

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 724 526 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.11.2006 Patentblatt 2006/47

(51) Int Cl.:
F23M 5/08 (2006.01) F23R 3/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05010539.4**

(22) Anmeldetag: **13.05.2005**

(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

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

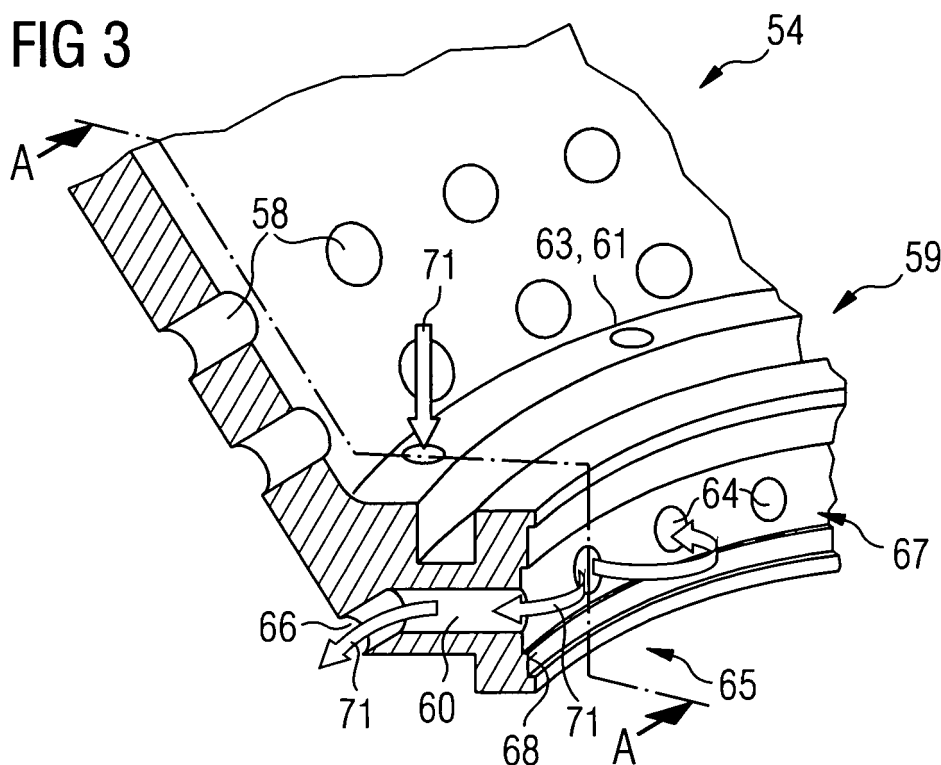
(72) Erfinder:
• **Böttcher, Andreas, Dr.**
40882 Ratingen (DE)
• **Kleinfeld, Jens**
45470 Mülheim an der Ruhr (DE)
• **Krusch, Claus**
45473 Mülheim an der Ruhr (DE)

(54) **Brennkammerschale, Gasturbinenanlage und Verfahren zum An- oder Abfahren einer Gasturbinenanlage**

(57) In einer Brennkammerschale (54) für eine Brennkammer (110) mit einem den Austritt eines heißen Verbrennungsabgases ermöglichenden Brennkammer-

ausgang (55), wobei die Brennkammerschale (54) ein den Brennkammerausgang (55) umgebendes Austrittsende (59) umfasst, ist das Austrittsende (59) mit einer Temperiereinrichtung (60) versehen.

FIG 3



EP 1 724 526 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkammerschale für eine Brennkammer, insbesondere eine Brennkammeraußenschale für eine Ringbrennkammer mit einem den Austritt eines heißen Verbrennungsabgases ermöglichenden Brennkammerausgang, wobei die Brennkammerschale ein den Brennkammerausgang umgebendes Austrittsende umfasst. Daneben betrifft die vorliegende Erfindung eine Gasturbinenanlage sowie ein Verfahren zum Anfahren oder Abfahren einer Gasturbinenanlage.

[0002] Das Austrittsende einer Brennkammerschale, insbesondere das Austrittsende einer Brennkammeraußenschale einer Gasturbinenbrennkammer (auch Aftend genannt) erwärmt sich während des Anfahrvorganges wesentlich langsamer als der Rest der Brennkammerschale selbst. Die langsamere Erwärmung führt während der Anfahrphase zu einer geringeren thermischen Ausdehnung der Brennkammerschale an ihrem Austrittsende im Vergleich zu den übrigen Bereichen. Ist die Außenschale geteilt, so kann sich das Austrittsende auf Grund der unterschiedlichen Erwärmung nach innen einstülpen. Durch die unterschiedliche thermische Ausdehnung entstehen Verformungen, die zu hohen mechanischen Spannungen am Austrittsende führen können. Beispielsweise führt die geringere thermische Ausdehnung des Austrittsendes in einer rotationssymmetrischen Brennkammer mit kreisförmigem Austrittsende, wie beispielsweise einer Ringbrennkammer, zu einer Einschnürung am Austrittsende und damit zu einer Ovalisierung des Brennkammerquerschnittes am Austrittsende.

[0003] Die aufgrund der ungleichmäßigen Verformung auftretenden hohen Spannungen können insbesondere im Übergangsabschnitt zwischen dem Austrittsende und einem angrenzenden Bereich mit Durchtrittsöffnungen zum Durchtritt von verdichteter Luft des Verdichtermassenstroms durch die Brennkammerschale zu einer Beschädigung der tragenden Struktur führen.

[0004] Hinzu kommt, dass axialsymmetrische Brennkammern, wie etwa Ringbrennkammern in der Regel zweigeteilte Brennkammeraußenschalen aufweisen, die entlang einer axialen Außenlinie mittels Schrauben miteinander verschraubt sind. Die beim Anfahren der Gasturbine im Übergangsbereich zwischen dem Austrittsende und dem Rest der Brennkammerschale entstehenden hohen mechanischen Spannungen können die Belastungsgrenze der unmittelbar am Austrittsende gelegenen Schraube überschreiten. Diese Schraube kann daher enormen Biegebelastungen ausgesetzt sein, die letztendlich zur Zerstörung der Schraube führen können.

[0005] Häufig sind zudem die Turbinenleitschaufeln des ersten Leitschaufelkranzes der Turbine in das Austrittsende der Brennkammer integriert, bspw. indem sie mit dem Austrittsende von Brennkammerschalen, insbesondere mit dem Austrittsende von Brennkammeraußenschalen von Ringbrennkammern, verschraubt sind. Eine Verformung des Austrittsendes führt zu einer Ver-

schiebung dieser Leitschaufeln. Beispielsweise würden sich die Turbinenleitschaufeln bei einer Ringbrennkammer, bei der die oben genannte Ovalisierung auftritt, entsprechend der Ovalisierung radial verschieben. Es müssen daher große Spalte zwischen dem Austrittsende und den Leitschaufeln vorgehalten werden, damit sich die Leitschaufeln verschieben können, damit die Schaufeln nicht an das Gehäuse anschlagen. Die Größe der Spalte bemisst sich dabei nach den bei transienten Zuständen der Gasturbinenanlage und insbesondere beim Anfahren der Gasturbinenanlage auftretenden Verformungen des Austrittsendes. Große Spalte bereiten jedoch Probleme beim Erstellen eines Dichtungskonzeptes im Bereich des Übergangs zwischen den Turbinenleitschaufeln und der Brennkammerschale, die beim Dichtungskonzept berücksichtigt werden müssen. Zudem bedeuten große Spalte, dass vergleichsweise viel Arbeitsmedium der Gasturbinenanlage durch die Spalte austreten kann. Da das austretende Arbeitsmedium für das Antreiben der Turbine verloren ist, senken große Spalte den Wirkungsgrad der Gasturbinenanlage.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Brennkammerschale, insbesondere eine Brennkammeraußenschale, und eine Gasturbinenanlage zur Verfügung zu stellen, mit der sich die genannten Probleme verringern lassen.

[0007] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Anfahren einer Gasturbinenanlage zur Verfügung zu stellen, in welchem die oben genannten Probleme in weniger gravierendem Maße auftreten.

[0008] Die erste Aufgabe wird durch eine Brennkammerschale nach Anspruch 1 bzw. eine Gasturbinenanlage nach Anspruch 8 und die zweite Aufgabe durch ein Verfahren zum Anfahren einer Gasturbinenanlage nach Anspruch 11 gelöst. Die abhängigen Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen der Brennkammerschale bzw. des Verfahrens.

[0009] Eine erfindungsgemäße Brennkammerschale für eine Brennkammer mit einem den Austritt eines heißen Verbrennungsabgases ermöglichenden Brennkammerausgang umfasst ein den Brennkammerausgang umgebendes Austrittsende, welches mit einer Temperiertorrichtung, also einer Heiz- und/oder Kühlorrichtung versehen ist. Die Brennkammerschale kann insbesondere zum Bilden einer Brennkammeraußenwand entweder alleine oder in Verbindung mit wenigstens einer weiteren Brennkammerschale ausgebildet sein.

[0010] In Brennkammerschalen nach Stand der Technik beruht die Tatsache, dass sich das Austrittsende der Brennkammerschale langsamer als der Rest der Schale erwärmt, darauf, dass die Brennkammerschale außer im Bereich des Austrittsendes vom Verdichtermassenstrom, also von Luft aus dem Verdichter der Gasturbinenanlage, umströmt wird. Die der Brennkammerschale zugeführte Verdichterluft ist jedoch vorgewärmt, sodass der Verdichtermassenstrom zu Beginn des Anfahrvorganges eine Erwärmung der von ihm umströmten Berei-

che der Brennkammerschale herbeiführt. Das nicht umströmte Austrittsende erfährt dagegen keine Erwärmung durch den Verdichtermassenstrom.

[0011] Die vorliegende Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass der Temperaturunterschied zwischen dem Austrittsende und der Brennkammerschale verringert werden kann, wenn das Austrittsende der Brennkammerschale temperierbar, also beheizbar oder kühlbar, ausgestaltet ist. Temperaturunterschiede zwischen dem Austrittsende und den angrenzenden übrigen Bereichen der Brennkammerschale lassen sich so einander angleichen. Die Verringerung des Temperaturunterschiedes führt zu einer Angleichung der thermischen Ausdehnung und damit zu einer Verringerung der Spannungen im Übergangsbereich. Als Folge können die Relativspalte zwischen dem Austrittsende und daran befestigten Leitschaufeln reduziert und damit der Wirkungsgrad der Gasturbinenanlage erhöht werden.

[0012] Das Temperieren, also das Heizen oder Kühlen des Austrittsendes lässt sich konstruktiv relativ einfach dadurch erreichen, dass die Temperiertvorrichtung für das Austrittsende Fluidkanäle umfasst, welche mit einer Temperierfluidzufuhr, also einer Wärme fluidzufuhr und/oder einer Kühl fluidzufuhr in Verbindung stehen. Vorzugsweise ist das Temperierfluid der Verdichtermassenstrom oder ein Teil des Verdichtermassenstroms. Wenn Luft aus dem Verdichtermassenstrom als Temperierfluid Verwendung findet, so lässt sich damit in besonders einfacher und eleganter Weise eine Angleichung der Temperatur des Austrittsendes an die unmittelbar angrenzenden Bereiche der Brennkammerschale herbeiführen.

[0013] Brennkammern weisen häufig eine Rotations-symmetrie auf, sodass sie eine Axialrichtung und eine Umfangsrichtung besitzen. In der Ringbrennkammer einer Gasturbine wäre bspw. die Axialrichtung durch die Achse der Turbinenwelle gegeben, in einer Silobrennkammer dagegen durch die Strömungsrichtung der Verbrennungsabgase in der Brennkammer. Entsprechend kann auch bei den Brennkammerschalen, aus denen diese Brennkammern aufgebaut sind, ebenfalls eine Axialrichtung und eine Umfangsrichtung angegeben werden. Die Fluidkanäle können sich in einer derartigen Brennkammerschale wenigstens zum Teil in Axialrichtung durch das Austrittsende erstrecken.

[0014] Die Brennkammerschale weist eine Außenseite auf, die nach dem Einbau in eine Gasturbinenanlage insbesondere dem Brennkammerplenum der Anlage zugewandt ist sowie eine Innenseite, die dem Brennkammerinneren zugewandt ist. In der Brennkammerschale sind dann Fluidkanäle vorhanden, die zur der Außenseite der Brennkammerschale hin offene Öffnungen versehen sind, d.h. mit Öffnungen, die nach dem Einbau in eine Gasturbinenanlage in das Brennkammerplenum münden. Außerdem sind Fluidkanäle mit zum Brennkammerinneren hin mündenden Öffnungen vorhanden, die mit den in das Brennkammerplenum mündenden Öffnungen strömungstechnisch verbunden sind. Das strömungstechnische Verbinden der genannten Öffnungen ermög-

licht es, das Temperierfluid nach dem Durchströmen des Austrittsendes der Brennkammerschale in Strömungskanäle zu leiten, die zwischen der Brennkammerschale und zum Brennkammerinneren hin vorgelagerten Hitzeschildelementen gebildet sind. Wenn bspw. Verdichtermittel als Temperierfluid Verwendung findet, kann insbesondere bei stationären Gasturbinenzuständen durch diese Ausgestaltung eine Kühlung der Hitzeschildelemente im an das Austrittsende angrenzenden Bereich der Brennkammer erreicht werden. Bei Brennkammerschalen nach Stand der Technik wäre dies nur mit großem Aufwand zu realisieren.

[0015] Konstruktiv kann das strömungstechnische Verbinden bspw. dadurch erreicht werden dass alle Fluidkanäle außerdem Öffnungen aufweisen, welche in eine Nut münden, die in einem der Turbinenstufe einer Gasturbinenanlage zuzuwendenden Abschnitt des Austrittsendes angeordnet ist und die sich in Umfangsrichtung der Brennkammerschale erstreckt. Die Nut ist mit wenigstens einem Abdeckelement abzudecken und bildet im abgedeckten Zustand zusammen mit dem Abdeckelement einen Strömungskanal. Diese Ausgestaltung ermöglicht es, auf ein bewährtes Dichtkonzept zurückzugreifen, in dem eine Dichtung um das Austrittsende der Brennkammerschale herum angeordnet ist. Die Dichtung hat den Zweck, den Turbinenabschnitt der Gasturbinenanlage gegen den höheren Druck im Brennkammerplenum abzudichten. Ein Versagen der Dichtung würde zu einem Leckmassenstrom führen, mit dem ein weiterer Betrieb der Gasturbinenanlage nicht möglich wäre. Mit dem bewährten Dichtkonzept kann ein Versagen der Dichtung zuverlässig verhindert werden. Die Dichtung kann insbesondere zwischen den in das Brennkammerplenum mündenden Öffnungen der Fluidkanäle und dem Brennkammerausgang angeordnet werden, ohne vom bewährten Dichtkonzept abzuweichen.

[0016] Die erfindungsgemäße Brennkammerschale kann insbesondere als Brennkammeraußenschale einer Ringbrennkammer für Gasturbinenanlagen ausgestattet sein. Eine erfindungsgemäße Gasturbinenanlage umfasst dann ein Brennkammerplenum mit wenigstens einer darin angeordneten Brennkammer und eine der Brennkammer strömungstechnisch nachgeschalteten Turbinenstufe. Die Brennkammer weist wenigstens eine erfindungsgemäße Brennkammerschale auf.

[0017] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Gasturbinenanlage umfasst die Brennkammerschale Fluidkanäle, die an der Außenseite der Brennkammerschale in das Brennkammerplenum mündende Öffnungen aufweisen. Zudem weisen die Fluidkanäle zum Brennkammerinneren hin mündende Öffnungen auf, die mit den in das Brennkammerplenum mündenden Öffnungen strömungstechnisch verbunden sind. Konstruktiv kann dies bspw. realisiert werden, indem alle Fluidkanäle zusätzliche Öffnungen aufweisen, die in eine Nut münden, welche in einem einer Turbinenstufe zuzuwendenden Abschnitt des Austrittsendes vorhanden ist. Durch Abdecken der Nut mittels eines Abdeckelements wird ein

Strömungskanal gebildet. Durch die in der Außenseite der Brennkammerschale angeordneten Öffnungen und die Fluidkanäle kann dann Verdichterluft aus dem Brennkammerplenium in die Nut einströmen. Von der Nut aus kann die Verdichterluft dann durch weitere Fluidkanäle und die dem Inneren der Brennkammer zugewandten Öffnungen in Richtung auf das Innere der Brennkammer weitergeleitet werden. Das Brennkammerplenium kann in dieser Ausgestaltung gegen die Turbinenstufe durch eine das Austrittsende der Brennkammerschale dicht umgebende Dichtung abgedichtet werden. Die Dichtung umgibt das Austrittsende im Bereich zwischen dem der Turbinenstufe zuzuwendenden Abschnitt des Austrittsendes und den in das Brennkammerplenium mündenden Öffnungen der Fluidkanäle. Sie kann insbesondere zwischen einem das Austrittsende der Brennkammerschale umgebenden Turbinenleitschaufelträger und dem Austrittsende der Brennkammerschale angeordnet sein.

[0018] Im erfindungsgemäßen Verfahren zum An- oder Abfahren einer Gasturbinenanlage mit einer Brennkammer, welche einen den Austritt eines heißen Verbrennungsabgases ermöglichenden Brennkammerausgang und eine Brennkammerschale mit einem den Brennkammerausgang umgebenden Austrittsende umfasst, erfolgt während des An- bzw. Abfahrvorgangs ein Temperieren des Austrittsendes.

[0019] Das Temperieren des Austrittsendes verringert die Verformungen und Spannungen im Übergangsbereich zwischen Austrittsende und dem Rest der Brennkammerschale. Im Falle einer radialsymmetrischen Brennkammerschale, wie etwa der Brennkammeraußenschale einer Ringbrennkammer, kann so die bereits zuvor erwähnte Ovalisierung verringert werden. Die Verringerung der Ovalisierung führt außerdem zu einer Verringerung der Relativspalte zwischen der Brennkammerschale und den daran angeschraubten Turbinenleitschaufeln, wodurch sich Kühlkonzepte einfacher realisieren lassen. Zudem wird der Wirkungsgrad der Gasturbinenanlage gesteigert und es tritt eine geringere Belastung von in der Nähe des Austrittsendes angeordneten Schrauben zum Verschrauben von Brennkammerhalbschalen miteinander auf.

[0020] Das Temperieren des Austrittsendes kann dadurch erreicht werden, dass ein Temperierfluid durch im Austrittsende angeordnete Fluidkanäle geleitet wird. Als Temperierfluid kann insbesondere wenigstens ein Teil des Verdichtermassenstroms durch die Fluidkanäle geleitet werden.

[0021] Sowohl die erfindungsgemäße Brennkammerschale als auch das erfindungsgemäße Verfahren führen insgesamt zu einer Erhöhung der Lebensdauer der Brennkammertragstruktur im Bereich des Brennkammerausgangs sowie zu einer Reduzierung der Belastung von in diesem Bereich an der Innenseite der Brennkammerschale angeordneten heißgasführenden Hitzeschildelementen.

[0022] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile

der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren.

[0023] Fig. 1 zeigt eine Gasturbinenanlage in einer teilweise geschnittenen Seitenansicht.

[0024] Fig. 2 zeigt die Brennkammer einer Gasturbinenanlage in einer geschnittenen Seitenansicht.

[0025] Fig. 3 zeigt das Austrittsende einer Brennkammeraußenschale im Detail in einer geschnittenen perspektivischen Ansicht.

[0026] Fig. 4 zeigt einen Ausschnitt des Austrittsendes der Brennkammer in einer vereinfachten perspektivischen Darstellung.

[0027] Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch das Austrittsende der Brennkammer entlang der Linie A-A in Fig. 3.

[0028] Fig. 6 zeigt das Austrittsende der in Fig. 3 perspektivisch dargestellten Brennkammer in einer Draufsicht auf die Schnittebene.

[0029] Die FIG 1 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt. Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 drehgelagerten Rotor 103 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird. Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine beispielsweise torusartige Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer 106, mit mehreren coaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

[0030] Die Ringbrennkammer 106 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hintereinandergeschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

[0031] Jede Turbinenstufe 112 ist beispielsweise aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 113 gesehen folgt im Heißgaskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125.

[0032] Die Leitschaufeln 130 sind an einem Innengehäuse 138 eines Stators 143 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 120 einer Reihe 125 beispielsweise mittels einer Turbinenscheibe 133 am Rotor 103 angebracht sind.

[0033] An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

[0034] Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 105 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 107 geführt und dort mit einem Brennmittel vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 113 in der Brennkammer 110 verbrannt. Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 113 entlang des Heißgaskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den Laufschaufeln 120. An den Laufschaufeln 120 entspannt sich das Arbeitsmedium 113 impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 120 den Rotor 103 antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.

[0035] Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen Belastungen. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums 113 gesehen ersten Turbinenstufe 112 werden neben den die Ringbrennkammer 106 auskleidenden Hitzeschildelementen am meisten thermisch belastet.

[0036] Um den dort herrschenden Temperaturen standzuhalten, können diese mittels eines Kühlmittels gekühlt werden.

[0037] FIG 2 zeigt einen Ausschnitt aus der Ringbrennkammer 110 in einer vergrößerten Darstellung. Die Ringbrennkammer 110 umfasst eine Brennkammeraußenschale 54 sowie Brennkammerinnenschale 64, welche die Brennkammer 51 in Richtung auf die Welle 8 begrenzt. In FIG 2 sind außerdem den Brennkammerschalen zum Brennkammerinneren hin vorgelagerte Hitzeschildelemente 56 zu erkennen. Die Hitzeschildelemente 56 dienen nicht nur dazu, die Brennkammerschalen 54, 64 beim Betrieb der Gasturbinenanlage vor übermäßiger thermischer Beanspruchung zu schützen, sondern auch dazu, die expandierenden heißen Verbrennungsabgase zum Brennkammerausgang 55 zu führen.

[0038] Zwischen den Hitzeschildelementen und den Brennkammeraußenschalen 54, 64 sind Strömungskanäle 57 gebildet, durch die ein Kühlmedium zum Kühlen der Hitzeschildelemente 56 geleitet wird. Das Kühlmedium tritt durch Durchtrittsöffnungen 58 in der Brennkammeraußenschale 54, die in der Nähe des Brennkammerausgangs 55 angeordnet sind (s. FIG 3), in den Strömungskanal 57 zwischen der Brennkammeraußenschale 54 und den Hitzeschildelementen 56 ein und strömt entweder zum Brenner 52, wo es mit dem zugeführten Brennstoff zur Verbrennung vermischt wird oder wird durch Spalte zwischen den Hitzeschildelementen 56 direkt in die Brennkammer 110 eingeleitet, um die Spalte gegen das Eindringen der heißen Verbrennungsabgase zu sperren.

[0039] Als Kühlfluid kommt Verdichterluft zur Anwendung, d.h. wenigstens ein Teil des Verdichtermassenstroms wird über das Brennkammerplenium 53 durch die Zufuhröffnungen 58 in den Strömungskanal 57 zwischen der Hitzeschildelementen 56 und der Brennkammeraußenschale 54 eingeleitet.

[0040] Die verdichtete Luft ist in der Regel bereits vorgewärmt, einerseits aufgrund des Verdichtungsprozesses und andererseits gegebenenfalls auch durch eine Vorwärmvorrichtung, über die Wärme des aus der Turbinenstufe 112 austretenden Abgases an die verdichtete Luft übertragen wird. Wenn ein Vorwärmen mittels einer Vorwärmvorrichtung stattfindet, geht weniger Abwärme des Gasturbinenprozesses nutzlos verloren, sodass sich der Wirkungsgrad der Gasturbinenanlage erhöhen lässt. Außerdem können die Schadstoffemissionen durch Luftvorwärmung vermindert werden. Im Vergleich zur Temperatur der Verbrennungsabgase ist die Temperatur der verdichteten Luft jedoch immer noch niedrig, sodass die-

se gut als Kühlfluid dienen kann.

[0041] Während die vorgewärmte Luft im stationären Zustand der Gasturbinenanlage eine hervorragende Kühlmöglichkeit darstellt, führt sie beim Anfahren der Gasturbinenanlage, also in einem transienten Zustand (Übergangszustand), zu einer Erwärmung der Brennkammerschalen, selbst dann wenn das Vorwärmen lediglich aufgrund der Verdichtung erfolgt.

[0042] Um das Eingangs genannte Problem, dass sich insbesondere die Brennkammeraußenschale 54 im Bereich des Austrittsendes 59 beim Anfahren der Gasturbinenanlage weniger stark erwärmt als die angrenzenden Bereiche der Brennkammeraußenschale 54, sind im Austrittsende 59 Fluidkanäle als Heizkanäle 60, 61 angeordnet, die vom Verdichtermassenstrom durchströmt werden (vgl. Figuren 3 bis 6).

[0043] Einige der Heizkanäle 61 weisen Öffnungen 63 im dem Brennkammerplenium 53 zugewandten Bereich des Austrittsendes 59 und Öffnungen 64 in dem der Turbinenstufe 112 zugewandten Abschnitt 65 des Austrittsendes 59 auf. Der Verlauf dieser Heizkanäle 61 ist in Fig. 5, die einen Schnitt durch das Austrittsende 59 entlang der in FIG 3 dargestellten Linie A-A zeigt, zu erkennen.

[0044] Die übrigen Heizkanäle 60, deren Verlauf in FIG 3 zu erkennen und in FIG 6 vergrößert dargestellt ist, besitzen ebenfalls Öffnungen 64 im der Turbinenstufe 112 zugewandten Abschnitt 65 des Austrittsendes 59. Im Unterschied zu den zuvor genannten Heizkanälen 61 weisen die letztgenannten Heizkanäle 60 jedoch keine Öffnung 63 im dem Brennkammerplenium 53 zugewandten Bereich auf. Stattdessen weisen sie Öffnungen 66 auf, die zum Brennkammerinneren hin münden, insbesondere in die Strömungskanäle 57 zwischen der Brennkammeraußenschale 54 und den Hitzeschildelementen 56.

[0045] Der der Turbinenstufe 112 zugewandte Abschnitt 65 des Austrittsendes 59 ist mit einer sich in Umfangsrichtung der Brennkammerschale 54 erstreckenden Profilvernut 67 versehen, in deren Nutboden 68 die Öffnungen 64 angeordnet sind. Die Profilvernut 67 kann mit einer Abdeckplatte 69 abgedeckt werden, wobei das Profil der Profilvernut 67 derart gewählt ist, dass zwischen dem Nutboden 68 und der Abdeckplatte ein Strömungskanal 70 gebildet wird. Durch diesen Strömungskanal 70 sind Heizkanäle 60 mit den Heizkanälen 61 strömungstechnisch verbunden - und damit die zum Brennkammerplenium 53 hin mündenden Öffnungen 63 mit den zum Brennkammerinneren hin mündenden Öffnungen 66.

[0046] Der Strömungsverlauf 71 des Verdichtermassenstroms als Heizfluid ist in FIG 3 durch Pfeile angedeutet. Der Verdichtermassenstrom tritt durch die dem Brennkammerplenium 53 zugewandten Öffnungen 63 in die Heizkanäle 61 ein, durchströmt diese und tritt durch die im Nutboden 68 angeordneten Öffnungen 64 aus den Heizkanälen 61 aus und in den Strömungskanal 70 ein. Dort wird der Verdichtermassenstrom von der Abdeckplatte 69 (in FIG 3 nicht dargestellt) abgelenkt, sodass

er durch die Öffnungen 64 der Heizkanäle 60 in die Heizkanäle 60 eintritt. Nach dem Durchströmen der Heizkanäle 60 tritt der Verdichtermassenstrom durch die zum Brennkammerinneren hin mündenden Öffnungen 66 in die zwischen der Brennkammeraußenschale 54 und den Hitzeschildelementen 56 gebildeten Strömungskanäle 57 ein, wo er insbesondere bei stationären Gasturbinenzuständen zum Kühlen der Hitzeschildelemente 56 Verwendung finden kann. Er kann dann zum Brenner weitergeleitet oder über Austrittsöffnungen in Hitzeschildelementen 56 oder Spalte zwischen Hitzeschildelementen 56 in die Brennkammer 110 eingeleitet werden.

[0047] Der wie beschrieben durch das Austrittsende strömende vorgewärmte Verdichtermassenstrom führt dazu, dass sich das Austrittsende 59 der Brennkammeraußenschale 54 beim Anfahren der Gasturbinenanlage schneller erwärmt, als ohne Vorhandensein von Heizkanälen 60, 61. Der Temperaturunterschied zwischen dem Austrittsende 59 und den angrenzenden Abschnitten der Brennkammeraußenschale 54 in den ersten Minuten des Anfahrvorganges kann so verringert werden und mechanische Spannungen am Übergang vom Flansch des Austrittsendes 59 zu den angrenzenden Bereichen der Brennkammeraußenschale 54 lassen sich verringern. Dies führt bei der dargestellten Ringbrennkammer zu einer verminderten Ovalisierung des Austrittsendes beim Anfahren der Gasturbinenanlage und damit zu verringerten Relativspalten zwischen der Brennkammer 51 und den daran angebauten Turbinenleitschaufeln. Außerdem kann die Biegebelastung von in der Nähe des Austrittsendes 59 angeordneten Schrauben 62 (vgl. Figur 4), welche beispielsweise zwei Halbschalen 54, 54' miteinander verbinden, verringert werden. Zudem verringert sich die Belastung von Hitzeschildelementen 56, die im Bereich des Austrittsendes 59 mit der Brennkammeraußenschale 54 verschraubt sind.

[0048] Das Austrittsende 59 der Brennkammerschale 54 ist vom Turbinenleitschaufelträger 114 der Turbinenstufe 112 umgeben. Ein Abschnitt 118 des Turbinenleitschaufelträgers 114 (FIG 5 und 6) greift in eine Umfangsnut 119 der Brennkammerschale 54 ein. Um die Turbinenstufe 112, in der ein um ca. 10 bar niedrigerer Druck als im Brennkammerplenum 53 herrscht, gegen den Druck im Brennkammerplenum 53 abzudichten, ist zwischen dem Abschnitt 118 des Turbinenleitschaufelträgers 114 und dem Boden der Umfangsnut 119 eine Dichtung 116 angeordnet, die sich um den gesamten Umfang der Brennkammerschale 54 erstreckt. Dieses Dichtkonzept kommt insbesondere in Gasturbinenanlagen mit Brennkammerschalen ohne Fluidkanäle zum Temperieren des Austrittsendes 59 zur Anwendung und kann ohne Umbau für Gasturbinenanlagen mit erfindungsgemäßen Brennkammerschalen übernommen werden. Vorhandene Erfahrungen bezüglich der Montage, Wartung und Dimensionierung der Dichtung können so übernommen werden. Zudem kann eine gute Dichtleistung gewährleistet werden.

[0049] Alternativ zum zuvor beschriebenen Strö-

mungsverlauf ist es auch möglich, die Strömungsverhältnisse so einzustellen, dass der Verdichtermassenstrom durch die der Turbinenstufe 112 zugewandten Öffnungen 64 des Austrittsendes 59 zur Turbinenstufe hin weitergeleitet wird. In diesem Fall können alle Heizkanäle den in FIG 5 dargestellten Verlauf aufweisen. Eine Profilnut und eine Abdeckplatte sind in dieser Ausgestaltung des Strömungsverlaufes nicht notwendig. In diesem Fall ist jedoch ein angepasstes Dichtkonzept notwendig, um ein Einströmen von Verdichterluft in die Fluidkanäle zu ermöglichen.

[0050] In einer weiteren Alternative zu den zuvor beschriebenen Strömungsverläufen ist es auch möglich, die Strömungsverhältnisse so einzustellen, dass durch die Durchtrittsöffnungen 58 in den Strömungskanal 57 eintretender Verdichtermassenstrom teilweise in die Heizkanäle 60 gelenkt und von diesen an die Turbinenstufe 112 weitergeleitet wird. Auf diese Weise kann der durch die Heizkanäle 60 strömende Verdichtermassenstrom im späteren stationären Zustand der Gasturbinenanlage zum Kühlen des Austrittsendes 59 und der Turbinenstufe 112, etwa der Leitschaufeln in der Turbinenstufe 112, herangezogen werden. In diesem Fall können alle Heizkanäle bspw. den in FIG 8 dargestellten Verlauf aufweisen. Eine Abdeckplatte ist nicht notwendig.

[0051] Die genannten alternativen Strömungsverläufe können auch miteinander kombiniert werden, bspw. indem das Austrittsende 59 entlang des Umfangs der Brennkammeraußenschale 54 in Sektionen eingeteilt wird, in denen jeweils einer der beschriebenen Strömungsverläufe realisiert ist.

[0052] Die mit den Heizkanälen beim Anfahren der Gasturbinenanlage erzielbaren Vorteile ergeben sich sinngemäß auch beim Abfahrvorgang der Gasturbinenanlage und bei anderen transienten Gasturbinenzuständen, sofern diese eine hinreichend große Temperaturänderung mit sich bringen. Beim Abfahrvorgang führen die "Heizkanäle" statt zu einem schnelleren Erwärmen des Austrittsendes, wie dies beim Anfahrvorgang der Fall ist, zu einem schnelleren Abkühlen des Austrittsendes. Auch hierbei werden Spannungen aufgrund inhomogener Temperaturverteilungen verringert.

45 Patentansprüche

1. Brennkammerschale (54) für eine Brennkammer (110) mit einem den Austritt eines heißen Verbrennungsabgases ermöglichenden Brennkammerausgang (55),
wobei die Brennkammerschale (54) ein den Brennkammerausgang (55) umgebendes Austrittsende (59) umfasst,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Austrittsende (59) mit einer Temperiertvorrichtung (60, 61, 70) versehen ist.

2. Brennkammerschale (54) nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Temperiervorrichtung Fluidkanäle (60, 61, 70) umfasst, welche mit einer Temperierfluidzufuhr (53) in Verbindung stehen.

3. Brennkammerschale (54) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Temperierfluidzufuhr zum Zuführen wenigstens eines Teils des Verdichtermassenstromes ausgestaltet ist.

4. Brennkammerschale (54) nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
sie eine Axialrichtung und eine Umfangsrichtung aufweist und dass sich die Fluidkanäle (60, 61) wenigstens teilweise in Axialrichtung durch das Austrittsende (59) erstrecken.

5. Brennkammerschale (54) nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass

- Fluidkanäle (61) vorhanden sind, die mit derart an der Außenseite der Brennkammerschale (54) angeordneten Öffnungen (63) versehen sind, dass die Öffnungen nach dem Einbau der Brennkammerschale in eine Gasturbinenanlage in ein Brennkammerplenum (53) münden,
- Fluidkanäle (60) mit zum Brennkammerinneren hin mündenden Öffnungen vorhanden sind und
- die in der Außenseite der Brennkammerschale (54) angeordneten Öffnungen (63) mit den zum Brennkammerinneren hin mündenden Öffnungen (66) strömungstechnisch verbunden sind.

6. Brennkammerschale (54) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
alle Fluidkanäle (60, 61) Öffnungen (64) aufweisen, die in eine Profilnut münden, welche in einem einer Turbinenstufe (112) zuzuwendenden Abschnitt (65) des Austrittsendes (59) vorhanden ist, und dass wenigstens ein Abdeckelement (69) zum Abdecken der Profilnut (67) vorhanden ist, welches bei Abdeckung der Profilnut (67) mit dieser Zusammen einen Strömungskanal (70) bildet.

7. Brennkammerschale (54) nach einer der vorangehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
ihre Ausgestaltung als Brennkammeraußenschale einer Ringbrennkammer für Gasturbinenanlagen.

8. Gasturbinenanlage
mit einem wenigstens eine Brennkammer (110) beinhaltenden Brennkammerplenum (53) und einem der Brennkammer strömungstechnisch nachgeschalteten Turbinenstufe (112),

dadurch gekennzeichnet, dass

die Brennkammer (110) eine Brennkammerschale (54) nach einem der vorangehenden Ansprüche umfasst.

9. Gasturbinenanlage nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass

- die Brennkammerschale (54) gemäß Anspruch 5 oder Anspruch 6 ausgebildet ist,
- eine das Brennkammerplenum (53) gegen das Brennkammerinnere und die Turbinenstufe (112) abdichtende Dichtung (116) vorhanden ist und
- die Dichtung (116) das Austrittsende (59) der Brennkammerschale (54) im Bereich zwischen den in der Außenseite der Brennkammerschale (54) angeordneten Öffnungen (63) und dem der Turbinenstufe (112) zuzuwendenden Abschnitt (65) des Austrittsendes (59) dicht umgibt.

10. Gasturbinenanlage nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Turbinenstufe (112) einen das Austrittsende (59) der Brennkammerschale (54) umgebenden Turbinenleitschaufelträger (114) umfasst und die Dichtung (116) zwischen dem Turbinenleitschaufelträger (114) und dem Austrittsende (59) der Brennkammerschale (54) angeordnet ist.

11. Verfahren zum Anfahren oder Abfahren einer Gasturbinenanlage mit einer Brennkammer (110), welche einen den Austritt eines heißen Verbrennungsabgases ermöglichenden Brennkammerausgang (55) und eine Brennkammerschale (54) mit einem den Brennkammerausgang (55) umgebenden Austrittsende (59) umfasst,
dadurch gekennzeichnet, dass
während des Anfahrvorganges bzw. des Abfahrvorganges ein Temperieren des Austrittsendes (59) erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
zum Temperieren ein Temperierfluid durch im Austrittsende (59) angeordnete Fluidkanäle (60, 61, 70) geleitet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
als Temperierfluid wenigstens ein Teil des Verdichtermassenstromes durch die Fluidkanäle (60, 61, 70) geleitet wird.

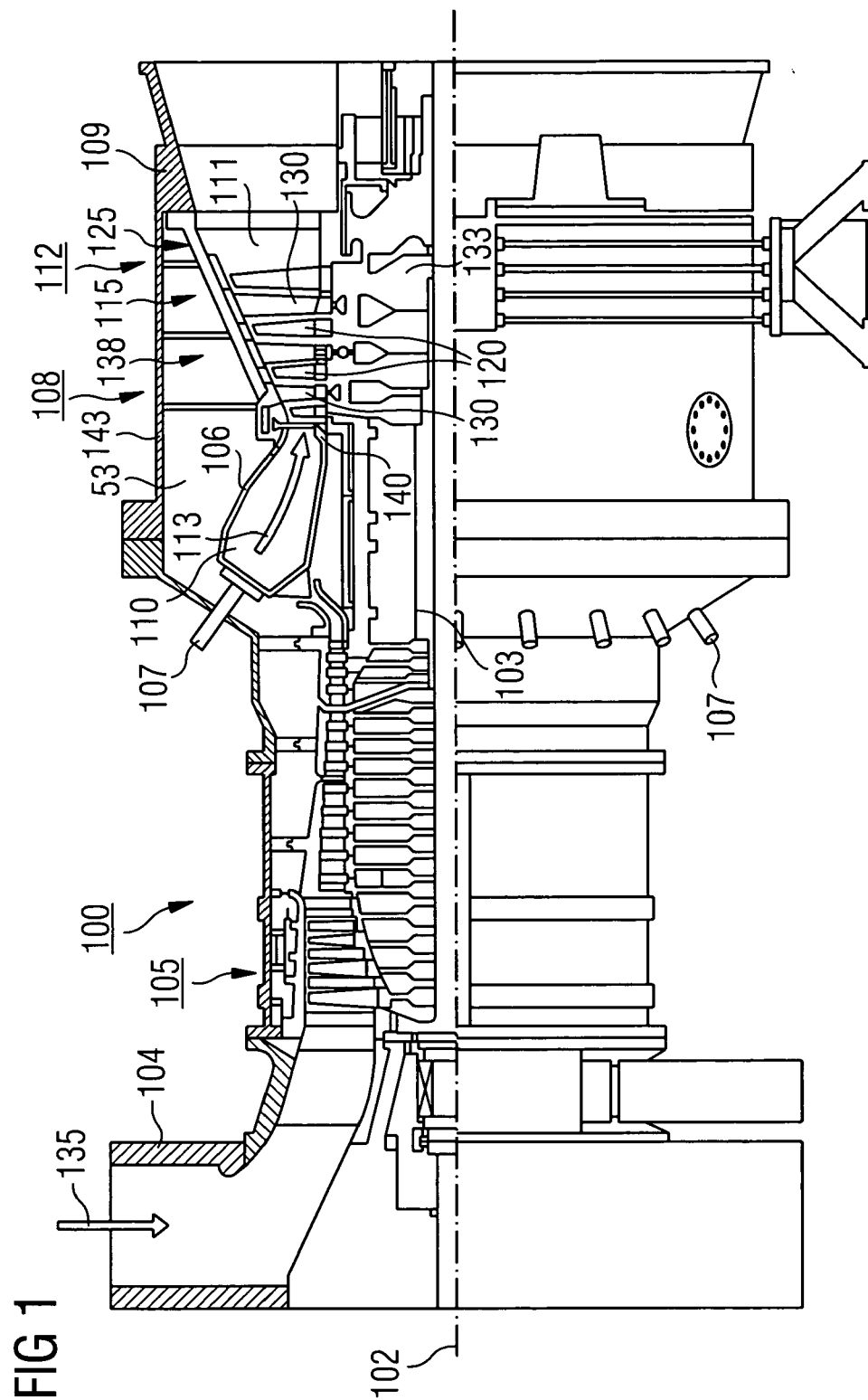


FIG 2

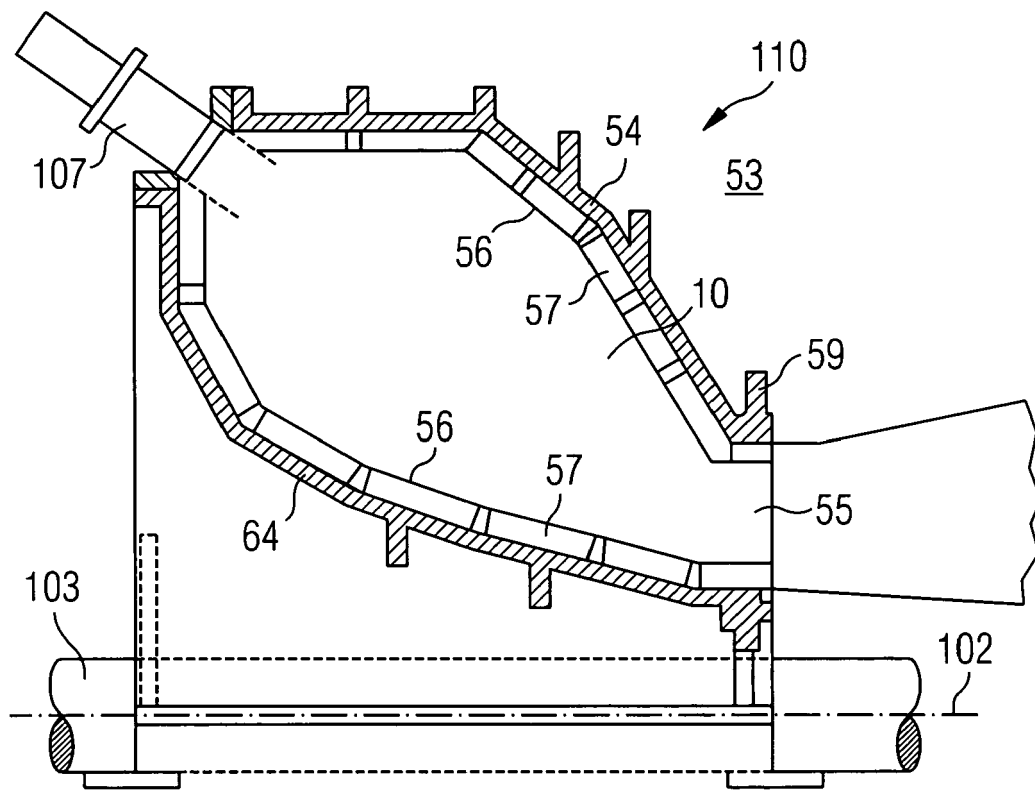


FIG 3

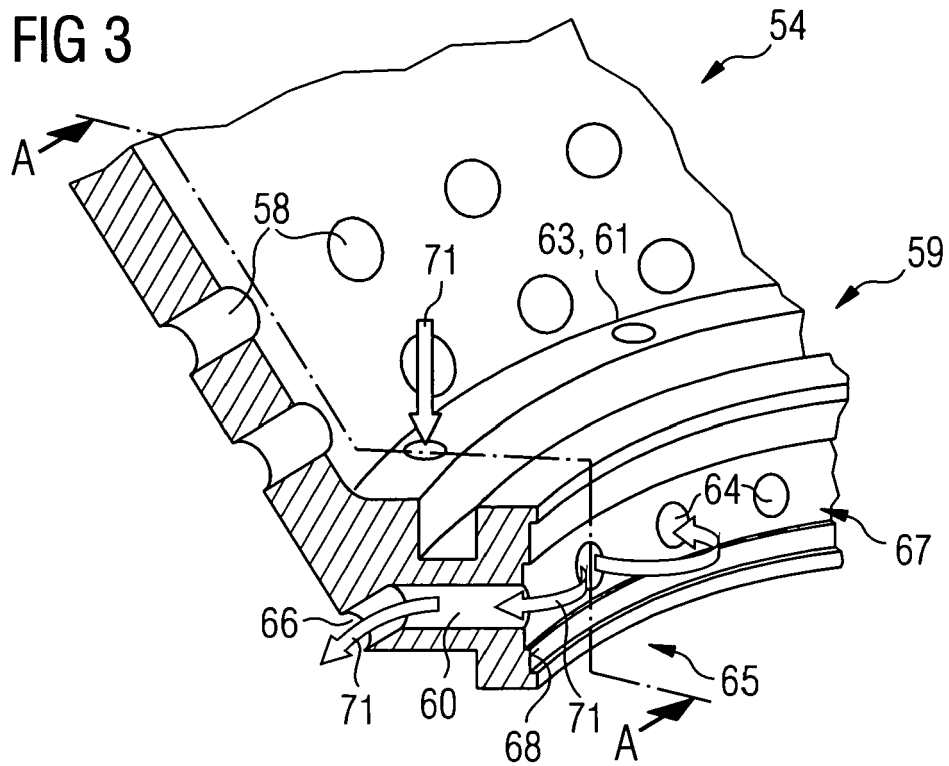


FIG 4

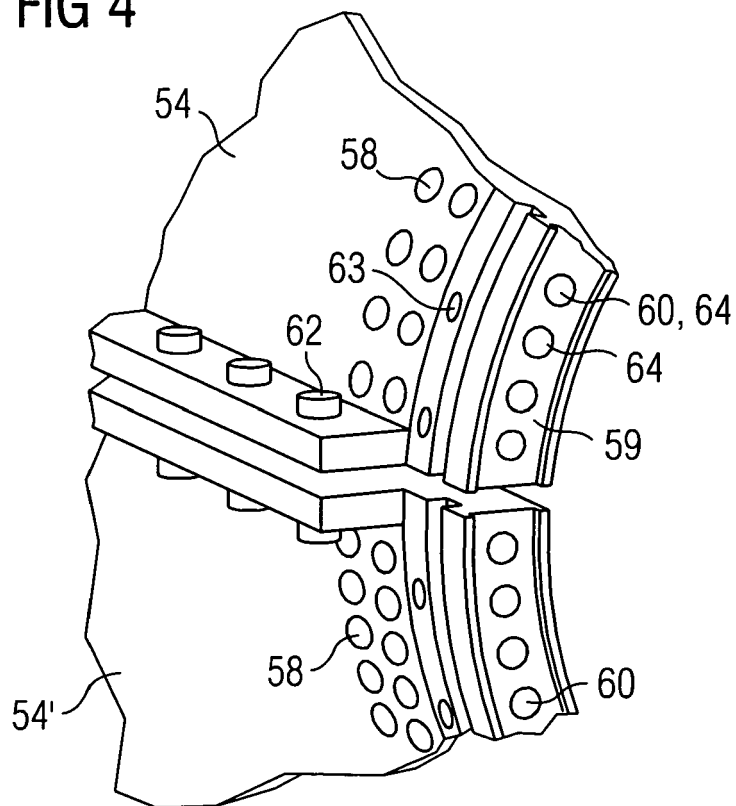


FIG 5

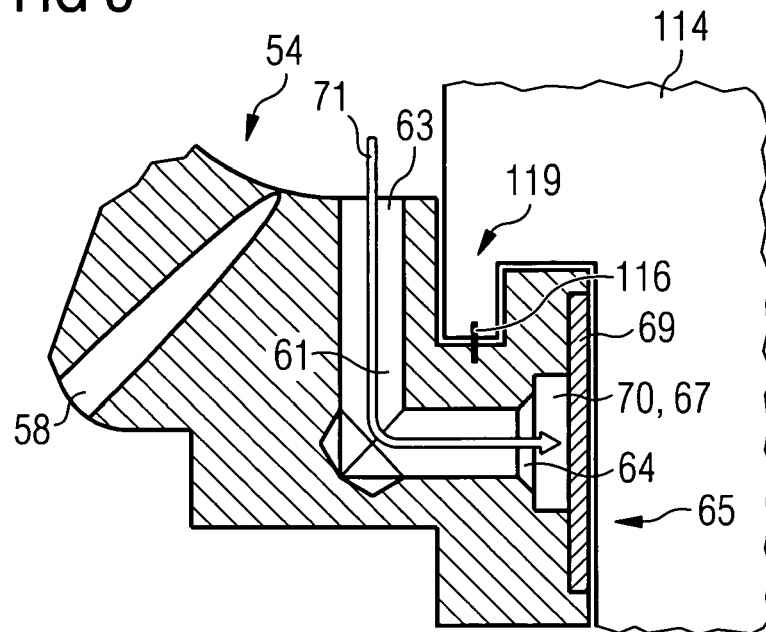
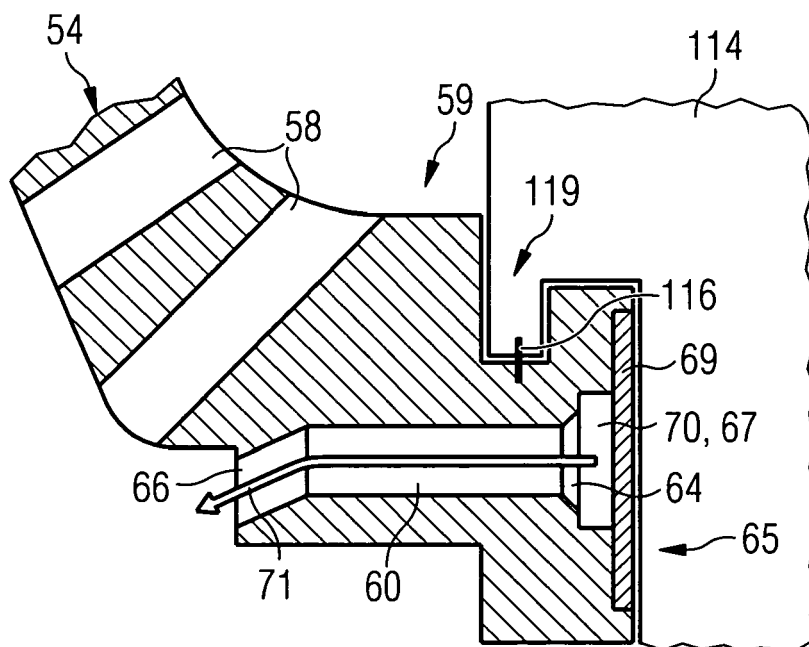


FIG 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 01 0539

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 528 322 A (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 4. Mai 2005 (2005-05-04) * Absatz [0010] - Absatz [0011] * * Absatz [0013] - Absatz [0014]; Abbildungen 1,1B *	1-5,7,8, 11-13	F23M5/08 F23R3/00
X	US 4 480 436 A (MACLIN ET AL) 6. November 1984 (1984-11-06) * Spalte 3, Zeile 19 - Spalte 4, Zeile 13 * * Spalte 5, Zeile 28 - Spalte 6, Zeile 6; Abbildungen 2,4 *	1-5,7,8, 11-13	
X	US 4 901 522 A (COMMARET ET AL) 20. Februar 1990 (1990-02-20) * Spalte 2, Zeile 24 - Spalte 4, Zeile 46; Abbildungen 1-4 *	1-5,7,8, 11-13	
A	EP 1 239 117 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD) 11. September 2002 (2002-09-11) * Absatz [0015] - Absatz [0020]; Abbildungen 2,3 *	1,11	
A	WO 98/13645 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; GROSS, HEINZ-JUERGEN; SCHULTEN, WILHELM) 2. April 1998 (1998-04-02) * das ganze Dokument *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 31. Januar 2006	Prüfer Theis, G
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>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</p> <p>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</p>			

3
EPO FORM 1503 03.82 (P4C03)

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

EP 05 01 0539

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.

31-01-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1528322 A	04-05-2005	JP 2005127705 A	19-05-2005
		US 2005086940 A1	28-04-2005

US 4480436 A	06-11-1984	KEINE	

US 4901522 A	20-02-1990	DE 3861318 D1	31-01-1991
		EP 0321320 A1	21-06-1989
		FR 2624953 A1	23-06-1989

EP 1239117 A	11-09-2002	CA 2372070 A1	16-08-2002
		JP 2002243154 A	28-08-2002
		US 2002112483 A1	22-08-2002

WO 9813645 A	02-04-1998	EP 0928396 A1	14-07-1999
		JP 2001504565 T	03-04-2001
		RU 2190807 C2	10-10-2002
		US 6047552 A	11-04-2000

EPO FORM P0461

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