühlkanals nach FIG 2.

[0017] Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0018] Die Gasturbine 1 gemäß FIG 1 weist einen Verdichter 2 für Verbrennungsluft, eine Brennkammer 4 sowie eine Turbine 6 zum Antrieb des Verdichters 2 und eines nicht dargestellten Generators oder einer Arbeitsmaschine auf. Dazu sind die Turbine 6 und der Verdichter 2 auf einer gemeinsamen, auch als Turbinenläufer bezeichneten Turbinenwelle 8 angeordnet, mit der auch der Generator bzw. die Arbeitsmaschine verbunden ist, und die um ihre Mittelachse 9 drehbar gelagert ist.

[0019] Die Brennkammer 4 ist mit einer Anzahl von Brennern 10 zur Verbrennung eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffs bestückt.

[0020] Die Turbine 6 weist eine Anzahl von mit der Turbinenwelle 8 verbundenen, rotierbaren Laufschaufeln 12 auf. Die Laufschaufeln 12 sind kranzförmig an der Turbinenwelle 8 angeordnet und bilden somit eine Anzahl von Laufschaufelreihen. Weiterhin umfasst die Turbine 6 eine Anzahl von feststehenden Leitschaufeln 14, die ebenfalls kranzförmig unter der Bildung von Leitschaufelreihen an einem Innengehäuse 16 der Turbine 6 befestigt sind. Die Laufschaufeln 12 dienen dabei zum Antrieb der Turbinenwelle 8 durch Impulsübertrag vom die Turbine 6 durchströmenden Arbeitsmedium M. Die Leitschaufeln 14 dienen hingegen zur Strömungsführung des Arbeitsmediums M zwischen jeweils zwei in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M gesehen aufeinander folgenden Laufschaufelreihen oder Laufschaufelkränzen. Ein aufeinander folgendes Paar aus einem Kranz von Leitschaufeln 14 oder einer Leitschaufelreihe und aus einem Kranz von Laufschaufeln 12 oder einer Laufschaufelreihe wird dabei auch als Turbinenstufe bezeichnet.

[0021] Jede Leitschaufel 14 weist eine auch als Schaufelfuß bezeichnete Plattform 18 auf, die zur Fixierung der jeweiligen Leitschaufel 14 am Innengehäuse 16 der Turbine 6 als Wandelement angeordnet ist. Die Plattform 18 ist dabei ein thermisch vergleichsweise stark belastetes Bauteil, das die äußere Begrenzung eines Heißgaskanals für das die Turbine 6 durchströmende Arbeitsmedium M bildet. Jede Laufschaufel 12 ist in analoger Weise über eine auch als Schaufelfuß bezeichnete Plattform 20 an der Turbinenwelle 8 befestigt.

[0022] Zwischen den beabstandet voneinander angeordneten Plattformen 18 der Leitschaufeln 14 zweier benachbarter Leitschaufelreihen ist jeweils ein Führungsring 21 am Innengehäuse 16 der Turbine 6 angeordnet. Die äußere Oberfläche jedes Führungsrings 19 ist dabei ebenfalls dem heißen, die Turbine 6 durchströmenden Arbeitsmedium M ausgesetzt und in radialer Richtung vom äußeren Ende 22 der ihm gegenüber liegenden Laufschaufel 12 durch einen Spalt beabstandet. Die zwischen benachbarten Leitschaufelreihen angeordneten Führungsringe 19 dienen dabei insbesondere als Abdeckelemente, die die Innenwand 16 oder andere Gehäuseeinbauteile vor einer thermischen Überbeanspruchung durch das die Turbine 6 durchströmende heiße Arbeits-

medium M schützt.

[0023] Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Gasturbine 1 für eine vergleichsweise hohe Austrittstemperatur des aus der Brennkammer 4 austretenden Arbeitsmediums M von etwa 1200 °C bis 1300 °C ausgelegt. Um dies zu ermöglichen, sind zumindest einige der Laufschaufeln 12 und der Leitschaufeln 14 ebenso wie als heißgasführende Komponenten die Außenwand 28 der Brennkammer 4 und ein dieser nachgeschaltetes Übergangsstück durch Kühlluft als Kühlmedium kühlbar.

[0024] Dazu sind, wie dies in der vergrößerten Darstellung in FIG 2 erkennbar ist, in die Außenwand 28 der Brennkammer 4 Kühlkanäle 32 integriert, die geeignet mit Kühlluft als Kühlmedium beaufschlagbar sind. Eine analoge Ausgestaltung ist auch für die Außenwand des der Brennkammer 4 nachgeschalteten Überströmstücks vorgesehen.

[0025] Bei der Auslegung und Ausgestaltung der in die Außenwand 28 der jeweiligen heißgasführenden Komponente integrierten Kühlkanäle 32 ist insbesondere berücksichtigt, dass gerade im Hinblick auf das durch die Wandstärke begrenzte Platzangebot für das Kühlsystem ein besonders hoher Wirkungsgrad der Kühlung unter möglichst begrenzt gehaltenem Druckverlust erreicht werden soll. Um dies zu ermöglichen, ist der jeweilige Kühlkanal 32 an seiner Innenwand mit turbulenz erzeugenden Strukturelementen 34 versehen, die bei nur begrenzter Erhöhung des Druckverlusts den Wärmeübergang vom im Kühlkanal 32 geführten Kühlmittel in die Wand hinein deutlich erhöhen. Wie der Darstellung in FIG 2 entnehmbar ist, sind diese turbulenz erzeugenden Strukturelemente 34 im Ausführungsbeispiel ausschließlich an der vom Heißgas-Strömungsraum 36 abgewandten Innenwand 38 des Kühlkanals 32 angeordnet. Die dem Heißgas-Strömungsraum 36 zugewandte Innenwand 40 des Kühlkanals 32 ist dabei im Ausführungsbeispiel frei von derartigen Strukturelementen gehalten, so dass ein zu hoher Temperaturgradient im Bereich zwischen dem Heißgas-Strömungsraum 36 und der diesem zugewandten Innenwand 40 des Kühlkanals 32 vermieden werden kann. Mit anderen Worten: die Innenwand 40 des Kühlkanals 32 ist glatt bzw. eben.

[0026] Wie der Darstellung eines Oberflächenabschnitts der Innenwand 38 des Kühlkanals 32 gemäß FIG 3 entnehmbar ist, sind die turbulenz erzeugenden Strukturelemente 34 im Ausführungsbeispiel als lokale Wandvertiefungen oder konkave Vertiefungen 42, so genannte "Dimples" ausgestaltet. Grundsätzlich können diese lokalen Vertiefungen beliebige geeignete Außenkonturen wie beispielsweise kreisförmig, quadratisch oder dergleichen aufweisen. Im Ausführungsbeispiel sind die Vertiefungen aber mit einer hexagonalen oder sechsecksförmigen Außenkontur versehen. Des Weiteren sind die Vertiefungen 42 in einer regelmäßigen Gitterstruktur an der Oberfläche angeordnet, wobei im Ausführungsbeispiel eine hexagonale Gitterstruktur gewählt ist. Damit sind die Vertiefungen 42 in ihrer Außenkontur

an die Gitterstruktur angepasst.

Patentansprüche

- 1.** Gasturbine (1) mit einer Anzahl von jeweils zu Laufschaukelreihen zusammengefassten, an einer Turbinenwelle (8) angeordneten Laufschaufeln (12) und mit einer Anzahl von jeweils zu Leitschaufelreihen zusammengefassten, mit einem Turbinengehäuse (16) verbundenen Leitschaufeln (14) sowie mit einer Anzahl von heißgasführenden Komponenten, in deren einen Heißgas-Strömungsraum (36) begrenzende Außenwand (28) jeweils eine Anzahl von Kühlkanälen (32) zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium integriert ist, wobei zumindest einer der Kühlkanäle (32) an seiner vom Heißgas-Strömungsraum (36) abgewandten Innenwand (38) mit turbulenz erzeugenden Strukturelementen (34) versehen ist.

5
10
15
20
- 2.** Gasturbine (1) nach Anspruch 1, bei der die Wand des Kühlkanals (32), welche dem Heißgas-Strömungsraum zugewandt ist, frei von turbulenz erzeugenden Strukturelementen ist.

25
- 3.** Gasturbine nach Anspruch 1 oder 2, bei der als turbulenz erzeugende Strukturelemente (34) Mischerflossen vorgesehen sind.

30
- 4.** Gasturbine nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der als turbulenz erzeugende Strukturelemente (34) lokale Wandvertiefungen (40) vorgesehen sind.

35
- 5.** Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die turbulenz erzeugenden Strukturelemente (34) in einem zugeordneten Oberflächenbereich der Innenwand (38) in einer regelmäßigen Gitteranordnung, vorzugsweise in der Art eines Hexagonalgitters, angeordnet sind.

40
- 6.** Gasturbine nach Anspruch 5, bei der die turbulenz erzeugenden Strukturelemente (34) in ihrer Außenkontur an die Gitterstruktur angepasst sind.

45
- 7.** Gasturbine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der die turbulenz erzeugenden Strukturelemente (34) in einem Kühlkanal (32) einer Brennkammerwand oder eines der Brennkammer (4) heißgasseitig nachgeschalteten Übergangsstückes (30) angeordnet sind.

50
55

FIG 1

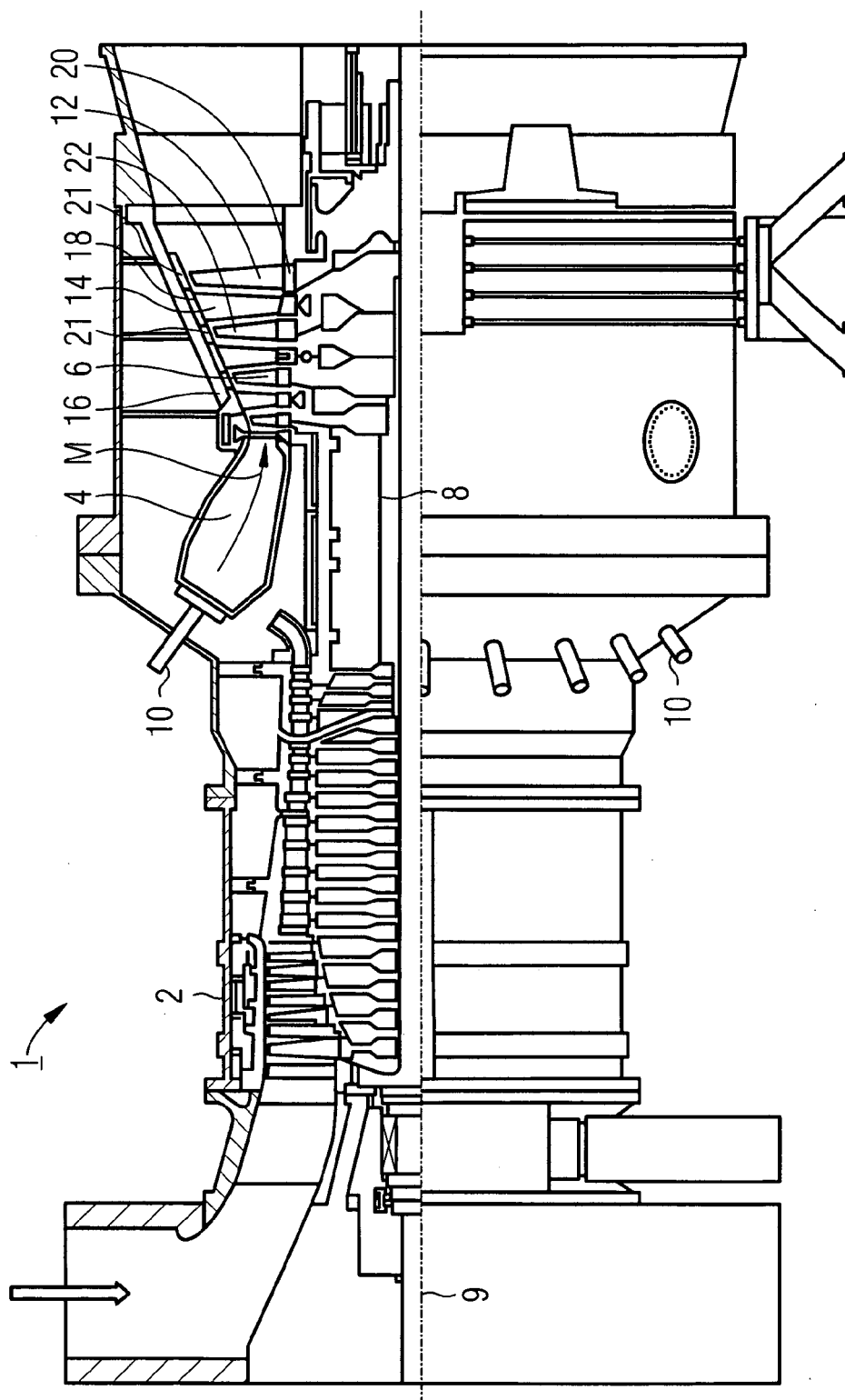


FIG 2

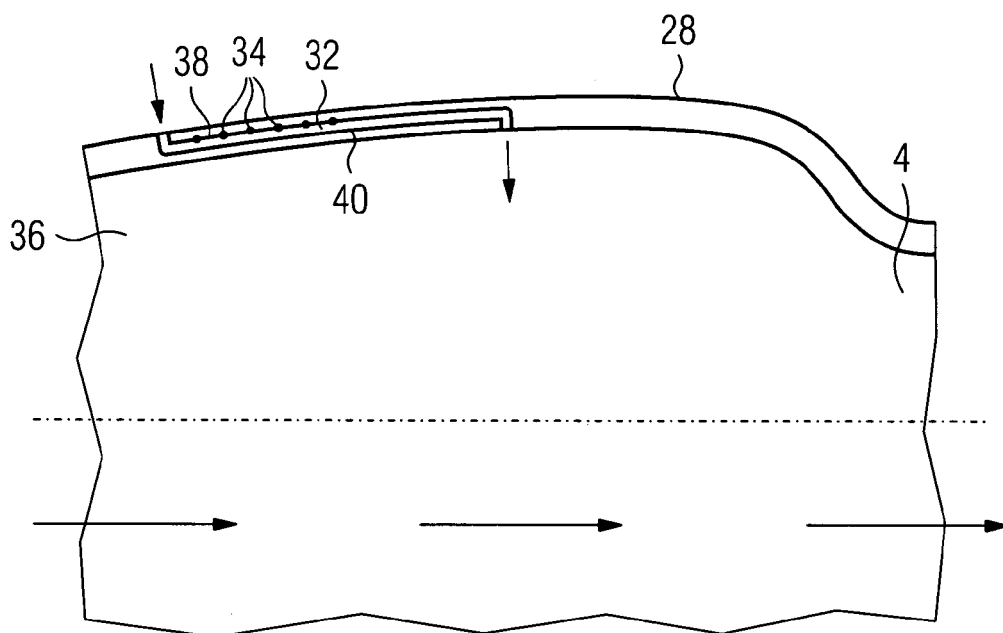
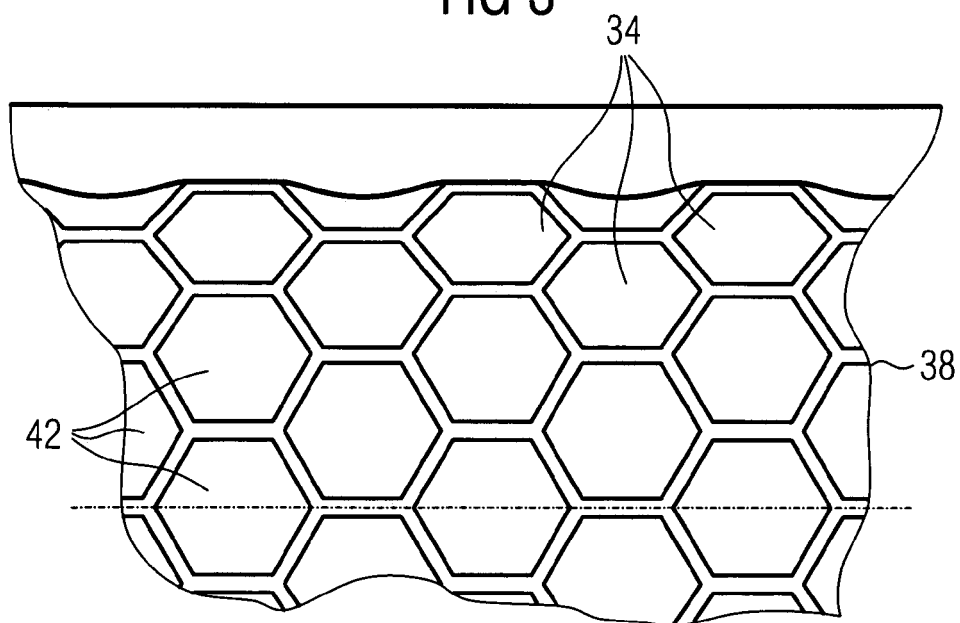


FIG 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 01 6761

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 400 750 A (GEN ELECTRIC [US]) 24. März 2004 (2004-03-24) * Absätze [0020] - [0022]; Abbildungen 3-7 *	1,2,4,5,7	INV. F23R3/00
X	DE 10 2005 038395 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 2. März 2006 (2006-03-02) * Absätze [0020], [0021], [0030]; Abbildungen 1,2,5,8 *	1,3,5-7	ADD. F01D9/02
X	US 2 648 519 A (SECONDO CAMPINI) 11. August 1953 (1953-08-11) * Spalte 5, Zeilen 37-55; Abbildungen 1,6 *	1,2,4-6	
X	US 6 098 397 A (GLEZER BORIS [US] ET AL) 8. August 2000 (2000-08-08) * Spalte 5, Zeilen 15-37; Abbildungen 2,5,7,8 *	1,2,4-7	
X	EP 0 974 735 A (GEN ELECTRIC [US]) 26. Januar 2000 (2000-01-26) * Absätze [0024], [0025]; Abbildung 2 *	1,2,4,5,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	EP 1 628 076 A (SIEMENS AG [DE]) 22. Februar 2006 (2006-02-22) * Absatz [0023]; Abbildungen 2-4 *	1,3-7	F01D F23R
X	DE 102 48 548 A1 (ALSTOM SWITZERLAND LTD [CH]) 29. April 2004 (2004-04-29) * Absatz [0022]; Abbildungen 7a,7b *	1,4-6	
X	US 4 642 993 A (SWEET ERVIN J [US]) 17. Februar 1987 (1987-02-17) * Spalte 6, Zeile 44 - Spalte 7, Zeile 58; Abbildungen 3,5 *	1,5-7	
	----- -/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 18. März 2008	
		Prüfer Steinhauser, Udo	
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 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)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 01 6761

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 6 408 628 B1 (PIDCOCK ANTHONY [GB] ET AL) 25. Juni 2002 (2002-06-25) * Spalte 4, Zeilen 45-55; Abbildungen 7,9,10 *	1,2,7	
X	US 4 184 326 A (PANE FRANCIS C JR [US] ET AL) 22. Januar 1980 (1980-01-22) * Spalte 3, Zeilen 1-30; Abbildung 2 *	1,2,7	
X	EP 1 143 107 A (GEN ELECTRIC [US]) 10. Oktober 2001 (2001-10-10) * Absätze [0011], [0012]; Abbildung 2 *	1,4,7	
A	EP 1 394 389 A (GEN ELECTRIC [US]) 3. März 2004 (2004-03-03) * Absatz [0009]; Abbildungen 1-3 *	1-7	
A	US 4 064 300 A (BHANGU JAGNANDAN KUMAR) 20. Dezember 1977 (1977-12-20) * Abbildungen 4,5 *	3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		18. März 2008	Steinhauser, Udo
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 07 01 6761

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-03-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1400750 A	24-03-2004	JP 2004108770 A KR 20040025615 A US 2004050059 A1	08-04-2004 24-03-2004 18-03-2004
DE 102005038395 A1	02-03-2006	CN 1740640 A JP 2006063984 A US 2006042255 A1	01-03-2006 09-03-2006 02-03-2006
US 2648519 A	11-08-1953	KEINE	
US 6098397 A	08-08-2000	EP 1019658 A1 JP 2002517673 T WO 9964791 A1	19-07-2000 18-06-2002 16-12-1999
EP 0974735 A	26-01-2000	JP 2000130760 A US 6237344 B1	12-05-2000 29-05-2001
EP 1628076 A	22-02-2006	KEINE	
DE 10248548 A1	29-04-2004	AU 2003301451 A1 WO 2004035992 A1	04-05-2004 29-04-2004
US 4642993 A	17-02-1987	BR 8602139 A CA 1263814 A1 DE 3672389 D1 EP 0202050 A1 JP 62000733 A	13-01-1987 12-12-1989 09-08-1990 20-11-1986 06-01-1987
US 6408628 B1	25-06-2002	DE 60029900 T2 EP 1098141 A1	15-03-2007 09-05-2001
US 4184326 A	22-01-1980	KEINE	
EP 1143107 A	10-10-2001	CZ 20004015 A3 JP 2001289061 A KR 20010096514 A US 6412268 B1	14-11-2001 19-10-2001 07-11-2001 02-07-2002
EP 1394389 A	03-03-2004	CN 1478993 A JP 2004093107 A KR 20040019873 A US 2004040280 A1	03-03-2004 25-03-2004 06-03-2004 04-03-2004
US 4064300 A	20-12-1977	DE 2630629 A1 FR 2318313 A1 GB 1550368 A	20-01-1977 11-02-1977 15-08-1979

EPO FORM P0461

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

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 07 01 6761

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

18-03-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4064300	A	JP 1166093 C	08-09-1983
		JP 52013015 A	01-02-1977
		JP 57061974 B	27-12-1982

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