

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 717 419 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

02.11.2006 Patentblatt 2006/44

(51) Int Cl.:

F01D 11/24 ^(2006.01)**F01D 19/02** ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **05009380.6**(22) Anmeldetag: **28.04.2005**

(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:

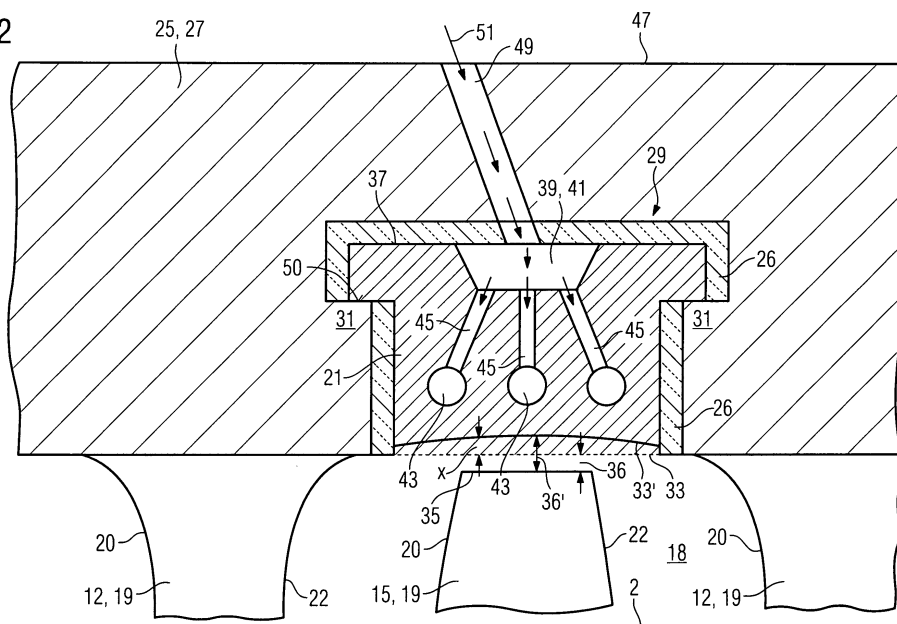
- Buchal, Tobias, Dr.
40489 Düsseldorf (DE)
- Hülsemann, Gerhard
46145 Oberhausen (DE)
- Milazar, Mirko
46049 Oberhausen (DE)

- Minninger, Dieter
46535 Dinslaken (DE)
- Neubauer, Michael
13591 Berlin (DE)
- Nimptsch, Harald
45136 Essen (DE)
- Pütz, Heinrich
53804 Much (DE)
- Qian, Kang, Dr.
45479 Mülheim an der Ruhr (DE)
- Reichert, Arnd, Dr.
45481 Mülheim an der Ruhr (DE)
- Vosberg, Volker, Dr.
45481 Mülheim an der Ruhr (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Einstellung eines Radialspaltes einer axial durchströmten Strömungsmaschine und Verdichter**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbesserung des Warmstartverhaltens einer Strömungsmaschine. Durch die Einstellung eines zwischen einer Anstreifkante (35) eines Schaufelprofils und einer dieser gegenüberliegenden Führungsfläche (33) gebildeten

Radialspaltes (36), bei der ein die Führungsfläche (33) bildender Führungsring (21, 23) mit einem Kühlmittel (51) beaufschlagbar ist, kann das Warmstartverhalten verbessert werden, indem der Führungsring (21, 23) vor dem Start der Maschine gekühlt wird.

FIG 2**EP 1 717 419 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung eines zwischen einer Anstreifkante eines Schaufelprofils und einer dieser gegenüberliegenden Führungsfläche gebildeten Radialspaltes einer axial durchströmten Strömungsmaschine, bei der ein die Führungsfläche bildender Führungsring mit einem Kühlmittel beaufschlagbar ist. Ferner betrifft die Erfindung einen Verdichter.

[0002] Hierzu ist aus der Offenlegungsschrift DE 199 38 274 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur gezielten Radialspalteinstellung zwischen Stator- und Rotoranordnungen einer Gasturbine bekannt. Die konstruktionsbedingten Radialspalte sind zwischen den rotierbaren Laufschaufeln des Rotors der Strömungsmaschine und den ihr am Stator drehfest gegenüberliegenden Führungsflächen gebildet. Die Führungsflächen dienen zur Führung des Arbeitsmediums und werden von in Umfangsrichtung unterteilten Ringsegmenten geformt, welche sich coaxial als Führungsring um die Drehachse des Rotors in Axialrichtung erstrecken. Beim Betrieb der Gasturbine bewegen sich die Laufschaufeln des Rotors im Abstand zu den Führungsflächen. Umgekehrt können auch freistehende Leitschaufeln gegenüber einer am Rotor angeordneten, rotierenden konischen oder zylindrischen Führungsfläche mit dieser jeweils einen Radialspalt formen. Um den Wirkungsgrad der Gasturbine weiter zu optimieren, sind die Radialspalte so klein wie möglich auszubilden. Aus der vorgenannten Offenlegungsschrift ist es bekannt, Führungsringe durch zur Radialrichtung schräg angeordnete Haltepartner an einem Stator zu befestigen und diesen während des Betriebes der Gasturbine aufgrund der thermischen Materialausdehnung des Führungsringes in Richtung der Laufschaufelenden hin zur Verkleinerung des Radialspaltes zu verschieben.

[0003] Ähnliches offenbart die EP 1 163 430 B1. Ein einer Spitze einer Turbinenlaufschaufel gegenüberliegendes Führungselement biegt sich aufgrund der thermischen Dehnungen, den Radialspalt verkleinernd, während des Betriebes der Gasturbine in Richtung der Laufschaufelspitze durch. Gleichzeitig kann das Führungselement von der Rückseite her mit Kühlluft beaufschlagt werden, damit es den im Strömungskanal herrschenden Temperaturen standhalten kann.

[0004] Zudem ist aus GB 2 397 102 A bekannt, den Führungsring einer Turbine gegenüber der Tragstruktur zu isolieren.

[0005] Ferner ist bekannt, dass die das Spaltmaß bestimmenden konstruktiven Parameter für den Warmstart einer Gasturbine ausgelegt werden, um dem kleinstmöglichen Betriebsspalt, d.h. Radialspalt gerecht zu werden. Nach dem Abfahren der Gasturbine kühlt das Gehäuse vergleichsweise schnell gegenüber dem Rotor der Gasturbine ab. Das Gehäuse bzw. die Führungsringe schrumpfen aufgrund ihrer Abkühlung auf ihre ursprüngliche Konstruktionsgröße zurück, wobei der noch warme

Rotor vorerst aufgrund der in ihm gespeicherten Wärme ausgedehnt bleibt und verzögert auskühlt und schrumpft. Es entsteht der so genannte Einschnüreffekt. Diese Situation kann dazu führen, dass der Radialspalt sich verringert und die Schaufeln des Rotors das Gehäuse bzw. den Führungsring berühren oder sogar anstreifen, was dauerhaft den Radialspalt vergrößert oder sogar Schaufeln beschädigen kann. Ein vergrößerter Radialspalt führt zu erhöhtem Brennstoffverbrauch, beschädigte Schaufeln können eine vorzeitige Wartung mit entsprechenden Mehrkosten erforderlich machen.

[0006] Während des Startens, d.h. Hochfahrens der Gasturbine führen die auf die Laufschaufeln einwirkenden Fliehkräfte eine weitere Dehnung dieser herbei, die den vor dem Start der Gasturbine noch vorhandenen Radialspalt schließen und das schädliche und ungewollte Anstreifen der Schaufeln bewirken kann.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, welches das Warmstartverhalten der Strömungsmaschine zur Erhöhung der Verfügbarkeit verbessert und gleichzeitig den Wirkungsgrad zu erhöhen. Zudem ist es Aufgabe der Erfindung, dazu einen Verdichter anzugeben.

[0008] Die auf das Verfahren gerichtete Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 und die auf den Verdichter gerichtete Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 7 gelöst.

[0009] Die Lösung schlägt vor, dass vor dem Start der Strömungsmaschine der Führungsring mit Kühlmittel beaufschlagt wird. Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, dass die Warmstartbedingungen der Strömungsmaschine durch die Beeinflussung des Radialspaltes verbessert werden, indem bei einer noch warmen oder aufgeheizten, jedoch nicht im Betrieb befindlichen Strömungsmaschine das Spaltmaß der Radialspalte durch das vorgeschlagene Verfahren vergrößert wird, verglichen mit dem Spaltmaß des Radialspaltes einer aus dem Stand der Technik bekannten Gasturbine im identischen Zustand. Der im Querschnitt hammerförmige Führungsring ist über den Umfang durch aneinander liegende Ringsegmente gebildet. Da der den Laufschaufeln (oder den Leitschaufeln) gegenüberliegende Führungsring radial weiter außen (bzw. innen) festliegt, führt seine Beaufschlagung mit Kühlmittel zu einer Verschiebung der Führungsflächen, die weg von den gegenüberliegenden Anstreifkanten der Schaufeln gerichtet ist. Die so erzielte Vergrößerung der Radialspalte hat eine Verringerung des beschriebenen Einschnüreffekts und der Gefahr des Anstreichens zur Folge, was das Warmstartverhalten der Strömungsmaschine signifikant verbessert, d. h. die Strömungsmaschine könnte frühzeitiger - bezogen auf ihren vorherigen Abfahrzeitpunkt - gestartet werden.

[0010] Zudem brauchen die Radialspalte nicht mehr nach dem Warmstart als ungünstigen Betriebsstart dimensioniert zu werden.

[0011] Das Kühlen der warmen Führungsringe vergrößert die Radialspalte der betriebslosen Strömungsmaschine.

schine. Die für diesen Zustand gewonnene Radialspaltvergrößerung kann anstatt zur Verbesserung des Warmstarts auch teilweise genutzt werden, um die Radialspalte einer im betriebslosen und kalten Zustand, d.h. einer auf Umgebungstemperatur befindlichen Strömungsmaschine kleiner auszulegen, bezogen auf eine aus dem Stand der Technik bekannte Strömungsmaschine.

[0012] Dies wirkt sich vorteilhaft auf den Betrieb, insbesondere auf den stationären Betrieb der Strömungsmaschine, insbesondere bei einem Verdichter und bei einer Turbineneinheit aus. In diesem Betriebszustand wird das erfindungsgemäße Verfahren nicht mehr angewendet, so dass sich die Radialspalte wieder verkleinern. Die Verkleinerung der konstruktionsbedingten Radialspalte mindern wirkungsgradsteigernd die Verluste im Arbeitsmedium beim Betrieb, die durch den ungenutzten Leakagestrom durch den Radialspalt hinweg entstehen, insbesondere bei höher werdenden Druckverhältnissen des Arbeitsmedium im Strömungskanal.

[0013] Vorteilhafte Ausgestaltungen werden in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

[0014] Nach dem (Warm-)Start der Strömungsmaschine wärmt sich sowohl der Rotor als auch das Gehäuse der Strömungsmaschine mit anhaltender Betriebsdauer bis zu einer maximalen Betriebstemperatur auf. Dabei dehnen sich sowohl Gehäuse als auch Rotor, sodass die Gefahr des Einschnürens nicht mehr besteht. Demnach ist das Verfahren besonders vorteilhaft, wenn während des Starts der Strömungsmaschine die Beaufschlagung des Führungsringes mit Kühlmittel eingestellt wird. Nach Erreichen der maximalen Betriebstemperatur sind die temperaturbedingten Dehnungen der Strömungsmaschine, d. h. der Stator und der Rotor, abgeschlossen. Folglich heizt sich auch der Führungsring auf, so dass sich dieser ausdehnt und seine Führungsfläche in Richtung der Anstreifkanten der Schaufeln verschiebt, was zu einer wirkungsgradsteigernden Verkleinerung der Radialspalte führt. Insbesondere, wenn die Strömungsmaschine als Verdichter einer Gasturbine ausgestaltet ist, bei der die Führungsringe während des Betriebs üblicherweise ungekühlt sind, kann dies vorteilhaft eingesetzt werden.

[0015] Von besonderem Vorteil ist es, wenn das Kühlmittel einer externen Kühlmittelquelle entnommen wird. Üblicherweise wird bei einer als Gasturbine ausgebildeten Strömungsmaschine Kühlmittel in Form von Kühlluft dem Verdichter entnommen. Da das Verfahren doch vor dem Start der Gasturbine eingesetzt wird, ist dies nicht möglich. Somit muss eine externe Kühlmittelquelle, beispielsweise ein separat angetriebener Hilfsverdichter oder externes Gebläse zur Bereitstellung des Kühlmittels zur Kühlung der Führungsringe vor dem Warmstart der Gasturbine eingesetzt werden.

[0016] Bevorzugtermaßen kann nach dem Start der Strömungsmaschine der Führungsring mit einem Heizmittel beaufschlagt werden. Dies ist insbesondere von Vorteil, wenn die Strömungsmaschine beispielsweise ein

Verdichter oder eine Turbine einer Gasturbine ist und die aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren, bei denen Materialdehnungen des Führungsringes zur Einstellung des Radialspaltes eingesetzt werden, auf den Führungsring eines Verdichters angewendet wird. Vorzugsweise kann als Heizmittel Luft oder Dampf eingesetzt werden. Durch die Beheizung des Führungsringes wächst dessen Führungsfläche der Anstreifkante der Schaufeln entgegen und verkleinert somit den von ihnen eingeschlossenen Radialspalt.

[0017] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung erläutert.

[0018] Es zeigen dabei:

FIG 1 einen Längsteilschnitt durch eine als Gasturbine ausgebildete Strömungsmaschine mit einem Verdichter und einer Turbineneinheit und

FIG 2 das Detail X der FIG 1, ein Führungsring im Querschnitt mit einer gegenüberliegenden Schaufelspitze.

[0019] FIG 1 zeigt beispielhaft für eine Strömungsmaschine 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 das Abgasgehäuse 9. Die Ringbrennkammer 6 bildet einen Verbrennungsraum 17, der mit einem ringförmigen Strömungskanal 18 kommuniziert. Dort bilden vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 10 die Turbineneinheit 8. Jede Turbinenstufe 10 und jede Verdichterstufe ist aus zwei Schaufelringen gebildet.

[0020] In der Turbineneinheit 8 in Strömungsrichtung eines Heißgases 11 gesehen, folgt im Strömungskanal 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. Am Rotor 3 ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine angekoppelt (nicht dargestellt).

[0021] Dagegen wird im Verdichter 5 eine Verdichterstufe von einer Laufschaufelreihe 13 mit einem in Strömungsrichtung der zu verdichtenden Luft nachfolgenden Kranz von Leitschaufel 12 gebildet.

[0022] Der Laufschaufel 15 liegt radial außen ein Führungsring 21 und der Leitschaufel 12 radial innen ein Führungsring 23 gegenüber. Die Führungsringe 21, 23 begrenzen den sich in Axialrichtung des Rotors 3 erstreckenden Strömungskanal 18 in Radialrichtung. Die Führungsringe 21, 23 können aus über den Umfang aneinander liegenden Ringsegmenten gebildet sein.

[0023] Nach dem Start der Gasturbine 1 und durch das im Strömungskanal 18 strömende Arbeitsmedium heizen sich alle Komponenten der Gasturbine 1 auf. Aufgrund

des Temperaturanstiegs dehnen sich diese Komponenten, also auch der Rotor 3, die Laufschaufel 15, die Leitschaufeln 12 und das Innengehäuse 27 gegenüber ihrem kalten Zustand aus.

[0024] Wenn die Gasturbine 1 vollständig aufgeheizt ist und sich eine nicht mehr verändernde Temperaturverteilung eingestellt hat, sind auch alle temperaturbedingten Dehnungen abgeschlossen. Die Gasturbine 1 befindet sich dann in einem stationären Zustand.

[0025] FIG 2 zeigt das Detail II aus FIG 1, einen Querschnitt durch einen Führungsring 21 mit einer gegenüberliegenden Schaufel, nachdem alle temperaturbedingten Dehnungen abgeschlossen sind. Dabei kann die in FIG 2 gezeigte Vorrichtung sowohl in der Turbineneinheit 8 und/oder im Verdichter 5 der Gasturbine 1 vorgehen sein.

[0026] Die Schaufeln weisen jeweils ein im Querschnitt tropfenförmiges Schaufelprofil 19 auf, welches eines von einem Arbeitsmedium anströmbare Vorderkante 20 und eine Hinterkante 22 aufweist.

[0027] Eine sich zur Drehachse 2 der Gasturbinenrotors 3 zylindrisch oder konisch erstreckende Wand 25 bildet einen Teil eines drehfesten Innengehäuses 27. Die Wand 25 umschließt den ringförmigen Strömungskanal 18. Im Innengehäuse 27 bzw. in der Wand 25 ist eine in Umfangsrichtung laufende und im Querschnitt hammerförmige Nut 29 eingearbeitet, in der der Führungsring 21 angeordnet ist. Somit umgreift auch der Führungsring 21 den Strömungskanal 18 coaxial zur Drehachse 2 des Rotors 3.

[0028] Zwischen der Wand 25 und dem Führungsring 21 kann eine Isolierschicht 26 ausgebildet sein, welche den Führungsring 21 thermisch gegenüber der Wand 25 abschirmt und isoliert, damit die Wand 25 bzw. das Innengehäuse 27 nicht ebenfalls in Richtung der Schaufel schrumpft.

[0029] Der Führungsring 21 ist dabei aus einem Material gefertigt, welches unter Einwirkung von Wärme, d.h. einer Temperaturerhöhung, sich ausdehnt, vorzugsweise sich dabei mehr ausdehnt als die Wand 25 bzw. das Innengehäuse 27, d.h. der Führungsring 21 weist einen größeren Wärmedehnkoeffizienten auf als die Wand 25 bzw. das Innengehäuse 27.

[0030] Der Führungsring 21 ist im wesentlichen zur hammerförmigen Nut 29 korrespondierend ausgebildet und liegt rückseitig unmittelbar, oder wie dargestellt, über die Isolierschicht 26 am Nutgrund der Nut 29 und vorderseitig an einer Anlagefläche 50 der Hinterschneidung 31 an, so dass der Führungsring 21 festliegt. Die Anlagefläche 50 bestimmt die radiale Position des Führungsringes 21 und ist dabei radial weiter außen (oder innen) angeordnet als die den Spitzen der Laufschaufeln 15 (bzw. Leitschaufeln 12) gegenüberliegende Führungsfläche 33.

[0031] Der dem Strömungskanal 18 zugewandten Führungsfläche 33 des Führungsringes 21 liegt die Laufschaufel 15, insbesondere deren Anstreifkante 35 gegenüber. Zwischen der Anstreifkante 35 jeder Lauf-

schaufel 15 und der Führungsfläche 33 ist ein Radialspalt 36 geformt. Beim Betrieb der Gasturbine dreht sich die Laufschaufel 15 unter der Fläche 33 hinweg, hierzu ist zur Verdeutlichung die Drehachse 2 - an nicht maßstabsgetreuer Lage - angedeutet.

[0032] Auf der bezogen zur Führungsfläche 33 rückseitigen Fläche 37 des Führungsringes 21 ist eine Nut 39 eingearbeitet, die mit der Wand 25 oder, sofern vorhanden, mit der Isolierschicht 26 einen sich in Umfangsrichtung verlaufenden, d.h. ringförmigen Versorgungskanal 41 formen.

[0033] Ferner erstrecken sich in Umfangsrichtung, d.h. coaxial zur Drehachse 2, mehrere, vorzugsweise drei Kühlkanäle 43, welche über radiale Verbindungskanäle 45 mit dem Versorgungskanal 41 kommunizieren.

[0034] Von der dem Strömungskanal 18 abgewandten Seite 47 der Wand 25 erstreckt sich durch diese ein Zuführungskanal 49, welcher im Versorgungskanal 41 mündet.

[0035] Nach dem Abschalten der Gasturbine 1 kühlt das Gehäuse schneller aus als der Rotor 3, so dass die Dehnungen des Gehäuses schneller abnehmen bzw. zurückgehen und den noch warmen und somit mehr ausgedehnten Rotor 3 einschnüren. Hierdurch verringert sich das Spaltmaß des Radialspalts 36.

[0036] Im Falle eines frühzeitigen Starts der noch warmen Gasturbine 1, d.h. beim Warmstart, bedingen die auf den Rotor 3 und die Laufschaufeln 15 und einwirkenden Fliehkräfte ein zusätzliches radiales Wachstum, was den Radialspalt 36 derart verkleinern kann, dass die Anstreifkanten 35 an der Führungsfläche 33 schadhaf anstreifen können.

[0037] Hier setzt die Erfindung ein. Vor der Wiederaufnahme des Betriebs der noch warmen Gasturbine wird durch den Zuführungskanal 49 dem Versorgungskanal 41 Kühlmittel 51 zugeführt, welches von dort aus über die Verbindungskanäle 45 in den Kühlkanäle 43 gelangt und den Führungsring 21 kühlt. Das Kühlmittel 51 nimmt die im Führungsring 21 noch gespeicherte Wärme auf und wird anschließend über nicht gezeigte Öffnungen entweder in den Strömungskanal 18 ausgeblasen werden oder über ebenso nicht dargestellte Rückführkanäle aus dem Maschineninneren nach Außen zurückgeführt. Durch den Abtransport der insbesondere führungsflächennahen Wärme aus dem Führungsring 21 gehen die temperaturbedingten Materialdehnungen des Führungsringes 21 zurück. In Verbindung mit seiner radial außen in der Nut 29 festgelegten örtlichen Lage verschiebt sich die den Strömungskanal 16 begrenzende Führungsfläche 33 radial nach außen in die Position 33'. Als Folge dessen vergrößert sich der Radialspalt 36 um den Abstand X zu 36', wodurch die Gefahr des Anstreifens der Laufschaufeln 15 an der Führungsfläche 33 bzw. 33' im Falle des Warmstarts sich verringert. Dieser Effekt kann genutzt werden, um die Zeitdauer zwischen dem Abfahren bzw. Ausschalten und dem Warmstart der Gasturbine zu verkürzen.

[0038] Das Verfahren ist besonders wirkungsvoll,

wenn der Führungsring 21 gegenüber der Wand 25 isoliert ist. Bei dieser Ausgestaltung wird lediglich der Führungsring 21 gekühlt, und nicht darüber hinaus noch die Wand 25. Dies führt zu einer besonders effizienten Kühlung des Führungsrings 21 und verhindert, dass die Wand 25 sich ebenfalls gleichartig mitbewegt. Damit wird sichergestellt, dass nur der Führungsring 21 seine wärmebedingten Dehnungen zurücknimmt.

[0039] Nach bzw. während des Starts, also während des Anfahrprozesses der Gasturbine 1 erwärmt sich das Gehäuse und dehnt sich. Das Gehäuse und auch das Innengehäuse 27 verschieben sich radial nach außen. Die Gefahr des Anstreichens der Laufschaufeln 15 mit ihrer Anstreifkante 35 an der Führungsfläche 33 der Führungsringe 21 ist vermindert, so dass nach einer vorbestimmten Betriebsdauer die Kühlung der Führungsringe 21 eingestellt werden kann.

[0040] Gleichzeitig heizt sich die Gasturbine 1 weiter auf, bis eine sich nicht mehr verändernde Temperaturverteilung in ihr eingestellt hat.

[0041] Sofern das Material des Führungsrings 21 eine weitere Temperaturerhöhung erlaubt, kann sogar anstelle des Kühlmittels 51 während des Betriebes der Gasturbine 1 ein Heizmittel durch die Kanäle 49, 41, 45 geleitet werden. Eine weitere Temperaturerhöhung des Führungsrings 21 ruft eine zusätzliche Dehnung in Radialrichtung hervor, mit der der Radialspalt 36 weiter verringert wird. Dies führt zu einer Wirkungsgradsteigerung, da weniger Arbeitsmedium - im Verdichter 5 das zu komprimierende Gas und das in der Turbineneinheit 8 das expandierende Heißgas 11 - durch den verkleinerten Radialspalt 36 ungenutzt entweichen kann.

[0042] Der Radialspalt 36 kann nicht nur zwischen einer radial außen liegenden Führungsfläche 33 und einer Laufschaufel 15 gebildet sein, sondern er kann auch zwischen der drehfesten Leitschaufel 12 und der am Rotor 3 angeordneten Führungsfläche 23 liegen. Demnach wäre Wand 25 Teil des Rotors 3, so dass dem Führungsring 23 eine Leitschaufel 12 gegenüberliegt. In diesem Fall ändern sich auch die Verschiebrichtungen von außen nach innen.

[0043] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Veränderung der Radialspalte 36 ist besonders für Verdichter 5 geeignet. Es kann aber auch in der Turbineneinheit 8 zum Einsatz kommen.

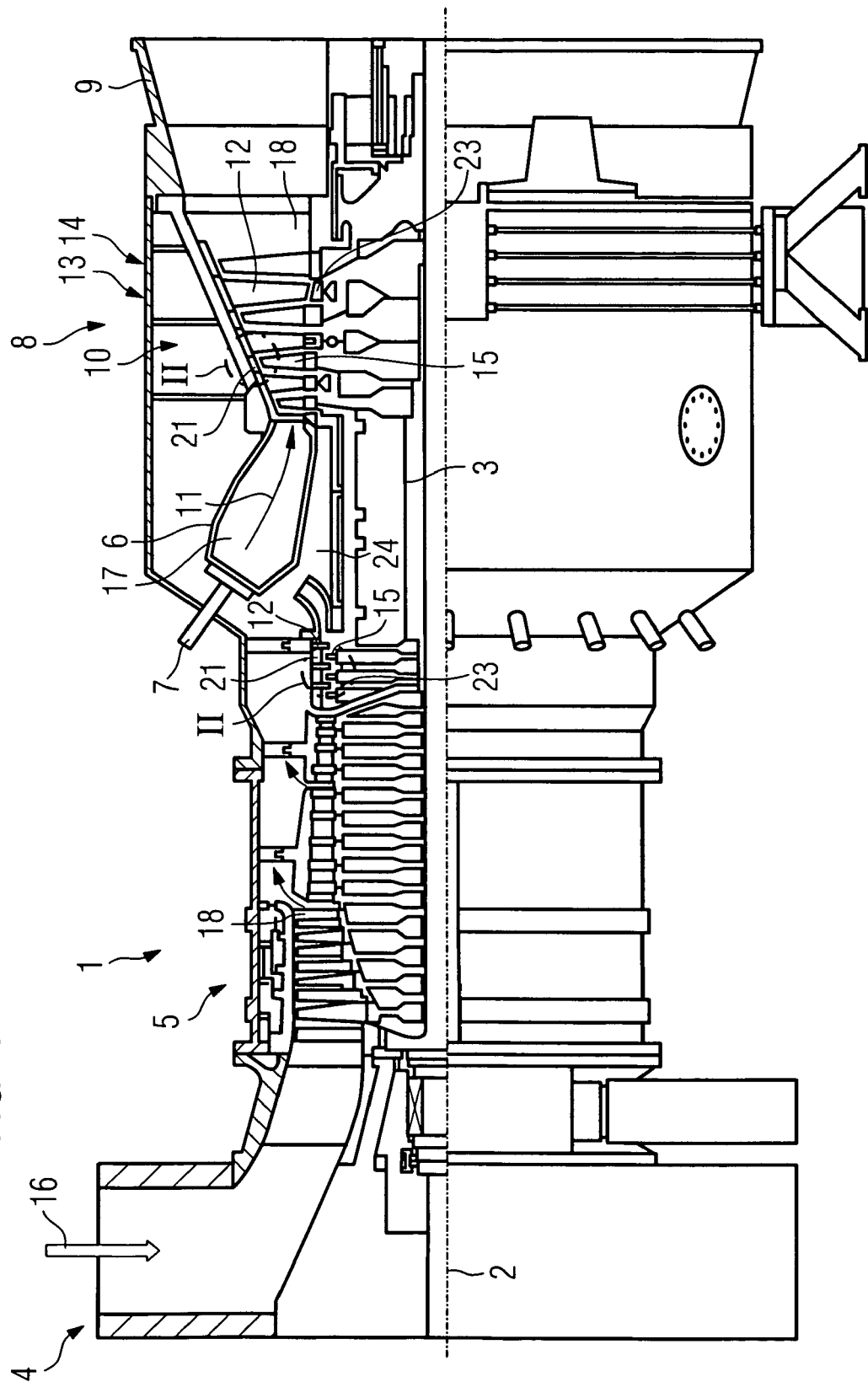
Patentansprüche

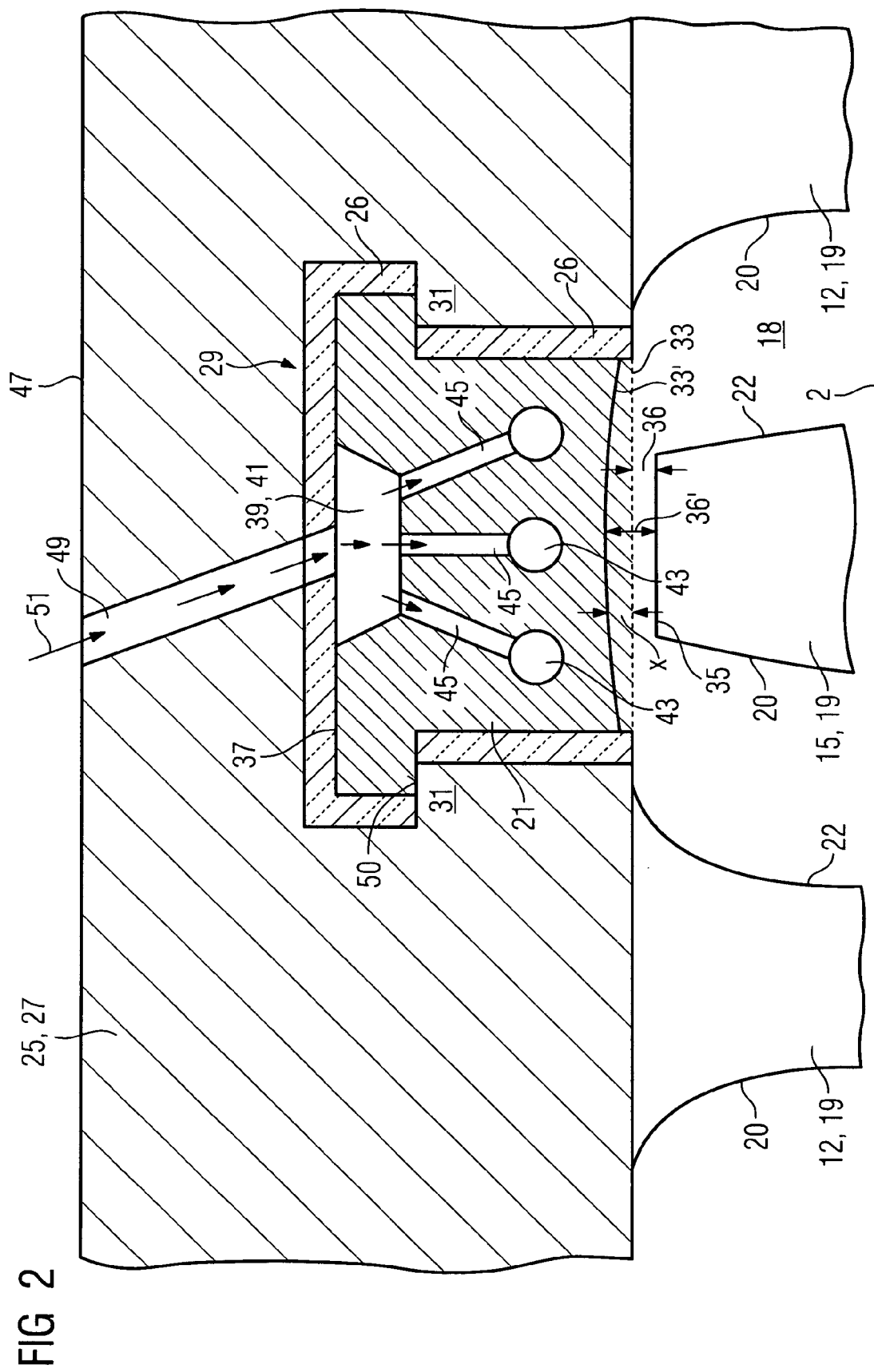
1. Verfahren zur Veränderung eines zwischen einer Anstreifkante (35) einer Schaufel und einer dieser gegenüberliegenden Führungsfläche (33) gebildeten Radialspaltes (36) einer axial durchströmten Strömungsmaschine, bei der ein die Führungsfläche (33) bildender Führungsring (21, 23) mit einem Kühlmittel (51) beaufschlagbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

vor dem Start der Strömungsmaschine der Führungsring (21, 23) mit Kühlmittel (51) beaufschlagt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem während des Starts der Gasturbine die Beaufschlagung des Führungsrings (21, 23) mit Kühlmittel (51) eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Kühlmittel (51) einer externen Kühlmittelquelle entnommen wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem als Kühlmittel (51) Luft oder Wasser eingesetzt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem nach dem Start der Strömungsmaschine der Führungsring (21, 23) mit einem Heizmittel beaufschlagt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem als Heizmittel Luft oder Dampf eingesetzt wird.
7. Verdichter (5) mit einer Vorrichtung zur Veränderung eines zwischen einer Anstreifkante (35) einer Schaufel und einer dieser gegenüberliegenden Führungsfläche (33) gebildeten Radialspaltes (36) des axial durchströmten Verdichters (5), bei der ein die Führungsfläche (33) bildender Führungsring (21, 23) an einer Tragstruktur befestigt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Führungsring (21, 23) mit einem Kühlmittel (51) beaufschlagbar ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der der Führungsring (21, 23) gegenüber der Tragstruktur thermisch isoliert ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, bei der der Führungsring (21, 23) einen größeren Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist als die Tragstruktur.
10. Vorrichtung nach Anspruch 7, 8 oder 9, bei der die Tragstruktur eine Anlagefläche (50) aufweist, an der ein Führungsring (21, 23) anliegt und die Anlagefläche (50) radial weiter außen (oder innen) angeordnet als die den Anstreifkanten (35) der Laufschaufeln (15) (bzw. Leitschaufeln (12)) gegenüberliegende Führungsfläche (33).
11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

FIG 1







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 00 9380

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 0 559 420 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 8. September 1993 (1993-09-08) * Spalte 6, Zeile 3 - Zeile 34 * * Abbildungen 2,3 *	7,8,10	F01D11/24 F01D19/02
Y	US 2004/219009 A1 (MARCHI MARC [FR] ET AL) 4. November 2004 (2004-11-04) * Absatz [0003] * * Absatz [0051] - Absatz [0053] * * Abbildungen 2-6 *	7,8,10	
Y	US 5 630 702 A (MARMILIC ET AL) 20. Mai 1997 (1997-05-20) * Spalte 4, Zeile 27 - Zeile 37 * * Spalte 4, Zeile 45 - Zeile 57 * * Spalte 5, Zeile 1 - Zeile 25 * * Abbildung 2 *	7,8,10	
A	WO 98/55738 A (DYNATREND AS; MOEN, LYDER) 10. Dezember 1998 (1998-12-10) * Seite 3, Zeile 7 - Zeile 12 * * Seite 5, Zeile 9 - Zeile 28 * * Abbildungen *	7-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. Februar 2006	Prüfer Mielimonka, I
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	

4
EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 05 00 9380

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.

21-02-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0559420	A	08-09-1993	CA	2089275 A1	07-09-1993
			JP	1972742 C	27-09-1995
			JP	5340271 A	21-12-1993
			JP	6102988 B	14-12-1994
			US	5219268 A	15-06-1993

US 2004219009	A1	04-11-2004	CA	2459473 A1	06-09-2004
			EP	1455055 A1	08-09-2004
			FR	2852053 A1	10-09-2004
			JP	2004270694 A	30-09-2004

US 5630702	A	20-05-1997	CN	1133946 A	23-10-1996
			DE	4442157 A1	30-05-1996
			EP	0713977 A2	29-05-1996
			JP	8210106 A	20-08-1996

WO 9855738	A	10-12-1998	AU	7457998 A	21-12-1998
			EP	0985083 A1	15-03-2000
			NO	972553 A	07-12-1998

EPO FORM P0481

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

- DE 19938274 A1 [0002]
- EP 1163430 B1 [0003]
- GB 2397102 A [0004]