

(19)



(11)

EP 1 741 877 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.01.2007 Patentblatt 2007/02

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

(21) Anmeldenummer: **05014475.7**

(22) Anmeldetag: **04.07.2005**

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

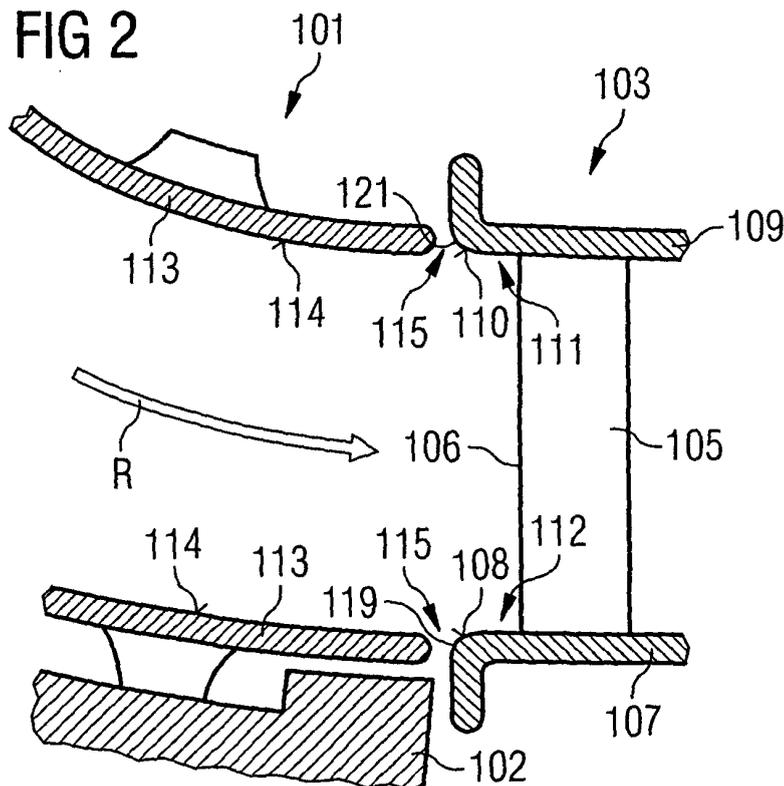
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT 80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Seiler, Beate 9170 Sint-Gillis-Waas (BE)**
• **Tertilt, Marc 45529 Hattingen (DE)**

(54) **Hitzeschild und Turbinenleitschaufel für eine Gasturbine**

(57) Es wird ein Strömungsgehäuse für eine Heißgasströmung zur Verfügung gestellt mit einer Wandstruktur (102,113,107), welche einen Strömungspfad umgibt, wenigstens einer in die Wandstruktur integrierten Leitschaufel (103) zum Leiten einer Strömung im Strömungspfad, wobei die Leitschaufel (103) eine Schaufelplattform (107,109) mit einer Plattformoberfläche (108,110) aufweist, einem Hitzeschildelement (113),

welches eine, einen Wandabschnitt des Strömungspfad bildende Heißgasoberfläche (114) aufweist. Die Leitschaufel (103) und das Hitzeschildelement (113) sind derart relativ zueinander angeordnet, dass die heißgasseitige Hitzeschildoberfläche (114) weiter innen relativ zum Strömungspfad angeordnet ist, als die Plattformoberfläche (108,110) oder dass die heißgasseitige Hitzeschildoberfläche (114) zumindest mit der Plattformoberfläche (108,110) fluchtet.



EP 1 741 877 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Strömungsgehäuse mit einer Wandstruktur, welche ein Strömungspfad umgibt, wenigstens einer die Wandstruktur integrierten Leitschaufel zum Leiten einer Strömung im Strömungspfad sowie einem an der Wandstruktur angeordneten Hitzeschild. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Strömungsgehäuse für eine Gasturbinenanlage. Daneben betrifft die vorliegende Erfindung eine Leitschaufel und ein Hitzeschildelement für ein Strömungsgehäuse.

[0002] Strömungsgehäuse für eine Heißgasströmung umfassen i. d. R. eine Wandstruktur mit einer Tragstruktur und einem der Tragstruktur zum Gehäuseinneren hin vorgelagerten Hitzeschild. Der Hitzeschild soll die Tragstruktur vor übermäßiger Erwärmung sowie Korrosion und/oder Oxidation schützen. In derartigen Strömungsgehäusen sind häufig auch Leitschaufeln zum Leiten der Strömung angeordnet. Bspw. kann in einer Gasturbinenanlage die Brennkammer sowie der in Strömungsrichtung nachgeschaltete Turbinenabschnitt als ein Strömungsgehäuse für eine Heißgasströmung angesehen werden. Am Übergang von der Brennkammer zum Turbinenabschnitt sind hierbei Leitschaufeln angeordnet, welche zur Führung der Heißgasströmung dienen.

[0003] Um eine Wärmeausdehnung der dem Heißgas ausgesetzten Elemente des Strömungsgehäuses zu ermöglichen, grenzen diese häufig unter Spaltbelassung aneinander an. Durch diese Spalte kann kühle Luft in den Strömungspfad eingeblasen werden, um die Spalte gegen ein Einströmen von heißem Gas zu sichern. Der Druck der ausströmenden Kühlluft muss hierbei höher sein als der Druck des heißen Gases in Richtung auf den Kühlluftspalt.

[0004] Ein derartiger Kühlluftspalt besteht bspw. in Gasturbinenanlagen am Übergang zwischen der Brennkammer und dem Turbinenabschnitt der Gasturbinenanlage, genauer gesagt zwischen den an der Grenze zwischen Brennkammer und Turbinenabschnitt angeordneten Hitzeschildelementen der Brennkammer einerseits und den in Strömungsrichtung an diese Hitzeschildelemente angrenzenden Leitschaufeln des Turbinenabschnittes andererseits.

[0005] Wenn sich im Bereich dieses Kühlluftspaltes Staupunkte bilden, kann es dazu kommen, dass Heißgas im Bereich dieser Staupunkte entgegen der allgemeinen Strömungsrichtung strömt. Aufgrund der Stauung entsteht zudem ein Staudruck, der unter Umständen höher sein kann als der Druck der Kühlluft, die aus dem Kühlluftspalt zwischen dem Hitzeschildelement und der Leitschaufel austritt. Da die Kühlluft bevorzugt in Bereichen niedrigen Heißgasdrucks aus den Kühlspalten austritt, ist die Kühlung dort, wo Staupunkte auftreten, reduziert. Infolgedessen kann es zu erhöhter thermischer Belastung kommen. Zudem kann es passieren, dass der Druck des Heißgases im Staupunkt so groß ist, dass Heißgas gegen die Kühlluftströmung in den Spalt ein-

dringen kann, was zu erhöhter Korrosion der angrenzenden Wandstruktur führt. Häufigerer Bauteilaustausch und/oder Schweißreparatur im Rahmen von Inspektionen bzw. Revisionen der Gasturbinenanlage sind die Folge.

[0006] Um die genannten Problempunkte zu vermeiden, erfolgt i. d. R. eine erhöhte Kühlluftzufuhr. Diese kann jedoch zu einer Verringerung des Wirkungsgrades der Gasturbinenanlage und zu einer Erhöhung des Schadstoffausstoßes führen.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Strömungsgehäuse für eine Heißgasströmung, insbesondere ein Strömungsgehäuse für eine Gasturbinenanlage, zur Verfügung zu stellen, in welchem auch ohne eine Erhöhung der Kühlluftzufuhr die thermische Belastung des Strömungsgehäuses im Bereich zwischen einem Hitzeschildelement und einer angrenzenden Leitschaufel im Vergleich zum Stand der Technik reduziert werden kann. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, Gehäusebauteile zur Verfügung zu stellen, welche sich vorteilhaft beim Aufbau eines Strömungsgehäuses einsetzen lassen.

[0008] Die erste Aufgabe wird durch ein Strömungsgehäuse nach Anspruch 1 und die zweite Aufgabe durch eine Leitschaufel nach Anspruch 13 bzw. ein Hitzeschildelement nach Anspruch 16 gelöst. Die abhängigen Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0009] Ein Strömungsgehäuse für eine Heißgasströmung, welches insbesondere als Strömungsgehäuse für eine Gasturbinenanlage ausgestaltet sein kann, umfasst eine Wandstruktur, welche einen Strömungspfad umgibt, wenigstens eine in die Wandstruktur integrierte Leitschaufel zum Leiten einer Strömung im Strömungspfad und einen an einer Tragstruktur der Wandstruktur angeordneten Hitzeschild.

[0010] Die Leitschaufel ist mit einer Schaufelplattform, auch Schaufelfuß oder Schaufelkopf genannt, ausgestattet. Diese besitzt eine Plattformoberfläche, die einen Wandabschnitt des Strömungspfades bildet. Um die Schaufel sowie die Schaufelplattform vor dem strömenden Heißgas zu schützen, können diese eine wärmedämmende sowie eine korrosions- und/oder oxidationshemmende Beschichtung aufweisen.

[0011] Der Hitzeschild umfasst ein der Schaufelplattform stromauf unter Spaltbelassung unmittelbar vorgelagertes Hitzeschildelement, welches eine der Wandstruktur abgewandte heißgasseitige Hitzeschildoberfläche aufweist, die einen Wandabschnitt des Strömungspfades bildet. Das Hitzeschildelement ist i. d. R. aus Metall hergestellt und kann eine wärmedämmende sowie eine korrosions- und/oder oxidationshemmende Beschichtung aufweisen.

[0012] Im erfindungsgemäßen Strömungsgehäuse sind die Leitschaufeln und das Hitzeschildelement derart relativ zueinander angeordnet, dass die heißgasseitige Hitzeschildoberfläche weiter innen relativ zum Strömungspfad angeordnet ist, als die Plattformoberfläche

oder dass die heißgasseitige Hitzeschildoberfläche zumindest mit der Plattformoberfläche fluchtet. Auf diese Weise bilden die heißgasseitige Hitzeschildoberfläche (im Folgenden Heißgasoberfläche genannt) und die Plattformoberfläche eine staupunktfrei Führungsfläche für das Heißgas, die im Falle der fluchtenden Ausrichtung stufenlos ist.

[0013] Aufgrund der genannten Ausrichtung lassen sich Staupunkte vor der Leitschaufel zuverlässig vermeiden, so dass in diesem Bereich kein erhöhter Heißgasdruck entsteht. Es lässt sich daher auch ohne erhöhten Kühlluftbedarf eine Überhitzung und eine erhöhte Korrosion und/oder Oxidation im Spaltbereich vermeiden. Insgesamt kann dadurch die Lebensdauer der Bauteile verlängert und der Aufwand bei einer Inspektion bzw. Revision verringert werden.

[0014] In einer konstruktiven Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Strömungsgehäuses weist die Leitschaufel eine Anströmkannte und die Schaufelplattform einen der Anströmkannte in Richtung auf das Hitzeschildelement vorgelagerten Oberflächenbereich auf. Der vorgelagerte Oberflächenbereich bildet einen Wandabschnitt des Strömungspfad. Dieser Oberflächenbereich lässt sich insbesondere so ausgestalten, dass er mit der Heißgasoberfläche des Hitzeschildelementes fluchtend ausgerichtet ist. Wenn dieser Oberflächenbereich zudem eine dem Hitzeschildelement zugewandte Kante mit einem kleinen Krümmungsradius aufweist, kann die heißgasführende Oberfläche des vorgelagerten Oberflächenabschnittes besonders nah an den Kühlluftspalt und damit besonders nah an die heißgasführende Oberfläche des Hitzeschildelementes herangeführt werden, ohne dass dabei eine Stufe entsteht.

[0015] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des Strömungsgehäuses ist dieses derart ausgestaltet, dass eine Längenausdehnung der Leitschaufel beim Beaufschlagen mit strömendem Heißgas nicht behindert wird. Zudem sind die Materialparameter des Hitzeschildelementes derart gewählt, dass sich das Hitzeschildelement beim Beaufschlagen mit strömendem Heißgas so definiert verformt, dass seine Heißgasoberfläche der Oberfläche der Schaufelplattform bei einer Längenausdehnung der Leitschaufel folgt.

[0016] Typischerweise werden die an die Leitschaufel angrenzenden Hitzeschildelemente in einem zentralen Bereich mit der Tragstruktur des Strömungsgehäuses verschraubt. Durch geeignete Wahl der Materialparameter lässt sich erreichen, dass sich die Ränder des Hitzeschildelementes gegenüber dem verschraubten zentralen Bereich definiert verbiegen. Insbesondere kann das Hitzeschildelement derart an der Tragstruktur befestigt sein, dass zwischen einem der Schaufelplattform zugewandten Abschnitt des Hitzeschildelementes und der Tragstruktur zumindest im kalten Zustand des Hitzeschildelementes, d.h. im nicht mit strömendem Heißgas beaufschlagten Zustand, ein Spalt verbleibt. Wenn dann Heißgas durch das Strömungsgehäuse strömt, dehnt sich die Leitschaufel in Längsrichtung aus, so dass die

Oberflächen der Schaufelplattform und des Hitzeschildelementes ohne weitere Maßnahmen nicht mehr fluchten. Bei geeigneter Wahl der Materialparameter des Hitzeschildelementes kann jedoch erreicht werden, dass eine Verbiegung des Hitzeschildelementes bei Beaufschlagung mit Heißgas derart erfolgt, dass sich der Spalt zwischen dem der Leitschaufel zugewandten Abschnitt des Hitzeschildelementes und der Tragstruktur verringert oder sogar ganz schließt. Mit anderen Worten, bei Beaufschlagung mit Heißgas bewegt sich der der Leitschaufel zugewandte Abschnitt der Heißgasoberfläche auf die Tragstruktur zu und folgt so der Oberfläche der Schaufelplattform bei Längenausdehnung der Leitschaufel.

[0017] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Strömungsgehäuses weist das Hitzeschildelement eine der Schaufelplattform zugewandte, sich von der Heißgasoberfläche in Richtung auf die Tragstruktur abgewinkelte Umfangsseite auf, in der Kühlluftöffnungen angeordnet sind. Die Kühlluftöffnungen können dazu genutzt werden, die ausströmende Kühlluftmenge gezielt einzustellen. Eine Optimierung der Kühlluftströmung kann durch unterschiedliche Verteilung der Kühlluftöffnungen erfolgen. Insbesondere können Kühlluftöffnungen nahe der Heißgasoberfläche angeordnet sein. Diese führen zu einer besonders günstigen Kühlluftströmung und können unter Umständen sogar dazu genutzt werden, einen Kühlluftfilm im Bereich der Oberfläche der Schaufelplattform zu erzeugen.

[0018] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Hitzeschildelement die Schaufelplattform teilweise überlappt. Auf diese Weise kann das Eindringen von Heißgas in den Spalt zwischen der Schaufelplattform und dem Hitzeschildelement und damit ein Heißgasangriff im Spaltbereich besonders effektiv vermieden werden. Zudem lässt sich die zum Sperren des Spaltes gegen ein Eindringen von Heißgas erforderliche Kühlluftmenge reduzieren.

[0019] Das Überlappen kann bspw. dadurch erreicht werden, dass die Kante der Schaufelplattform eine quer zur Strömungsrichtung verlaufende Aussparung aufweist und das Hitzeschildelement an seiner der Schaufelplattform zugewandten Seite einen mit seiner Heißgasoberfläche fluchtenden und in die Aussparung der Schaufelplattform hineinragenden Steg aufweist. Für den Fall, dass der Steg derart eng in der Aussparung anliegt, dass der Kühlluftspalt zwischen dem Steg und dem Boden der Aussparung weitgehend verschlossen wird, ist es vorteilhaft, wenn der Steg eine Nut, vorzugsweise sogar mehrere Nuten, aufweist. Die Nuten ermöglichen auch bei geschlossenem Spalt einen Austritt von Kühlluft. Alternativ kann der Austritt von Kühlluft auch dadurch sichergestellt werden, dass der Steg segmentiert ausgebildet ist.

[0020] Das beschriebene Strömungsgehäuse kann insbesondere vorteilhaft in einer Gasturbinenanlage zum Einsatz kommen.

[0021] Eine erfindungsgemäße Leitschaufel, die ins-

besondere als Leitschaufel für eine Gasturbinenanlage ausgestaltet sein kann, weist eine Anströmkante und einen der Anströmkante in Anströmrichtung, d.h. in der Richtung, aus der die Anströmung erfolgt, vorgelagerten Oberflächenbereich auf. Dieser kann anströmseitig einen Kantenabschnitt mit einem kleinen Krümmungsradius aufweisen. Zudem kann im Kantenabschnitt eine quer zur Anströmrichtung verlaufende Aussparung vorhanden sein. Eine derartige Leitschaufel kann zum Aufbau eines erfindungsgemäßen Strömungsgehäuses herangezogen werden.

[0022] Ein erfindungsgemäßes Hitzeschildelement, welches insbesondere zur Verwendung in einer Gasturbinenanlage ausgebildet sein kann, weist eine einem Heißgas zuzuwendende Heißgasoberfläche und einen Steg auf. Der Steg weist an einer in Abströmrichtung, also derjenigen Richtung, die entgegen der Anströmrichtung verläuft, gelegenen Kante eine mit der Heißgasoberfläche fluchtende Stegoberfläche auf. Dieser kann insbesondere eine oder mehrere Nuten aufweisen oder segmentiert ausgebildet sein. Ein derartiges Hitzeschildelement kann zum Aufbau eines erfindungsgemäßen Strömungsgehäuses herangezogen werden.

[0023] In einer äußerst vorteilhaften Ausgestaltung des Hitzeschildelementes sind dessen Materialparameter derart gewählt, dass es eine definierte und auf die Geometrie seiner Einbaustelle in einem Heißgaspfad abgestimmte Verformung beim Beaufschlagen mit Heißgas vollführt. Ein derartiges Hitzeschildelement ermöglicht es, dass seine Heißgasoberfläche bspw. einer sich beim Beaufschlagen mit Heißgas in der Länge ausdehnenden Leitschaufel derart folgt, dass die Heißgasoberfläche auch bei Längenausdehnung der Schaufel weiterhin weitgehend fluchtend mit einer Oberfläche der Schaufelplattform ausgerichtet ist.

[0024] Eine definierte Kühlluftzufuhr durch das Hitzeschildelement in Richtung auf bspw. eine benachbarte Leitschaufel kann erfolgen, wenn in einer abströmseitigen, von der Heißgasoberfläche abgewinkelten Umfangsseite Kühlluftöffnungen angeordnet sind. Besonders vorteilhaft ist es, wenn Kühlluftöffnungen in der Nähe der Heißgasoberfläche vorhanden sind, da dann ggf. die Ausbildung eines Kühlluftfilms über der Oberfläche eines benachbarten Elementes, bspw. über der Oberfläche der Schaufelplattform einer benachbarten Leitschaufel, erzeugt werden kann.

Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren.

- Figur 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem Strömungsgehäuse nach Stand der Technik.
 Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Strömungsgehäuse.
 Figur 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Strömungsgehäuse.
 Figur 4 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel für ein

erfindungsgemäßes Strömungsgehäuse.

- Figur 5 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Strömungsgehäuse.
 Figur 6 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Hitzeschildelement.
 Figur 7 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Hitzeschildelement.
 Figur 8 zeigt eine alternative Variante des in Figur 6 dargestellten Hitzeschildelementes.

[0025] Um die Vorteile der Erfindung gegenüber dem Stand der Technik zu verdeutlichen, erfolgt nachfolgend unter Bezugnahme auf Figur 1 zuerst eine Beschreibung eines Strömungsgehäuses nach Stand der Technik.

[0026] Figur 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer Gasturbinenanlage, der einen Abschnitt der Brennkammer 1 sowie die erste Turbinenleitschaufel 3 in einer geschnittenen Seitenansicht darstellt. Die Turbinenleitschaufel 3 umfasst ein Schaufelblatt 5 und zwei Schaufelplattformen, nämlich den Schaufelfuß 7 und den Schaufelkopf 9. Die Brennkammer 1 und die Wände des Turbinenabschnittes der Gasturbinenanlage bilden gemeinsam ein Strömungsgehäuse für die heißen Verbrennungsabgase.

[0027] Von der Brennkammer 1 sind die Tragstruktur 2 sowie daran befestigte metallische Hitzeschildelemente 13 dargestellt. Sowohl die Hitzeschildelemente 13 als auch die Schaufelplattformen 7, 9 weisen eine dem strömenden Heißgas zugewandte Heißgasoberfläche 8, 10, 14 auf. Die Heißgasoberflächen sind mit einer wärmedämmenden Beschichtung und einer unter der wärmedämmenden Beschichtung angeordneten korrosions- und oxidationshemmenden Beschichtung versehen.

[0028] Zwischen den Hitzeschildelementen 13 und den Schaufelplattformen 7, 9 sind Kühlluftspalte 15 vorhanden, durch die die Luft ins Innere des Strömungsgehäuses eingeblasen wird, um die Spalte 15 gegen ein Eindringen von Heißgas zu sperren. Die Spalte dienen dazu, eine wärmebedingte Relativbewegung zwischen den Hitzeschildelementen 13 zu ermöglichen.

[0029] Wie in Figur 1 dargestellt ist, ist im Bereich der Spalte 15 eine Stufe zwischen den heißgasführenden Oberflächen der Hitzeschildelemente 13 und der Schaufelplattformen 7, 9 vorhanden. An dieser Stufe kann es zu Stauungen des strömenden Heißgases kommen, welche unter Umständen sogar die Strömungsrichtung des Heißgases lokal umkehren können. Die Stufen verursachen daher Staupunkte und die mit Staupunkten verbundenen, eingangs beschriebenen Probleme.

[0030] Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Strömungsgehäuse. Das Strömungsgehäuse ist Teil einer Gasturbinenanlage und wird einerseits von der Wandung der Brennkammer und andererseits von der Wandung des Turbinenabschnittes der Gasturbinenanlage gebildet. Wie Figur 1 zeigt Figur 2 einen Ausschnitt aus dem Strömungsgehäuse, welcher den Übergang zwischen der Brennkammer 101 und der ersten Leitschaufel 103 des Turbinenabschnittes dar-

stellt. Die Leitschaufel 103 umfasst ein Schaufelblatt 105 sowie zwei Schaufelplattformen, nämlich einen Schaufelfuß 107 und einen Schaufelkopf 109. Im Unterschied zu den Schaufelplattformen nach Stand der Technik weisen die Schaufelplattformen 107, 109 der Leitschaufel 103 Abschnitte 111, 112 auf, welche der Anströmkannte 106 des Schaufelblattes 105 in Strömungsrichtung vorgelagert sind. Die Oberflächen 108, 110 diese Abschnitte 111, 112 bilden heißgasführende Oberflächen der Schaufelplattformen 107, 109, die weitgehend parallel zur Strömungsrichtung R des Heißgases im Strömungspfad verlaufen. Anströmseitig weisen die Schaufelplattformen 107, 109 eine Kante 119, 121 mit einem im Vergleich zu den Schaufelplattformen aus Figur 1 kleinen Krümmungsradius auf, an der eine weitgehend rechtwinklige Abwinklung der Schaufelplattform 107, 109 gebildet ist.

[0031] Die metallischen Hitzeschildelemente 113 der Gasturbinenbrennkammer 101 und die Schaufelplattformen 107, 109 der Turbinenleitschaufel 105 sind derart relativ zueinander angeordnet, dass die Heißgasoberflächen 114 der Hitzeschildelemente 113 mit den parallel zur Strömungsrichtung verlaufenden Heißgasoberflächen 108, 110 der Schaufelplattformen 107, 109 fluchten. Auf diese Weise sind keine Stufen im Übergangsbereich zwischen der Brennkammer 101 und der Turbinenleitschaufel 103 vorhanden, so dass sich Staupunkte vermeiden lassen. Der zwischen den Hitzeschildelementen 113 und den Schaufelplattformen 107, 109 vorhandene Spalt kann mit im Vergleich zum Stand der Technik geringen Kühlluftbedarf gegen ein Eindringen von Heißgas abgesperrt werden.

[0032] Ein zweites Ausführungsbeispiel für das erfindungsgemäße Strömungsgehäuse ist in Figur 3 dargestellt. Es sind neben der Tragstruktur 202 die Turbinenleitschaufel 203 einer Gasturbinenanlage sowie ein der Turbinenleitschaufel 203 unmittelbar benachbartes Hitzeschildelement 213 der Brennkammer 201 zu erkennen. Der Schaufelfuß 207 und das Schaufelblatt 205 der Turbinenleitschaufel 203 weisen dieselbe Form wie in der Turbinenleitschaufel 3 aus Figur 1 auf. Die Heißgasoberfläche 214 des metallischen Hitzeschildelementes 213 ist jedoch weiter von der Tragstruktur 202 entfernt als beim Hitzeschildelement 13 aus Figur 1. Außerdem weist das Hitzeschildelement 213 einen Überlappbereich 216 auf, mit dem es den Schaufelfuß 207 teilweise überlappt. Die Form des Überlappbereiches 216 ist dabei derart an die Form des Schaufelfußes 207 angepasst, dass ein im Wesentlichen stufenloser, fluchtender Übergang von der Heißgasoberfläche 214 des Hitzeschildelementes 213 zur Heißgasoberfläche 208 des Schaufelfußes 207 erfolgt.

[0033] Der Überlappbereich 216 weist einen dem Schaufelfuß 207 zugewandten Umfangsabschnitt 217 auf. Dieser Umfangsabschnitt erstreckt sich in die Richtung auf die Tragstruktur 202 und ist an die Kontur des Schaufelfußes 207 angepasst. Im Umfangsabschnitt 207 sind Kühlluftbohrungen 218 vorhanden, durch die Kühl-

luft in den Spalt 215 zwischen dem Hitzeschildelement 213 und dem Schaufelfuß 207 eingeblasen werden kann.

[0034] Ein drittes Ausführungsbeispiel für das erfindungsgemäße Hitzeschildelement ist in Figur 4 dargestellt. Es sind die Turbinenleitschaufel 303 mit dem Schaufelblatt 305 und dem Schaufelfuß 307 sowie die Tragstruktur 302 der Brennkammer mit dem daran befestigten metallischen Hitzeschildelement 313 zu erkennen. Das Hitzeschildelement 313 unterscheidet sich vom Hitzeschildelement 113 aus Figur 2 dadurch, dass es abströmseitig eine nahezu rechtwinklig in Richtung auf die Tragstruktur 302 abgewinkelte Umfangsseite 317 mit darin angeordneten Kühlluftbohrungen 318 aufweist. Eine perspektivische Darstellung dieses Hitzeschildelementes ist ausschnittsweise in Figur 7 gezeigt.

[0035] Zwischen der abgewinkelten Umfangsseite 317 und der Tragstruktur 302 verbleibt ein Spalt 321, welcher eine Bewegung des Umfangsabschnittes 317 in Richtung auf die Tragstruktur 302 zulässt. Zudem ist die Tragstruktur 302 derart ausgebildet, dass sie eine Längenausdehnung der Leitschaufel 305 bei Beaufschlagung mit Heißgas nicht behindert. Aufgrund einer derartigen Längenausdehnung bewegt sich der Schaufelfuß 307 der Leitschaufel 305 auf die Tragstruktur 302 zu.

[0036] Die Materialparameter des Hitzeschildelementes 313 sind so gewählt, dass der vom Befestigungsabschnitt 322 aus gesehen leitschaufelseitige Abschnitt 323 bei Kontakt mit dem Heißgas auf Grund von zwischen der Tragstruktur 302 und dem Hitzeschildelement 313 strömender Kühlluft eine Verformung erfährt, welche den leitschaufelseitigen Abschnitt 323 in Richtung auf die Tragstruktur 302 biegt. Wenn das Hitzeschildelement im Betrieb der Gasturbinenanlage mit Heißgas beaufschlagt wird, schließt sich daher der Spalt 321. Auf diese Weise kann der Abschnitt 324 der Bewegung des Schaufelfußes 307 folgen und so das Bilden einer Stufe zwischen den heißgasführenden Oberflächen 314, 308 des Hitzeschildelementes 313 bzw. des Schaufelfußes 307 weitgehend vermeiden.

[0037] Auf diese Weise kann auch erreicht werden, dass der Spalt 305 zwischen dem Hitzeschildelement 313 und dem Schaufelfuß 307 während des Betriebs des Strömungsgehäuses minimal gehalten werden kann, so dass er mit vergleichsweise wenig Sperrluft zu sperren ist.

[0038] Eine Abwandlung des in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiels ist in Figur 5 gezeigt. Auch hier sind wieder die Turbinenleitschaufel 403 mit Schaufelblatt 405 und Schaufelfuß 407 sowie die Tragstruktur 402 der Brennkammer mit einem an der Tragstruktur 402 befestigten metallischen Hitzeschildelement 413 zu erkennen.

[0039] Das Hitzeschildelement 413 weist im Gegenzug einen Steg 424 auf, der über die abgewinkelte Umfangsseite 417 in Richtung auf den Schaufelfuß 407 vorsteht. Die heißgasseitige Oberfläche des Steges 424 schließt bündig an die heißgasseitige Oberfläche 414 des Hitzeschildelementes 413 an.

[0040] Der Schaufelfuß 407 der Turbinenleitschaufel 405 weist brennkammerseitig einen Abschnitt 420 auf, in dessen Oberseite eine Aussparung 422 ausgeformt ist. Die Aussparung 422 bildet eine Aufnahme für den Steg 424, die derart ausgestaltet ist, dass die Oberfläche des in der Aufnahme 422 angeordneten Steges 424 mit der Oberfläche 408 des Schaufelfußes 407 fluchtet.

[0041] In der Umfangsseite 417 des Hitzeschildelementes 413 sind unmittelbar unterhalb des Steges 424 Kühlluftbohrungen 418 angeordnet, durch die Kühlluft in Richtung auf den Schaufelfuß 407 auszublasen ist. Wie im mit Bezug auf Figur 4 beschriebenen Ausführungsbeispiel ist das Hitzeschildelement 413 zwischen dem Befestigungsabschnitt 432 und dem Umfangsabschnitt 417 mit einem Spalt 421 zur Tragstruktur 402 angeordnet, welcher sich beim Betrieb der Gasturbinenanlage schließt. Aufgrund der Bewegung des schaufelseitigen Abschnittes 423 des Hitzeschildelementes 413 auf die Tragstruktur 402 zu schließt sich der zwischen der Aussparung 422 und dem Steg 424 befindliche Kühlluftspalt 415 fast vollständig, so dass der Kühlluftverbrauch minimiert werden kann. Im Idealfall ist der Kühlluftspalt 415 sogar ein Nullspalt.

[0042] Eine Abwandlung des in Figur 5 gezeigten Hitzeschildelementes 413 ist in Figur 6 dargestellt. Um auch bei geschlossenem Spalt ein kontrolliertes Abfließen von Kühlluft zu ermöglichen, sind in der der Heißgasseite abgewandten Seite des Steges 424a des Hitzeschildelementes 413a Nuten 425 vorhanden.

[0043] Als weiterer Unterschied zum Hitzeschildelement 413a aus Figur 5 sind im Hitzeschildelement 413a aus Figur 6 die Kühlluftöffnungen 418a in der Umfangsseite 417a nicht in der Nähe des Steges 424a sondern in der der Tragstruktur zuzuwendenden Kante 419 geordnet. Die Kühlluftöffnungen 418a könnten jedoch alternativ auch so angeordnet sein, wie es in Figur 5 dargestellt ist.

[0044] Alternativ zu in Figur 6 dargestellten Ausführungsvariante mit Nuten 425 kann auch eine Variante zur Anwendung kommen, in welcher der Steg segmentiert ist. Auch das Segmentieren des Steges ermöglicht ein kontrolliertes Abfließen der Kühlluft. Ein Hitzeschildelement mit segmentiertem Steg 424b ist in Figur 8 dargestellt.

[0045] Durch geeignete Wahl der Verteilung der Kühlluftöffnungen in den Umfangsseiten der mit Bezug auf die Figuren 2 - 8 beschriebenen Hitzeschildelemente sowie deren Dimensionierung kann die austretende Kühlluftmenge gezielt eingestellt werden. Es ist so eine Optimierung durch Anpassen der Kühlluftströmung an die Form der jeweiligen Schaufelplattform möglich. Um die Hitzebeständigkeit und die Resistenz der Turbinenleitschaufel und der Hitzeschildelemente gegen Korrosion und/oder Oxidation zu erhöhen, können diese in allen Ausführungsbeispielen mit einer Beschichtung versehen sein, wie sie mit Bezug auf das in Figur 1 dargestellte Hitzeschildelement und mit Bezug auf die in Figur 1 dargestellte Turbinenleitschaufel beschrieben wurden.

Patentansprüche

1. Strömungsgehäuse für eine Heißgasströmung mit

- 5 - einer Wandstruktur (102, 113, 107, 202, 302, 313, 307, 402, 413, 407), welche einen Strömungspfad umgibt,
- wenigstens einer in die Wandstruktur integrieren Leitschaufel (103, 203, 303, 403) zum Leiten einer Strömung im Strömungspfad, wobei die Leitschaufel (103, 203, 303, 403) eine Schaufelplattform (107, 109, 207, 307, 407) mit einer Plattformoberfläche (108, 110, 208, 308, 408) aufweist, welche einen Wandabschnitt des Strömungspfades bildet, und
- 10 - einem an einer Tragstruktur (102, 202, 302, 402) der Wandstruktur angeordneten Hitzeschild mit einem der Schaufelplattform (107, 109, 207, 307, 407) stromauf unter Spaltbelastung (115, 315, 415) unmittelbar vorgelagerten Hitzeschildelement (113, 213, 313, 413), welches eine der Tragstruktur (102, 202, 302, 402) abgewandte, einen Wandabschnitt des Strömungspfades bildende heißgasseitige Hitzeschildoberfläche (114, 214, 314, 414) aufweist,
- 15
- 20
- 25

dadurch gekennzeichnet, dass die Leitschaufel (103, 203, 303, 403) und das Hitzeschildelement (113, 213, 313, 413) derart relativ zueinander angeordnet sind, dass die heißgasseitige Hitzeschildoberfläche (114, 214, 314, 414) weiter innen relativ zum Strömungspfad angeordnet ist, als die Plattformoberfläche (108, 110, 208, 308, 408) oder dass die heißgasseitige Hitzeschildoberfläche (114, 214, 314, 414) zumindest mit der Plattformoberfläche (108, 110, 208, 308, 408) fluchtet.

2. Strömungsgehäuse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitschaufel (103, 303, 403) ein Schaufelblatt (205, 305, 405) mit einer Anströmkante (106) aufweist und die Schaufelplattform (107, 307, 407) einen der Anströmkante (106) in Richtung auf das Hitzeschildelement (113, 313, 413) vorgelagerten Oberflächenbereich (112) aufweist, der einen Wandabschnitt des Strömungspfades bildet.

3. Strömungsgehäuse nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorgelagerte Oberflächenbereich (112) eine dem Hitzeschildelement (113) zugewandte Kante (119, 121) mit einem kleinen Krümmungsradius aufweist.

4. Strömungsgehäuse nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** seine Ausgestaltung derart, dass eine Längenausdehnung der Leitschaufel (103, 203, 303, 403) beim Beaufschlagen mit strömendem Heißgas nicht behindert wird

- und **durch** eine Wahl der Materialparameter des Hitzeschildelementes (113, 213, 313,413) derart, dass sich das Hitzeschildelement (113, 213, 313,413) bei Beaufschlagung mit strömendem Heißgas so definiert verformt, dass die Heißgasoberfläche (114, 214, 314, 414) der Plattformoberfläche (108, 110, 208, 308, 408) der Schaufelplattform (107, 207, 307, 407) bei Längenausdehnung der Leitschaufel (103, 203, 303, 403) folgt.
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
12. Gasturbinenanlage mit einem Strömungsgehäuse nach einem der Ansprüche 1 bis 11.
13. Leitschaufel (103, 303, 403), insbesondere für eine Gasturbinenanlage, mit einer Anströmkante (106) und einem der Anströmkante (106) in Anströmrichtung vorgelagerten Oberflächenbereich (111, 112).
14. Leitschaufel (103, 303) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorgelagerte Oberflächenbereich (111, 112) anströmseitig einen Kantenabschnitt (119, 121) mit einem geringen Krümmungsradius aufweist.
15. Leitschaufel (403) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorgelagerte Oberflächenbereich (112) anströmseitig einen Kantenabschnitt mit einer quer zur Anströmrichtung verlaufende Aussparung (415) aufweist.
16. Hitzeschildelement (413), insbesondere zur Verwendung in einer Gasturbinenanlage, mit einer einem Heißgas zuzuwendenden Heißgasoberfläche (414) und einem Steg (424), welcher an einer in Abströmrichtung des Hitzeschildelementes (413) gelegenen Kante angeordnet ist und eine mit der Heißgasoberfläche fluchtende Stegoberfläche aufweist.
17. Hitzeschildelement (413) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steg (424a) wenigstens eine Nut (425) aufweist.
18. Hitzeschildelement (413) nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steg (424b) segmentiert ist.
19. Hitzeschildelement (313, 413), insbesondere nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** seine Materialparameter derart gewählt sind, dass es eine definierte und auf die Geometrie seiner Einbaustelle in einem Heißgaspfad abgestimmte Verformung beim Beaufschlagen mit Heißgas vollführt.
20. Hitzeschildelement (213, 313, 413), insbesondere nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **gekennzeichnet durch** eine einem Heißgas zuzuwendende Heißgasoberfläche (214, 314, 414) und eine abströmseitige, von der Heißgasoberfläche (214, 314, 414) abgewinkelte Umfangsseite (217, 317, 417) mit darin angeordneten Kühlluftöffnungen (218, 318, 418).
21. Hitzeschildelement (313, 413) nach Anspruch 20,

dadurch gekennzeichnet, dass Kühlluftöffnungen (318, 418) nahe der Heißgasoberfläche (314, 414) angeordnet sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

8

FIG 1

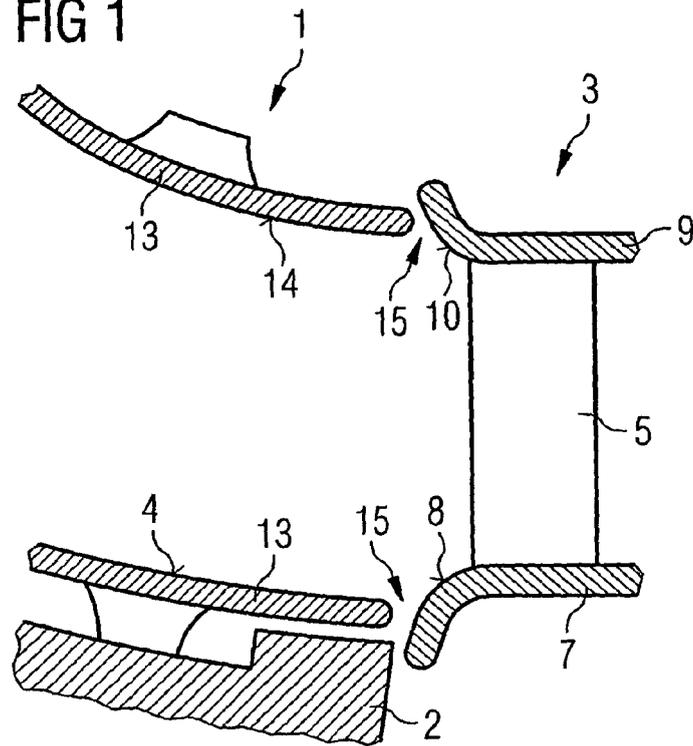


FIG 2

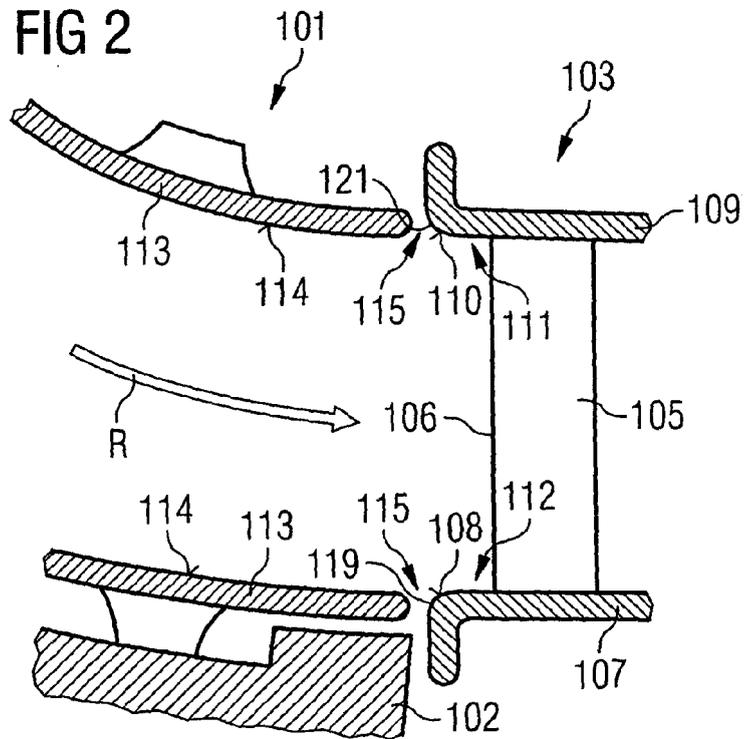


FIG 5

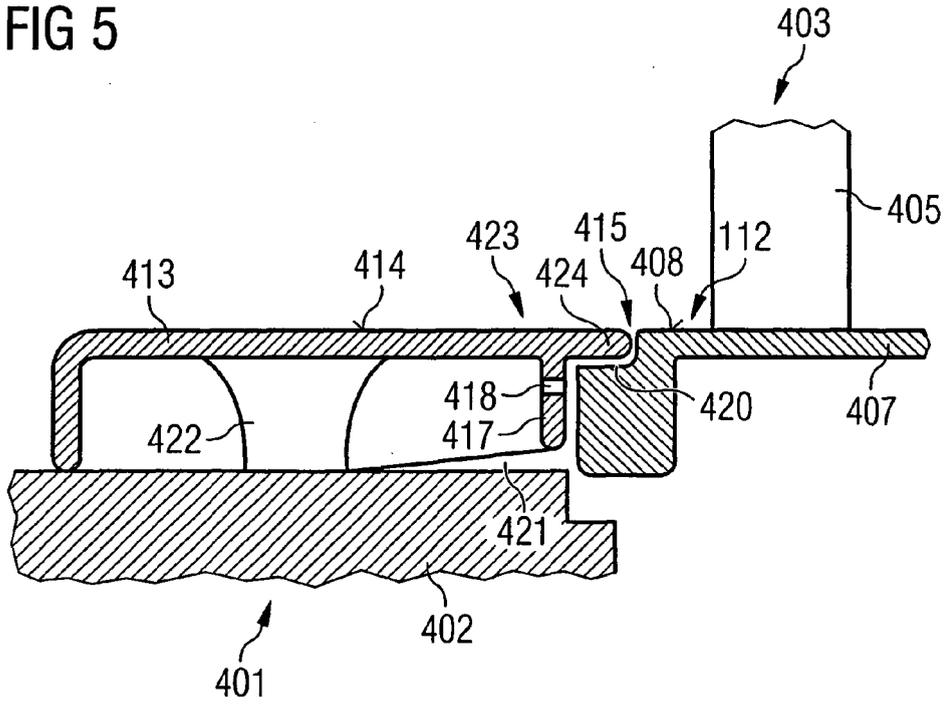


FIG 6

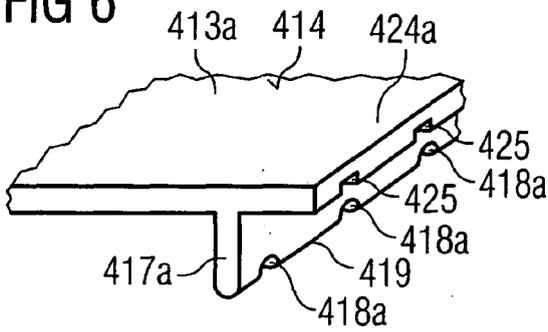


FIG 7

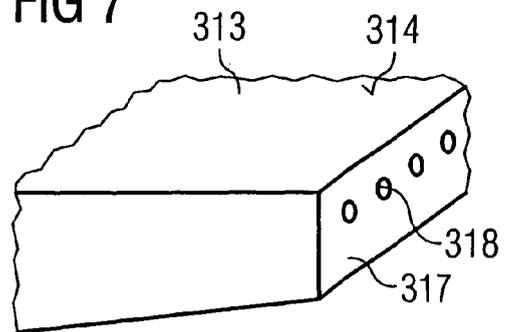
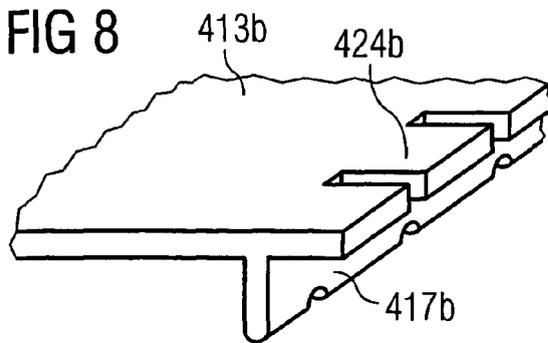


FIG 8





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 511 577 A (KARL W. KARSTENSEN) 12. Mai 1970 (1970-05-12) * Spalte 1, Zeile 48 - Zeile 68 * * Spalte 2, Zeile 10 - Zeile 20 * * Spalte 3, Zeile 39 - Spalte 4, Zeile 2; Abbildung 4 *	1-3,6-8, 12-14, 16,17, 19-21	F01D9/02 F23R3/00 F01D5/14 F01D11/00
X	US 3 959 966 A (PEARCE ET AL) 1. Juni 1976 (1976-06-01) * Zusammenfassung; Abbildung 2 * * Spalte 1, Zeile 35 - Zeile 49 * * Spalte 3, Zeile 3 - Zeile 57 *	1,2,4-8, 12,13, 16,19-21	
X	US 6 082 961 A (ANDERSON ET AL) 4. Juli 2000 (2000-07-04) * Zusammenfassung; Abbildungen 2,4 * * Spalte 1, Zeile 6 - Zeile 40 * * Spalte 3, Zeile 45 - Zeile 63 *	1-7, 12-14, 19-21	
X	US 4 244 178 A (HERMAN ET AL) 13. Januar 1981 (1981-01-13) * Spalte 5, Zeile 13 - Zeile 38; Abbildung 1 *	1,2,8, 12-14, 16,19	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D F23R
X	WO 2004/038181 A (PRATT & WHITNEY CANADA CORP; ALKABIE, HISHAM) 6. Mai 2004 (2004-05-06) * Absätze [0022] - [0025]; Abbildungen 2,3,5 *	1,2,6-8, 12,13, 20,21	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	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 : 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	



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2005/120718 A1 (MARKARIAN LORIN ET AL) 9. Juni 2005 (2005-06-09) * Zusammenfassung; Abbildungen 2,3 * * Absätze [0001], [0006] - [0008], [0022], [0023] * -----	1,2,4,5, 8,12,13, 19	
X	GB 1 578 474 A (GEC) 5. November 1980 (1980-11-05) * Seite 1, Zeile 55 - Zeile 83 * * Seite 2, Zeile 25 - Zeile 100; Abbildung 1 * -----	1-5, 12-14,19	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
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 : 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 05 01 4475

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.

23-11-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3511577	A	12-05-1970	KEINE	
US 3959966	A	01-06-1976	DE 2447006 A1	10-04-1975
			FR 2246733 A1	02-05-1975
			GB 1488481 A	12-10-1977
			IT 1021693 B	20-02-1978
			JP 50116810 A	12-09-1975
US 6082961	A	04-07-2000	DE 59709701 D1	08-05-2003
			EP 0902164 A1	17-03-1999
US 4244178	A	13-01-1981	CA 1107976 A1	01-09-1981
			GB 2016604 A	26-09-1979
WO 2004038181	A	06-05-2004	CA 2503139 A1	06-05-2004
			EP 1554466 A1	20-07-2005
US 2005120718	A1	09-06-2005	WO 2005054632 A1	16-06-2005
GB 1578474	A	05-11-1980	DE 2711564 A1	29-12-1977
			FR 2356000 A1	20-01-1978
			JP 52156213 A	26-12-1977

EPO FORM P0461

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