

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 731 711 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.12.2006 Patentblatt 2006/50

(51) Int Cl.:
F01D 5/14 (2006.01) F01D 9/02 (2006.01)
F01D 11/00 (2006.01) F23R 3/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 05012555.8

(22) Anmeldetag: 10.06.2005

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

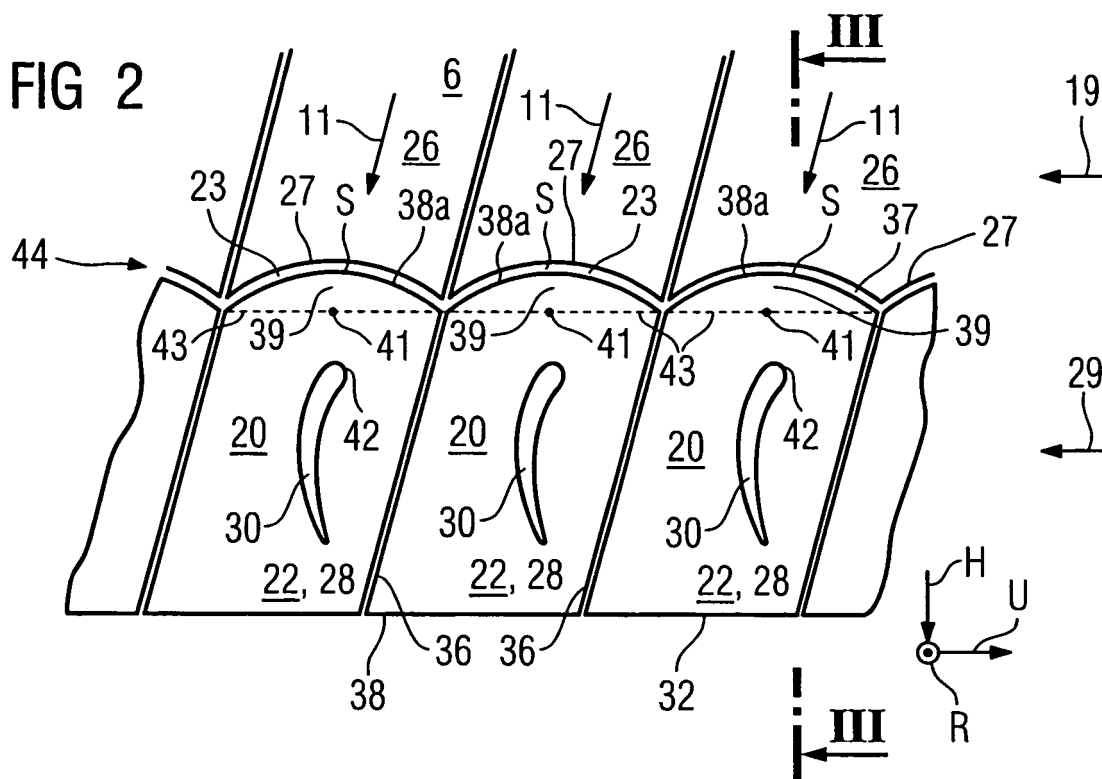
(72) Erfinder:
• Herz, Margarete
45144 Essen (DE)
• Tertilt, Marc
45529 Hattingen (DE)

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

(54) **Übergang zwischen Brennkammer und Turbineneinheit, Hitzeschild und Turbinenleitschaufel für eine Gasturbine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Turbinenleitschaufel (22) für eine Gasturbine (1), mit einem Schaufelprofil (30), welches von einem in einer Hauptströmungsrichtung (H) strömenden Heißgas (11) an einer Vorderkante (42) anströmbar ist, mit einer sich quer zum Schaufelprofil (30) erstreckenden Plattform (20). Um eine Turbi-

nenleitschaufel (22) anzugeben, mit der das Eindringen von Heißgas (11) in den von zwei Wandbegrenzungen einer stationären Gasturbine geformten Dehnungsspalt (23) erschwert wird, wird vorgeschlagen, dass die erste Querkante (38a), die stromaufwärts angeordnet ist, einen gebogenen Verlauf (37) aufweist.



EP 1 731 711 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Turbinenleitschaufel für eine Gasturbine, mit einem Schaufelprofil, welches von einem in einer Hauptströmungsrichtung strömbar

[0002] Aus der WO 1999/30008 A1 ist eine axial durchströmte, stationäre Gasturbine mit einer gattungsgemäßen Turbinenleitschaufel bekannt. Die Gasturbine weist eine Brennkammer für ein Heißgas auf, die an ihrem abströmseitigen Ende in einen ringförmigen Heißgaskanal übergeht, in der die an Leitschaufelträgern befestigten Turbinenleitschaufeln der ersten Turbinenstufe angeordnet sind. Aufgrund der Anordnung der Komponenten von Brennkammer, Leitschaufelträger sowie Turbinenleitschaufeln und deren Befestigung zueinander bzw. untereinander ist am Übergang von Brennkammer zum Heißgaskanal ein Dehnungsspalt erforderlich, welcher deren temperaturbedingten Dehnungen kompensieren muss.

[0003] Die Komponenten können derart große Verschiebewege zurücklegen bzw. weisen derart große Relativbewegungen zueinander auf, dass die vorgesehene aktive Abdichtung des zur Drehachse des Rotors konzentrischen Dehnungsspalt mit Dichtmitteln zwar vorgesehen ist, jedoch alleine meist nicht ausreichend und betriebssicher ist. Um den Einzug von Heißgas in den zwischen der Brennkammerwand und den Plattformen der Turbinenleitschaufeln geformten Dehnungsspalt sicher zu vermeiden, wird zusätzlich aus einem rückseitig der Plattformen und der Brennkammerwand vorgesehenen Rückraum Sperrluft durch den Dehnungsspalt in den Heißgaskanal ausgeblasen.

[0004] Nachteilig ist jedoch hierbei, dass sich im Bereich des Dehnungsspalt im Heißgas lokale Staupunkte mit einem Staudruck einstellen können, der den Druck der Sperrluft übersteigt. Es kann in diesen Fällen somit zu Heißgaseinzug kommen, d.h. Heißgas kann an diesen Stellen in den Dehnungsspalt eindringen und den hinter den Plattformen bzw. Brennkammerwänden gebildeten Rückraum bereichsweise aufheizen, so dass dort die sonst gekühlten Komponenten durch Überhitzung beschädigt werden können. Dies hat ggf. Bauteilversagen und Ausfallzeiten der Gasturbine zur Folge.

[0005] Da zudem der Sperrluftdruck größer sein muss als der maximale Staudruck entlang des Dehnungsspalt, wird an den Stellen des Dehnungsspalt mit einem niedrigeren Druck im Heißgas eine übergroße Menge an

Sperrluft ausgeblasen, was den Wirkungsgrad der Gasturbine unnötig vermindert.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist die Berechnung, Herstellung und Schaffung einer Turbinenleitschaufel, mit der das Eindringen von Heißgas in den von zwei Heißgasbegrenzungen geformten Dehnungsspalt erschwert wird. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, zur Erhöhung des Wirkungsgrades der Gasturbine, einen verbesserten Übergangsbereich zwischen einer Brennkammer und einer Turbineneinheit einer Gasturbine anzugeben. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, die Standzeiten von Turbinenleitschaufeln weiter zu verbessern. Zudem ist es Aufgabe der Erfindung die Verwendung einer Turbinenleitschaufel anzugeben.

[0007] Die Erfindung schlägt zur Lösung der auf die Turbinenleitschaufel gerichteten Aufgabe vor, eine eingangs genannte Turbinenleitschaufel so zu gestalten, dass deren erste Querkante einen gebogenen Verlauf aufweist, wodurch sich die Plattformfläche konvex, d.h. entgegen der Hauptströmungsrichtung erstreckt.

[0008] Die Lösung geht von der Erkenntnis aus, dass aufgrund der Verblockung des Heißgaskanals einer axial durchströmten, stationären Gasturbine durch die Schaufelprofile der Turbinenleitschaufeln der ersten Turbinenstufe stromaufwärts der Schaufelprofile sich ein wandnaher Druckverlauf im Heißgas einstellt, der im ringförmigen Heißgaskanal entlang einer zur Drehachse des Rotors konzentrischen Kreisbahn ungleichmäßig ist. In Hauptströmungsrichtung des Heißgases gesehen stellen sich nämlich vor den Schaufelprofilen Staupunkte mit jeweils lokal erhöhtem Druck ein. In den zwischen den Staupunkten liegenden, ebenfalls auf der Kreisbahn befindlichen Zwischenpunkten ist der Druck im Heißgas geringer. Da die wandnahen Staupunkte im Bereich des Dehnungsspalt liegen, stellen deren lokale Druckerhöhungen für die aus dem Dehnungsspalt strömende Sperrluft Strömungswiderstände dar, die die Sperrluft gemäß dem Prinzip des geringsten Widerstandes vermehrt an den Stellen ausströmt lässt, an denen der geringste bzw. ein geringerer Druck im Heißgas herrscht, also zwischen den Staupunkten. Im Bereich der Staupunkte des Heißgases strömt demgemäß zu wenig Sperrluft aus, so dass nicht nur eine unzureichende Kühlung an diesen Staupunkten auftreten, sondern ggf. auch aufgrund des niedrigeren Drucks Heißgas in den Dehnungsspalt einströmen und Schäden bzw. Defekte an der Turbinenleitschaufel oder anderen, hinter den Plattformen bzw. der Brennkammerwand im Rückraum liegenden Komponenten verursachen kann. Um den Heißgaseinzug zu erschweren und zu verhindern, ist die erste Querkante der umlaufenden Kante der Plattform, welche dem anströmenden Heißgas zugewandt ist, teilweise entgegen der Hauptströmrichtung vergrößert worden, d.h. die Plattform kann zumindest im Bereich der Vorderkante entgegen der Hauptströmungsrichtung verlängert werden, indem ein gebogener Verlauf der ersten Querkante realisiert wird.

[0009] Den ersten Querkanten der Plattformen der

Turbinenleitschaufeln der ersten Turbinenstufe liegt das austrittsseitige Ende der Brennkammer unter Bildung des Dehnungsspalt gegenüber. Dieses Ende der Brennkammer ist an den wellenförmigen Verlauf, welcher durch die in Umfangrichtung gesehene Aneinanderreihung mehrerer ersten Querkanten benachbarter Turbinenleitschaufeln der ersten Turbinenstufe der Turbineneinheit geformt wird, angepasst und verläuft somit stets parallel. Mit anderen Worten: entsprechend der konvexen Querkante der Plattform weist die dieser gegenüberliegende Auskleidung bzw. Wand der Brennkammer eine dazu korrespondierende, zurückziehende konkave Kontur auf. Zudem können auch Dichtmittel im Dehnungsspalt vorgesehen sein, die das Eindringen von Heißgas in den Rückraum weiter erschweren können.

[0010] Die gebogene, stromaufwärts liegende, erste Querkante vergrößert die Plattformfläche konvex, d.h. entgegen der Hauptströmungsrichtung. Die im Heißgas vor jeder Vorderkante liegenden Staupunkte mit vergleichsweise höchstem Druck liegen somit oberhalb oder im Bereich der Plattformfläche weisen, oder mit anderen Worten ausgedrückt: die auf die Lage der Staupunkte parallel zur Vorderkante des Schaufelprofils (Radialrichtung) durchgeführte Projektionen liegt auf der Plattformfläche. Hierdurch wird erreicht, dass die durch die lokale Stauung des Heißgases hervorgerufene lokale Druckerhöhung im Bereich der Plattform liegt, und nicht wie beim Stand der Technik, im Bereich des Dehnungsspalt. Somit kann die Distanz zwischen den Staupunkten und dem Dehnungsspalt vergrößert werden, so dass der dazwischen liegende Druckgradient verkleinert wird. Dies bewirkt eine verbesserte Verteilung, d.h. eine Vergleichsmäßigung der ausströmenden Sperrluft entlang des Dehnungsspalt.

[0011] Durch eine erfindungsgemäße Turbinenleitschaufel wird ihre Standzeit erhöht und die Ausfallzeit der Gasturbine, die mit einer solchen Turbinenleitschaufel ausgestattet ist, reduziert.

[0012] Mit der Erfindung wird zudem zur Einsparung von ausgeblasener Sperrluft somit ein in einem Übergangsbereich zwischen austrittsseitigem Ende der Brennkammer und einem eintrittsseitigen Ende eines ringförmigen Heißgaskanals der Turbineneinheit vorgesehener umlaufender Dehnungsspalt vorgeschlagen, der in Umfangsrichtung derart wellenförmig verläuft, dass dieser im Bereich vor jedem Schaufelprofil weiter stromaufwärts verläuft als im Bereich zwischen zwei benachbarten Schaufelprofilen.

[0013] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Turbinenleitschaufel werden durch die abhängigen Patentansprüche angegeben.

[0014] Um eine besonders wirksame Vorrichtung zur Vermeidung des Heißgaseinzuges im Bereich der anströmseitigen ersten Querkanten zu erzielen, verläuft in einer vorteilhaften Weiterbildung der Turbinenleitschaufel die erste Querkante entlang einer sich beim Betrieb der Gasturbine im Heißgas einstellenden Druckniveaulinie, entlang der ein identischer Druck des Heißgases

herrscht. Es ergibt sich somit in Umfangrichtung gesehen ein wellenförmiger Dehnungsspaltverlauf, an dem sich ein gleich großer Gradient zwischen Sperrluftdruck und Heißgasdruck einstellt, so dass die Sperrluft an jeder Stelle auf einen etwa gleich großen Strömungswiderstand bzw. Gegendruck trifft und in gleichen Mengen entlang des Dehnungsspalt ausströmt. Dadurch wird über die gesamte Länge des Dehnungsspalt das Eindringen von Heißgas wirksam verhindert.

[0015] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung fluchtet in Hauptströmungsrichtung gesehen der Scheitelpunkt des konvexen Verlaufs der ersten Querkante mit der Vorderkante des Schaufelprofils. Es kann durch eine solche symmetrische Anordnung des konvexen Verlaufs dieser an die Druckniveaulinie des Heißgases besonders einfach angepasst werden.

[0016] Eine bevorzugte Weiterbildung ist gegeben, wenn die Plattform im Bereich der ersten Querkante eine Stirnseite aufweist, die in Hauptströmungsrichtung ballig geformt ist. Darüber hinaus ist die der Stirnseite der Plattform gegenüberliegende stirnseitige Brennkammerwand nahezu parallel dazu geformt, so dass der Dehnungsspalt in Radialrichtung betrachtet eine Krümmung in Hauptströmungsrichtung aufweist. Dies ist von besonderem Vorteil, da das sich in den Randbereichen des Schaufelblatts teilweise anstauende Heißgas entlang der Plattform zurückströmt. Der sich dazu in entgegengesetzter Richtung, also in Hauptströmungsrichtung erstreckende Dehnungsspalt erschwert das Einströmen des Heißgases in den Dehnungsspalt, da für das Einströmen der plattformnahen Strömung in den Dehnungsspalt eine weitere Richtungsumkehr erforderlich wäre.

[0017] Die auf die Verwendung einer Turbinenleitschaufel gerichtete Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 5, die auf die Bereitstellung eines Übergangsbereiches gerichtete Aufgabe durch die Merkmale des Anspruch 6 und die auf das Verfahren zur Berechnung und Herstellung einer Turbinenleitschaufel gerichteten Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 8 gelöst.

[0018] Die auf die Turbinenleitschaufel gerichteten Vorteile gelten demgemäß auch für den Übergangsbereich einer Gasturbine, für das Verfahren und für die Verwendung der Turbinenleitschaufel.

[0019] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Gasturbine in einem Längsteilschnitt,

Fig. 2 einen Ausschnitt einer Abwicklung des Übergangs einer Brennkammer in einen Heißgaskanal mit Leitschaufeln der ersten Turbinenstufe,

Fig. 3 einen Ausschnitt des Übergangs der Brennkammer in den Heißgaskanal mit Leitschaufeln der ersten Turbinenstufe mit einem Dehnungsspalt,

Fig. 4 einen Ausschnitt des Übergangs der Brennkammer in den Heißgaskanal mit Leitschaufeln der ersten Turbinenstufe mit einem alternativ geformten Dehnungsspalt und

Fig. 5 Druckverläufe des Heißgases und der Sperrluft entlang des Umfangs des Dehnungsspalt.

[0020] Die Fig. 1 zeigt eine Gasturbine 1 in einem Längsteilschnitt. Sie weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 2 drehgelagerten Rotor 3 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird. Entlang des Rotors 3 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 4, ein Verdichter 5, eine torusartige Ringbrennkammer 6 mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 7, eine Turbineneinheit 8 und ein Abgasgehäuse 9. Die Ringbrennkammer 6 bildet dabei einen Verbrennungsraum 17, der mit einem ringförmigen Heißgaskanal 18 kommuniziert. Dort bilden vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 10 die Turbineneinheit 8. Jede Turbinenstufe 10 ist aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines im der Ringbrennkammer 6 erzeugten Heißgases 11 gesehen, folgt im Heißgaskanal 18 einer Leitschaufelreihe 13 eine aus Laufschaufeln 15 gebildete Reihe 14. Die Leitschaufeln 12 sind dabei am Stator befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 15 einer Reihe 14 mittels einer Turbinenscheibe am Rotor 3 angebracht sind. An dem Rotor 3 ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt) angekoppelt.

[0021] Das austrittsseitige, d.h. stromabwärtige Ende 19 der Ringbrennkammer 6 mündet in das eintrittsseitige Ende 29 des ringförmigen Heißgaskanal 18, welcher radial innen und radial außen jeweils von den Plattformen 20 der Turbinenleitschaufeln 22 der ersten Turbinenstufe 10 begrenzt wird. Die Wand 21 der Ringbrennkammer 6 und die Plattformen 20 der Turbinenleitschaufeln 22 schließen als zwei unmittelbar axial benachbarte Wandelemente einen konstruktionsbedingten Dehnungsspalt 23 (Fig.2) ein, der konzentrisch zur Drehachse 2 der Gasturbine 1 an dem radial äußeren Übergang und/oder an dem radial inneren Übergang von Ringbrennkammer 6 zum Heißgaskanal 18 vorgesehen ist. Um diesen Dehnungsspalt 23 wirksam gegen den Einzug von Heißgas 11 zu sperren, wird neben dem Vorsehen von nicht dargestellten Dichtmitteln aus einem Rückraum 24 durch den Dehnungsspalt 23 in Richtung des Heißgaskanal 18 gekühlte Sperrluft 25 eingeblasen. Diese kann zudem zum Kühlen der Dichtmittel genutzt werden.

[0022] Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt des abgewinkelten Übergangs des Außenumfangs des Heißgaskanal 18 im Detail. Das austrittsseitige Ende 19 der Ringbrennkammer 6, welches beispielsweise von keramischen oder metallischen Hitzeschilden 26 oder metallischen Linern begrenzt ist, liegt dem eintrittsseitigen Ende des Heißgaskanal 18 gegenüber, welcher von den Plattformen 20 der Turbinenleitschaufeln 22 der ersten Turbinenstufe 10 radial begrenzt ist. Dabei kann es sich sowohl um die äußere Brennkammerwand 21a mit den äü-

ßeren Plattformen 20b als auch um die innere Brennkammerwand 21b mit den inneren Plattformen 20b handeln (Fig. 3). Senkrecht auf der Oberfläche 28 der Plattform 20 jeder Turbinenleitschaufel 22 erstreckt sich ein Schaufelprofil 30 in Radialrichtung R. Die Umfangsrichtung ist mit U bezeichnet.

[0023] Die Plattformen 20 weisen eine umlaufende Kante 32 auf, welche sich aus zwei längs der Hauptströmungsrichtung H erstreckenden Längskanten 36 und zwei quer dazu verlaufenden Querkanten 38 zusammensetzt. Die in Strömungsrichtung des Heißgases 11 stromaufwärts angeordnete erste Querkante 38a weist, bezogen auf die Plattformoberfläche 28, eine gebogene, vorzugsweise konvexe Kontur 39 auf, deren Scheitelpunkt S, in Hauptströmungsrichtung H gesehen, mit einer Vorderkante 42 des Schaufelprofils 30 fluchtet. Da sich die Turbinenleitschaufeln 22 einer Turbinenstufe 10 auf einen Ring liegend kranzförmig erstrecken, ergibt sich aufgrund der gebogenen ersten Querkanten 38a in Umfangsrichtung U ein wellenförmiger Verlauf 37 des Dehnungsspalt 23. Der Dehnungsspalt 23 weist über seine in Umfangsrichtung U erstreckende Ausdehnung ein konstantes Spaltmaß auf, da das der ersten Querkante 38a gegenüberliegende, austrittsseitige Ende 19 der Ringbrennkammer 6 dementsprechend abschnittsweise konkav verläuft, d.h. jedes am austrittsseitigen Ende 19 der Ringbrennkammer 6 vorgesehene keramische oder metallische Hitzeschild 26 weist eine konkav verlaufende Stirnseitenkontur bzw. Querkante 27 auf, welche den konvexen Querkanten 38a der Plattformen 26 gegenüberliegt. Alternativ dazu könnte auch ein umlaufendes Zwischenelement zwischen den Hitzeschilden 26 und den Plattformen 10 vorgesehen sein, welches heißgaskanalseitig einen welligen und brennkammerseitig einen geraden Verlauf bzw. Kontur aufweist.

[0024] Beim Betrieb der Gasturbine 1 strömt Heißgas 11 aus der Ringbrennkammer 6 in den Heißgaskanal 18 der Turbineneinheit 8 ein. Aufgrund von Stauungen des Heißgases 11 an den im Heißgaskanal 18 angeordneten Schaufelprofilen 30 der Turbinenleitschaufeln 22 der ersten Turbinenstufe 10 entstehen stromaufwärts auf einer zur Rotationsachse 2 der Rotors 3 konzentrischen Kreisbahn liegende Staupunkte 41, deren Drücke, verglichen mit dem ebenfalls auf der Kreisbahn liegenden Zwischenpunkten 35 erhöht sind. In den Zwischenpunkten 35 herrscht ein geringerer Druck, da von diesen Stellen aus das Heißgas 11 anschließend ungehindert stromabwärts zwischen den Schaufelprofilen 30 hindurchströmen kann.

[0025] Weil jede Plattform 20 entgegen der Hauptströmungsrichtung H des Heißgases 11, insbesondere im mittleren Bereich vor dem jeweiligen Schaufelprofil 30 verlängert worden ist, liegen die zur Vorderkante 42 parallelen Projektionen der Staupunkte 41 auf den Plattformoberflächen 28 und nicht im Bereich eines in Fig. 2 angedeuteten, aus dem Stand der Technik bekannten Dehnungsspalt 43.

[0026] In einer besonderen Ausgestaltung der Erfin-

dung ist der Verlauf 37 des Dehnungsspalt 23 in Umfangsrichtung U derart wellenförmig, dass dieser entlang einer Druckniveaulinie des Heißgases 11, entlang dem ein gleich großer Druck herrscht, so dass die aus dem Dehnungsspalt 23 strömende Sperrluft 25 in Umfangsrichtung U stets auf einen geringeren, jedoch entlang des Dehnungsspalt 23 betrachtet, gleichgroßen Gegen- druck anströmen kann. Folglich strömt entlang des Dehnungsspalt 23 überall annähernd gleich viel Sperrluft 25 aus. Der Einzug von Heißgas 11 in den Dehnungsspalt 23 wird somit an jeder Stelle des Dehnungsspalt 23 gleichermaßen wirksam verhindert.

[0027] Fig. 3 zeigt einen Schnitt gemäß der Schnittlinie III-III aus Fig. 2. Der Übergangsbereich 44 zwischen der Ringbrennkammer 6 und dem Heißgaskanal 18 ist in einem Ausschnitt dargestellt. Die Wände 21a, 21b der Ringbrennkammer 6 und die Plattformen 20a, 20b der Turbinenleitschaufeln 22 begrenzen den Strömungspfad für das Heißgas 11. Im äußeren Übergangsbereich 44 zwischen der Wand 21a und der Plattform 20a ist der konstruktionsbedingte Dehnungsspalt 23 konzentrisch zur Drehachse 2 der Gasturbine 1 geformt. Ebenso kann der Dehnungsspalt 23 an dem radial inneren Übergang von Ringbrennkammer 6 zum Heißgaskanal 18 gebildet sein. Um den im Übergangsbereich 44 befindlichen Dehnungsspalt 23 gegen das Eindringen von Heißgas 11 zu sperren, wird aus einem Rückraum 24 gekühlte Sperrluft 25 durch den Dehnungsspalt 23 in Richtung des Heißgaskanals 18 eingeblasen.

[0028] Fig. 4 zeigt einen Ausschnitt gemäß Fig. 3 in einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung. Der Dehnungsspalt 23a verläuft anfänglich in Radialrichtung und krümmt sich anschließend in einem Bogenbereich in Axialrichtung. Eine zweite, den Dehnungsspalt 23a mitformende Stirnseite der Brennkammerwandung verläuft dazu parallel. Die von den Schaufelprofilen 30 hervorgerufene Verblockung des Heißgaskanals 18 führt zu vor der Vorderkante 30 des Schaufelprofils 30 angeordneten Staupunkten 41. In Plattformnähe, am radial äußeren und inneren Rand des Heißgaskanals 18, entstehen ferner in der Heißgasströmung Verwirbelungen 46, die über den Dehnungsspalt 23a hinweg zurück strömen können. Durch den dazu entgegengesetzt gekrümmten Dehnungsspalt 23a wird das Eindringen von Heißgas 11 weiter erschwert. Somit weist jede Plattform 20 eine stromaufwärts liegende erste Querkante 38a auf, dessen zur Brennkammerwand zugewandte Stirnseite 40 in Hauptströmungsrichtung H gebogen ist.

[0029] Fig. 5 zeigt ein Diagramm mit einem Druckverlauf 50 des Heißgases 11 entlang des aus dem Stand der Technik bekannten Dehnungsspalt 43 (Fig. 2) stromaufwärts der Vorderkante 42 des Schaufelprofils 30 der ersten Turbinenstufe 10 der stationären Gasturbine 1. Der Dehnungsspalt 43 verläuft aufgrund gradliniger Querkanten der Plattformen der Turbinenleitschaufeln entlang des Umfangs U auf einer Kreisbahn, deren Mittelpunkt mit der Rotationsachse 2 zusammenfällt. Vor den Schaufelprofilen 30 stellt sich beim Betrieb der Gas-

turbine 1 jeweils ein Staupunkt 41 mit einem lokalen Druckmaxima 51 ein, wogegen auf gleicher Höhe zwischen den Schaufelprofilen 30 der Druck im Heißgas 11 geringer ist.

[0030] Im Diagramm ist ebenfalls der Druckverlauf 52 der aus dem erfindungsgemäß in Umfangsrichtung U wellenförmig verlaufenden Dehnungsspalt 23 strömenden Sperrluft 25 eingezeichnet.

[0031] Es ist klar ersichtlich, dass im Bereich der Vorderkante 42 der Schaufelprofile 30 der Heißgasdruck 50 größer ist als der Sperrluftdruck 52 bei geradem, aus dem Stand der Technik bekannten Dehnungsspalt 43, so dass ggf. ein schädlicher Heißgaseinzug sich durch den Dehnungsspalt 43 einstellen kann.

[0032] Aufgrund der neuen Kontur der stromaufwärtigen ersten Querkante 38a der Plattform 20 und des wellenförmigen Verlaufs 37 des Dehnungsspalt 23 wird erreicht, dass der in Dehnungsspaltnähe befindliche Druck des Heißgases 11 - angedeutet durch die Linie 54 - annähernd konstant und kleiner als der Druck der Sperrluft 25 ist. Das Eindringen des Heißgases 11 in den Dehnungsspalt 23 kann somit vermieden und/oder der erforderliche Sperrluftstrom reduziert werden.

Patentansprüche

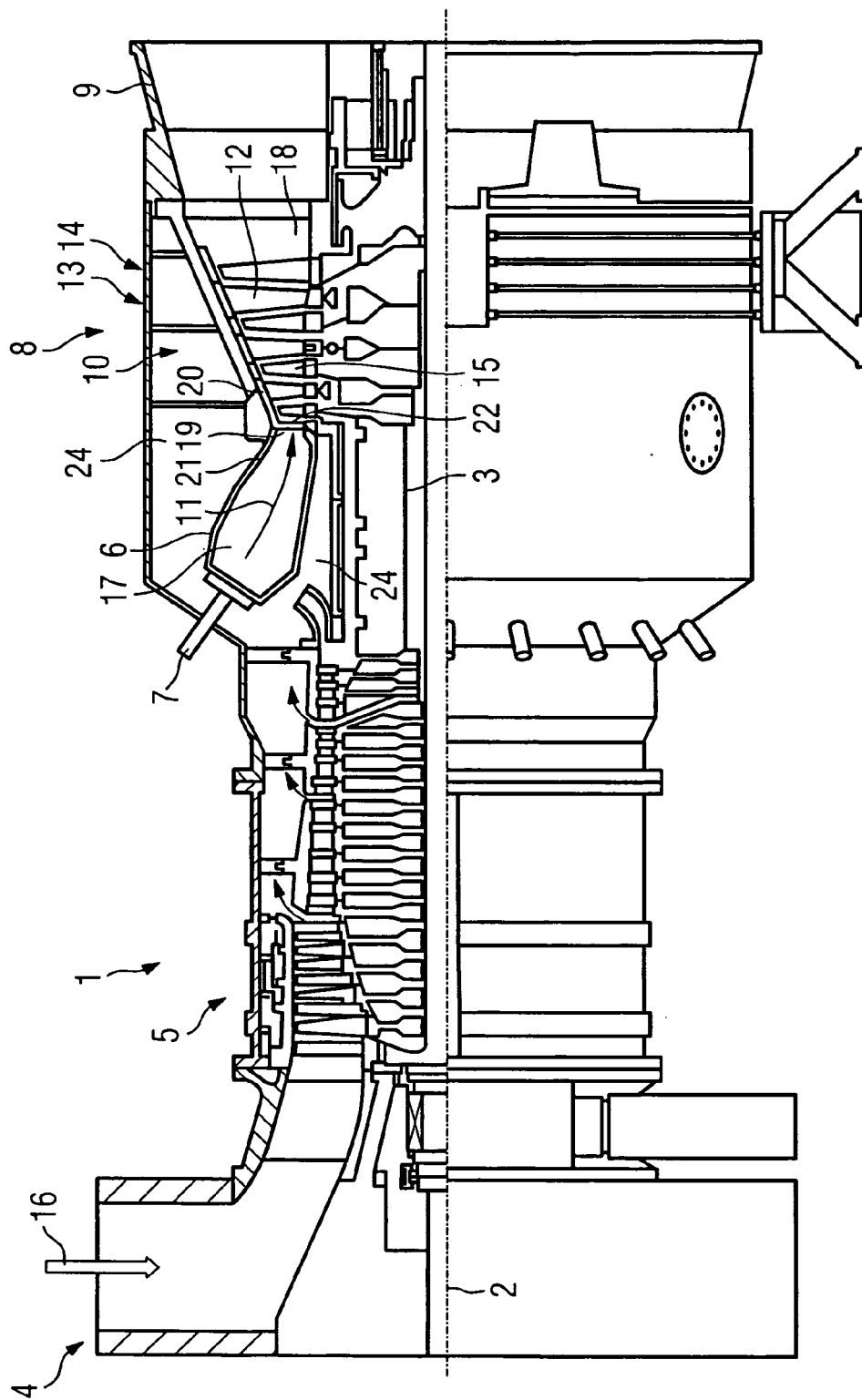
1. Turbinenleitschaufel (22) für eine Gasturbine (1), mit einem Schaufelprofil (30), welches von einem in einer Hauptströmungsrichtung (H) strömenden Heißgas (11) an einer Vorderkante (42) anströmbare ist, mit einer sich quer zum Schaufelprofil (30) erstreckenden Plattform (20), die eine von einer umlaufenden Kante (32) umschlossene, dem Schaufelprofil (30) zugewandte Plattformfläche (28) aufweist und bei der die umlaufende Kante (32) aus zwei in Hauptströmungsrichtung (H) verlaufenden Längskanten (36) sowie aus zwei quer dazu gerichteten Querkanten (38, 38a) gebildet ist, von denen eine erste Querkante (38a) stromaufwärts der Vorderkante (42) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Querkante (38a) einen gebogenen Verlauf (37) aufweist, durch den sich die Plattformfläche (28) konvex erstreckt.
2. Turbinenleitschaufel (22) nach Anspruch 1, bei der die erste Querkante (38a) entlang einer Druckniveaulinie des Heißgases (11) verläuft, entlang derer ein identischer Druck des Heißgases (11) herrscht.
3. Turbinenleitschaufel (22) nach Anspruch 1 oder 2, bei der der Scheitelpunkt (S) des konvexen Verlaufs (37) der ersten Querkante (28) in Hauptströmungsrichtung (H) mit der Vorderkante (42) des Schaufelprofils (30) fluchtet.

4. Turbinenleitschaufel (22) nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der die Plattform (20) im Bereich der ersten Querkante (38a) eine Stirnseite (40) aufweist, die in Hauptströmungsrichtung (H) ballig geformt ist.
5. Verwendung der Turbinenleitschaufel (22) nach einem der vorangehenden Ansprüche, in einer ersten Turbinenstufe (10) einer axial durchströmten, stationären Gasturbine (1).
6. Übergangsbereich (44) zwischen einer Brennkammer und einer Turbineneinheit (8) einer Gasturbine (1), mit einem austrittsseitigen Ende (19) der Brennkammer, dem stromabwärts, bezogen auf die Hauptströmrichtung (H) eines Heißgases (11), ein eintrittsseitiges Ende (29) eines ringförmigen Heißgaskanals (18) der Turbineneinheit (8) unter Bildung eines umlaufenden Dehnungsspalt (23) gegenüberliegt, wobei im Heißgaskanal (18) Schaufelprofile (30) vorgesehen sind und der Heißgaskanal (18) von Plattformen (20) radial begrenzt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Dehnungsspalt (23) in Umfangsrichtung (U) derart wellenförmig verläuft, dass dieser im Bereich vor jedem Schaufelprofil (30) weiter stromaufwärts verläuft als im Bereich zwischen zwei benachbarten Schaufelprofilen (30).
7. Hitzeschild (26) für den Übergangsbereich (44) zwischen einer Brennkammer und einer Turbineneinheit (8) einer Gasturbine (1), mit einer Querkante (27), die im eingebauten Zustand einer Plattform (20) einer Turbinenleitschaufel (22) der ersten Turbinenstufe (10) gegenüberliegt,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Querkante (27) einen gebogenen Verlauf aufweist, durch den sich die Hitzeschildoberfläche konkav zurückzieht.
8. Verfahren zur Berechnung und zur Herstellung einer Turbinenleitschaufel (22), mit einem Schaufelprofil (30), welches von einem in einer Hauptströmungsrichtung (H) strömenden Heißgas (11) an einer Vorderkante (42) anströmbar ist, mit einer sich quer zum Schaufelprofil (30) erstreckenden Plattform (20), die eine von einer umlaufenden Kante (32) umschlossene, dem Schaufelprofil (30) zugewandte Plattformfläche (28) aufweist, bei der die umlaufende Kante (32) aus zwei in Hauptströmungsrichtung (H) verlaufenden Längskanten (36) sowie aus zwei quer dazu gerichteten Querkanten (38, 38a) gebildet ist, von denen eine erste Querkante (38a) stromaufwärts der Vorderkante (42) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet,

dass jeder sich im anströmenden Heißgas (11) vor der Vorderkante (42) einstellende Staupunkt (41) berechnet und daraus der Verlauf (37) der Querkante (38a) ermittelt wird, dergestalt, dass bei einer nach der Berechnung geformten Turbinenschaufel die zur Vorderkante (42) parallel durchgeführten Projektionen der Staupunkte (41) innerhalb der Plattformfläche (28) liegen.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem die Querkante (38a) eine derartige Kontur aufweist, dass sie entlang einer Druckniveaulinie des Heißgases (11) verläuft, entlang der ein identischer Druck des Heißgases (11) herrscht.

FIG 1



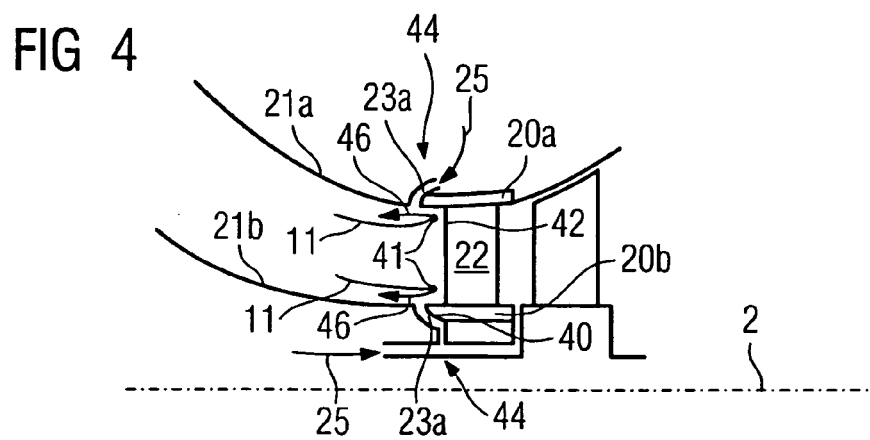
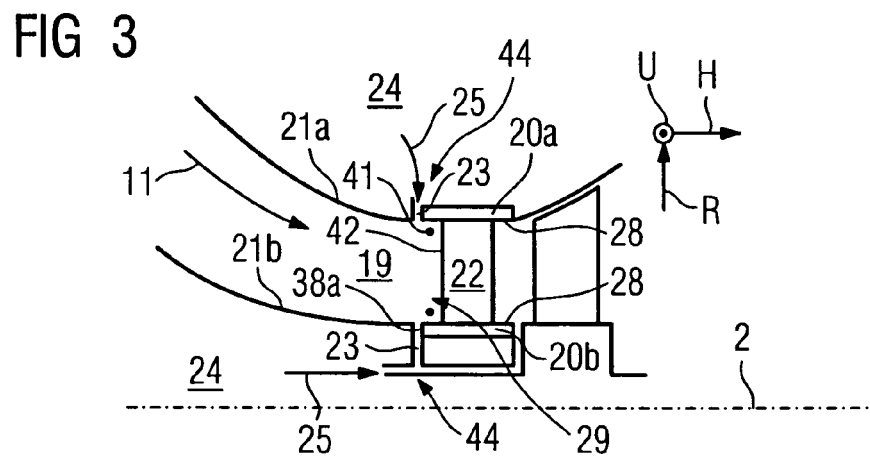
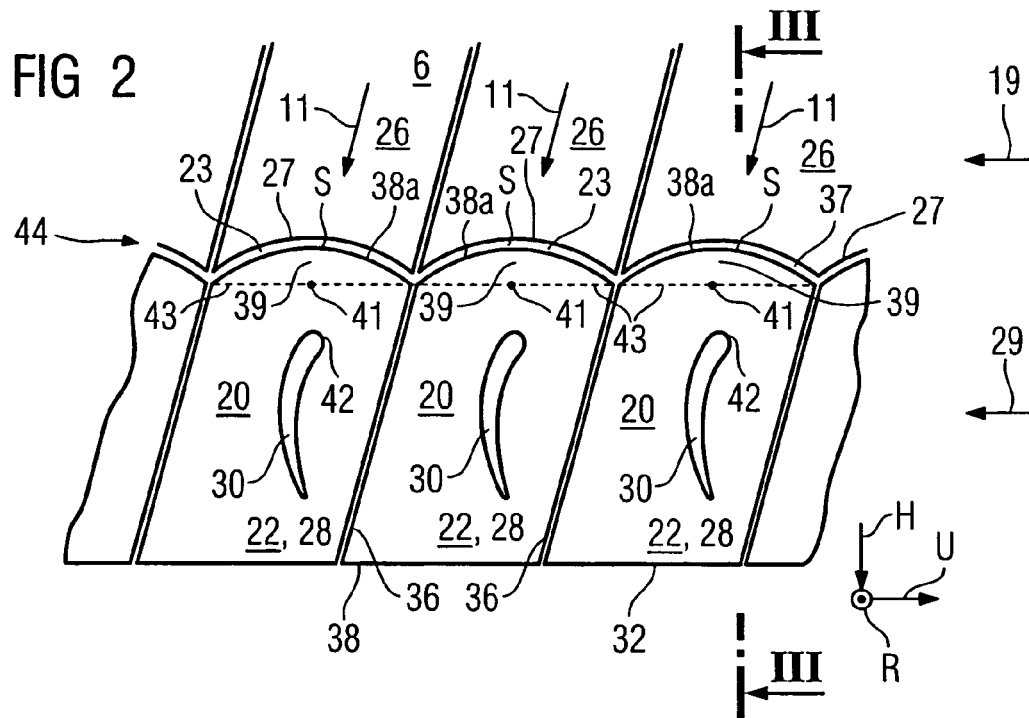
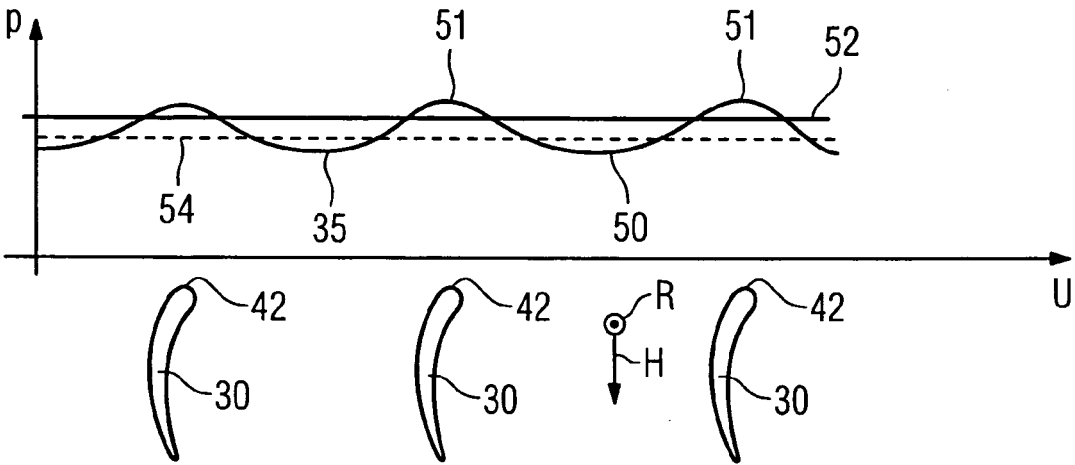


FIG 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 01 2555

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2005/100439 A1 (GREIM RALF ET AL) 12. Mai 2005 (2005-05-12) * Absätze [0001], [0002], [0004] - [0007], [0026], [0027]; Abbildungen 3b,4 *	1,3,5-8	F01D5/14 F01D9/02 F01D11/00 F23R3/00
X	----- EP 1 067 273 A (ROLLS-ROYCE PLC) 10. Januar 2001 (2001-01-10) * Zusammenfassung; Abbildungen 3-5 * * Absätze [0001], [0003], [0006], [0013], [0014] *	1,3,5-8	
A	----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 005, Nr. 105 (M-077), 8. Juli 1981 (1981-07-08) -& JP 56 047603 A (HITACHI LTD), 30. April 1981 (1981-04-30) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	
A	----- US 4 739 621 A (PETTENGILL ET AL) 26. April 1988 (1988-04-26) * Spalte 1, Zeile 57 - Spalte 2, Zeile 6; Anspruch 1; Abbildungen 1a,1b *	1-9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	----- WO 2004/057158 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; TIEMANN, PETER) 8. Juli 2004 (2004-07-08) * Abbildung 2 *	1-9	F01D F23R
A	----- EP 1 391 582 A (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) 25. Februar 2004 (2004-02-25) * Abbildungen 1,2 *	1-9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 23. November 2005	Prüfer de Rooij, M
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 05 01 2555

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.

23-11-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005100439 A1	12-05-2005	EP 1515000 A1	16-03-2005
EP 1067273 A	10-01-2001	US 6413045 B1	02-07-2002
JP 56047603 A	30-04-1981	CA 1145263 A1	26-04-1983
US 4739621 A	26-04-1988	CA 1245869 A1	06-12-1988
		CN 85105913 A	06-08-1986
		DE 3566010 D1	08-12-1988
		DE 178242 T1	16-10-1986
		EP 0178242 A1	16-04-1986
		IL 75780 A	15-04-1991
		JP 61096140 A	14-05-1986
WO 2004057158 A	08-07-2004	KEINE	
EP 1391582 A	25-02-2004	JP 2004076693 A	11-03-2004
		US 2004036230 A1	26-02-2004

EPO FORM P0461

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

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 199930008 A1 [0002]