

(19)



(11)

**EP 3 056 666 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**17.08.2016 Patentblatt 2016/33**

(51) Int Cl.:  
**F01D 5/08 (2006.01) F01D 5/14 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **15154994.6**

(22) Anmeldetag: **13.02.2015**

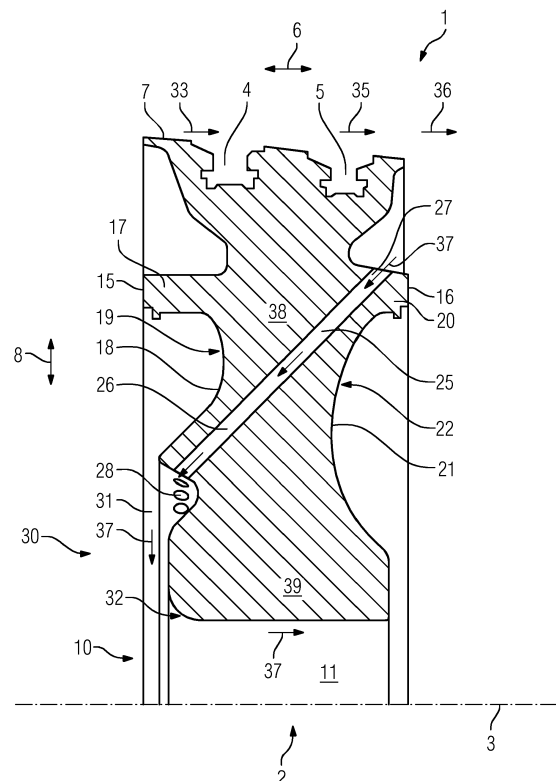
(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

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

(72) Erfinder:  
• **Buschmann, Axel**  
**12621 Berlin (DE)**  
• **Dungs, Sascha**  
**46485 Wesel (DE)**  
• **Kolk, Karsten**  
**45479 Mülheim a.d. Ruhr (DE)**  
• **Schröder, Peter**  
**45327 Essen (DE)**  
• **Veitsman, Vyacheslav**  
**45879 Gelsenkirchen (DE)**

(54) **RADSCHIBELEMENT FÜR ZWEI LAUFSCHAUFELREIHEN, VERDICHTERLAUFRAD, STRÖMUNGSMASCHINE UND VERFAHREN ZUM TEMPERIEREN EINES SOLCHEN RADSCHIBELEMENTS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Doppel-Radschibenelement (1) einer Strömungsmaschine mit mindestens zwei in Richtung (6) der Axialrotationsachse (3) des Doppel-Radschibenelements (1) axial hintereinander angeordneten Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen (4, 5) und mit einem Temperierungspfad (30) zum Durchströmen von einem Teil (37) eines das Doppel-Radschibenelement (1) radial außen umströmenden Prozessgases (33) der Strömungsmaschine, bei welchem der Temperierungspfad (30) eine Vielzahl an von radial weiter außen nach radial weiter innen schräg verlaufenden Prozessgaskanälen (25) dieses Doppel-Radschibenelements (1) umfasst, wobei der Temperierungspfad (30) zusätzlich die Nabe (10) dieses Doppel-Radschibenelements (1) umfasst, welche strömungstechnisch an die Prozesskanäle (25) dieses Doppel-Radschibenelements (1) angebunden ist.



**EP 3 056 666 A1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Doppel-Radscheibenelement einer Strömungsmaschine, mit mindestens zwei in Richtung der Axialrotationsachse des Doppel-Radscheibenelements axial hintereinander angeordneten Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen und mit einem Temperierungspfad zum Durchströmen von einem Teil eines das Doppel-Radscheibenelement radial außen umströmenden Prozessgases der Strömungsmaschine, bei welchem der Temperierungspfad eine Vielzahl an von radial weiter außen nach radial weiter innen schräg verlaufenden Prozessgaskanälen umfasst.

[0002] Die Erfindung betrifft auch ein Verdichterlaufrad mit mindestens zwei - in Strömungsrichtung gesehen - axial hintereinander angeordneten Laufschaufelreihen und mit einem einzigen Doppel-Radscheibenelement, an welchem die Vielzahl an Laufschaufeln der Laufschaufelreihen an dem einzigen Doppel-Radscheibenelement befestigt sind.

[0003] Die Erfindung betrifft ferner eine Strömungsmaschine, insbesondere eine Gasturbine, mit wenigstens einem Verdichterlaufrad umfassend wenigstens ein Doppel-Radscheibenelement zum Tragen von Laufschaufel-elementen.

[0004] Die Erfindung betrifft darüber hinaus ein Verfahren zum Temperieren eines Doppel-Radscheibenelements einer Strömungsmaschine, bei welchem ein diese Strömungsmaschine in axialer Hauptströmungsrichtung durchströmendes Prozessgas zum Temperieren des Doppel-Radscheibenelements genutzt wird.

[0005] Radscheibenelemente sind aus dem Stand der Technik allgemein bekannt und werden an Strömungsmaschinen jeglicher Art eingesetzt. Sie dienen zum Tragen von Laufschaufeln, welche konzentrisch um die Axialrotationsachse des Radscheibenelements herum an dem Radscheibenelement angeordnet werden.

[0006] Das Radscheibenelement und die daran befestigten Laufschaufeln bilden dabei ein Laufrad der Strömungsmaschine, welche von einem Prozessgas durchströmt wird.

[0007] In der Regel werden mehrere solcher mit unterschiedlichen Laufschaufeln bestückte Radscheibenelemente axial hintereinander angeordnet und mithilfe einer Zugankereinrichtung zu einer Rotortrommel der Strömungsmaschine miteinander verspannt, um hierdurch eine mehrstufige Strömungsmaschine mit mehreren Laufschaufelreihen zu realisieren.

[0008] Um beispielsweise bei gleicher Anzahl an axial hintereinander angeordneten Schaufelaufnahmeeinrichtungen bzw. Laufschaufelreihen die Axialbaulänge der Rotortrommel verkürzen zu können, ist es bekannt, zwei solcher Einzelradscheibenelemente, also ein Radscheibenelement mit nur einer einzigen Schaufelaufnahmeeinrichtung, wie beispielsweise eine umlaufende Schaufelaufnahmeringnut, zu einem kombinierten Doppel-Radscheibenelement mit zwei axial hintereinander angeordneten Schaufelaufnahmeeinrichtungen zusam-

menzulegen. Derartige Doppel-Radscheibenelemente werden auch oft als "Twindisk" bezeichnet.

[0009] Hierdurch ist eine Designvariante geschaffen, bei welcher an einem einzigen Doppel-Radscheibenelement zwei oder manchmal auch mehr Schaufelaufnahmeeinrichtungen axial hintereinander angeordnet sind, so dass an diesem einzigen Doppel-Radscheibenelement auch mindestens zwei Laufschaufelreihen axial hintereinander verwirklicht werden können. Somit ist es möglich, entsprechend mit Doppel-Radscheibenelementen ausgerüstete Rotortrommeln kürzer zu bauen.

[0010] Jedoch ergibt sich für solche Doppel-Radscheibenelemente ein thermisch eingeschränkter Einsatzbereich, da sich herausgestellt hat, dass sie ungünstigeren Spannungsverhältnissen unterworfen sind, da sie sich insbesondere aufgrund einer größeren axialen Bauteiltiefe thermisch ungleichmäßiger insbesondere in radialer Richtung erwärmen können. Dass bedeutet konkret, dass das Doppel-Radscheibenelement größeren Wärmespannungen ausgesetzt ist, wodurch es nachteilig belastet wird.

[0011] Um diesen ungünstigen Spannungsverhältnissen entgegenzuwirken, sind bereits Doppel-Radscheibenelemente mit Kühlkanälen bekannt, die durch das Doppel-Radscheibenelement von radial weiter außen nach radial weiter innen durchdringende Bohrungen realisiert sind, und die von der Kaltgasstirnseite des Doppel-Radscheibenelements zu der Heißgasstirnseite des Doppel-Radscheibenelements führen.

[0012] Mithilfe dieser Kühlkanäle lassen sich thermisch bedingte Spannungen innerhalb des Doppel-Radscheibenelements jedoch nur bedingt reduzieren.

[0013] Es ist Aufgabe der Erfindung, gattungsgemäße Doppel-Radscheibenelemente weiterzuentwickeln, um zumindest die vorstehend genannten Nachteile zu überwinden.

[0014] Die Aufgabe wird von einem Doppel-Radscheibenelement einer Strömungsmaschine mit mindestens zwei in Richtung der Axialrotationsachse des Doppel-Radscheibenelements axial hintereinander angeordneten Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen und mit einem Temperierungspfad zum Durchströmen von einem Teil eines das Doppel-Radscheibenelement radial außen umströmenden Prozessgases der Strömungsmaschine gelöst, bei welchem der Temperierungspfad eine Vielzahl an von radial weiter außen nach radial weiter innen schräg verlaufenden Prozessgaskanälen umfasst, wobei der Temperierungspfad zusätzlich die Nabe des Doppel-Radscheibenelements umfasst, welche strömungstechnisch an die Prozesskanäle angebunden ist.

[0015] Dadurch, dass der Temperierungspfad, entlang welchem zumindest ein Teil des das Doppel-Radscheibenelement radial außen umströmenden Prozessgases der Strömungsmaschine strömt, neben den Prozessgaskanälen dieses Doppel-Radscheibenelements auch noch die Nabe dieses Doppel-Radscheibenelements umfasst, kann das Doppel-Radscheibenelement im Bereich der Nabe ebenfalls hervorragend temperiert wer-

den, so dass thermisch bedingte Spannungen innerhalb des Doppel-Radscheibenelements signifikant reduziert werden können.

**[0016]** Vorteilhafterweise kann der vorliegende Temperaturpfad hierdurch auch sehr kurz ausgestaltet werden.

**[0017]** Der hier erzeugte Temperaturpfad ist an demselben Radscheibenelement ausgestaltet.

**[0018]** Ferner kann hierdurch eine günstigere thermische radiale Ausdehnung und eine damit auch verbundene verbesserte Vorhersage bezüglich Radialspalte oder dergleichen erreicht werden.

**[0019]** Die strömungstechnische Anbindung der Prozessgaskanäle und der Nabe kann bei entsprechender Ausgestaltung des Doppel-Radscheibenelements unmittelbar erfolgen, indem beispielsweise die Prozessgaskanäle derart in dem Doppel-Radscheibenelement eingebracht sind, dass sie etwa direkt in die Nabe einmünden.

**[0020]** Die strömungstechnische Anbindung der Prozessgaskanäle an die Nabe erfolgt bevorzugt jedoch durch einen mittels zwei axial hintereinander angeordneten Doppel-Radscheibenelemente gekapselten Zwischenraum, durch welchen die Prozesskanäle und die Nabe mittelbar miteinander strömungstechnisch wirkverbunden sind.

**[0021]** Die Begrifflichkeit "Prozessgaskanäle" beschreibt hierbei Kanäle, welche schräg durch das Doppel-Radscheibenelement verlaufen, so dass das Doppel-Radscheibenelement von einem Prozessgas entweder homogener erwärmt bzw. gekühlt werden kann, je nachdem ob sich die Strömungsmaschine in einer Anlaufphase befindet oder bereits schon mit Betriebstemperatur betrieben wird.

**[0022]** In der Regel sind die Prozessgaskanäle durch Bohrungen an dem Doppel-Radscheibenelement realisiert.

**[0023]** Die Prozessgaskanäle durchstoßen das Doppel-Radscheibenelement unterhalb der mindestens zwei Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen.

**[0024]** Die Strömungsrichtung des abgezweigten Teils des Prozessgases innerhalb der Kühlgaskanäle ist entgegengesetzt der Hauptströmungsrichtung der Strömungsmaschine ausgerichtet.

**[0025]** Der Begriff "Nabe" beschreibt im Sinne der Erfindung die Zentralbohrung des Doppel-Radscheibenelements, durch welche hindurch ein Wellenelement der Strömungsmaschine durch das Doppel-Radscheibenelement hindurch geführt ist.

**[0026]** Oftmals nimmt diese Nabe bzw. Zentralbohrung ein Zugankerelement der Strömungsmaschine auf, mittels welchem mehrere axial hintereinander angeordnete Doppel-Radscheibenelement miteinander verspannt sind.

**[0027]** Der Begriff "Kaltgasstirnseite" beschreibt diejenige Stirnseite des Doppel-Radscheibenelements, welche der Hauptströmungsrichtung zugewandt ist. Dementsprechend beschreibt der Ausdruck "Heißgasstirnsei-

te" diejenige Stirnseite des Doppel-Radscheibenelements, welche der Hauptströmungsrichtung abgewandt ist. Insofern ist die Kaltgasstirnseite stromauf der Heißgasstirnseite angeordnet.

**[0028]** Mit anderen Worten: Die Kaltgasstirnseite ist die Vorderseite und die Heißgasstirnseite ist die Rückseite des Doppel-Radscheibenelements.

**[0029]** In der Regel ist das Prozessgas Luft bzw. verdichtete Luft, oder ein Luftgemisch.

**[0030]** Der Ausdruck "Doppel-Radscheibenelement" beschreibt im Sinne der Erfindung ein einzelnes, einstückiges Rotationselement eines einteiligen oder mehrteiligen Rotors einer Strömungsmaschine, wobei an dem Doppel-Radscheibenelement konzentrisch um die Axialrotationsachse eine Vielzahl an Laufschaufeln angeordnet werden können, und wobei an diesem Doppel-Radscheibenelement mindestens zwei Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen, vorzugsweise in Gestalt von umlaufenden Schaufelfußaufnahmeeringnuten, in Hauptströmungsrichtung des Doppel-Radscheibenelements bzw. der Strömungsmaschine hintereinander angeordnet sind.

**[0031]** Somit betrifft die Erfindung ein mindestens zwei Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen aufweisendes Doppel-Radscheibenelement einer Strömungsmaschine.

**[0032]** Das vorliegende Doppel-Radscheibenelement ist bevorzugt im Wesentlichen um seine Axialrotationsachse herum rotationssymmetrisch ausgebildet.

**[0033]** Durch die mindestens zwei axial hintereinander angeordneten Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen können an dem vorliegenden einstückigen Doppel-Radscheibenelement zwei Laufschaufelreihen axial hintereinander realisiert werden.

**[0034]** Insofern wird die Aufgabe der Erfindung auch von einem Verdichterlaufrad mit mindestens zwei - in Hauptströmungsrichtung gesehen - axial hintereinander angeordneten Laufschaufelreihen und mit einem einzigen Doppel-Radscheibenelement gelöst, an welcher die Vielzahl an Laufschaufeln der Laufschaufelreihen an dem einzigen Doppel-Radscheibenelement befestigt sind, wobei das Verdichterlaufrad ein Doppel-Doppel-Radscheibenelement nach einem der hier beschriebenen Merkmale aufweist.

**[0035]** Durch das mit dem vorliegenden vorteilhaft ausgestalteten Doppel-Radscheibenelement ausgerüstete Verdichterlaufrad kann dieses hinsichtlich seiner thermischen Eigenschaften wesentlich verbessert werden, so dass auch die Standzeit des Verdichterlaufrads signifikant erhöht werden kann.

**[0036]** Der Begriff "Strömungsmaschine" beschreibt vorliegend im Wesentlichen eine thermische Strömungsmaschine, also im speziellen eine axiale Strömungsmaschine, wie etwa eine Gasturbine.

**[0037]** Insofern wird die Aufgabe auch von einer Strömungsmaschine, insbesondere von einer Gasturbine, mit wenigstens einem Verdichterlaufrad umfassend wenigstens ein Doppel-Radscheibenelement zum Tragen von Laufschaufelelementen gelöst, wobei die Strö-

mungsmaschine wenigstens ein Doppel-Radscheibenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.

**[0038]** Das Prozessgas kann zumindest teilweise von radial weiter außen und einer Position axial hinter den mindestens zwei Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen konstruktiv einfach nach radial weiter innen und damit in den Bereich der Nabe, sowie zusätzlich axial vor den mindestens zwei Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen und damit auch axial vor die Nabe geführt werden, wenn die Prozessgaskanäle von der Heißgasstirnseite zu der Kaltgasstirnseite hin nach radial innen in Richtung Zentralbohrung schräg abfallen.

**[0039]** Eine bevorzugte Ausführungsvariante sieht vor, dass Eintrittsöffnungen der Prozessgaskanäle radial weiter außen an der Heißgasstirnseite des Doppel-Radscheibenelements und Austrittsöffnungen der Prozessgaskanäle radial weiter innen an der Kaltgasstirnseite des Doppel-Radscheibenelements derart angeordnet sind, dass das Doppel-Radscheibenelement zumindest von dem Teil des das Doppel-Radscheibenelement radial außen umströmenden Prozessgases von der Heißgasstirnseite zu der Kaltgasstirnseite entgegengesetzt der Hauptströmungsrichtung durchströmbare ist, so dass der die Prozessgaskanäle durchströmbare Teil der Prozessgas wieder in Hauptströmungsrichtung durch die Zentralbohrung des Doppel-Radscheibenelements hindurchströmen kann.

**[0040]** Dadurch, dass die Prozessgaskanäle von der Heißgasstirnseite zu der Kaltgasstirnseite verlaufen und zwar von radial weiter außen nach radial weiter innen, gelingt es, nicht nur den Mittenbereich des Doppel-Radscheibenelements gut zu temperieren, sondern darüber hinaus auch noch den Nabenbereich von innen, wodurch die Belastung des Doppel-Radscheibenelements durch Wärmespannungen aufgrund eines zu hohen Temperaturgradienten in radialer Richtung des Doppel-Radscheibenelements signifikant reduziert werden kann.

**[0041]** Insbesondere kann vorliegend ein definierter Temperaturgradient formuliert werden.

**[0042]** Das vorgeschlagene mindestens zwei Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen aufweisende Doppel-Radscheibenelement kann von nochmals verdichtetem Prozessgas durchströmt werden, wenn die Eintrittsöffnungen der Prozessgaskanäle stromab hinter den mindestens zwei Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen angeordnet sind.

**[0043]** Hierbei ist es vorteilhaft, wenn zwischen der stromauf angeordneten, ersten Schaufelfußaufnahmeeinrichtung und den weiter stromab angeordneten Eintrittsöffnungen der Prozessgaskanäle mindestens eine weitere Schaufelfußaufnahmeeinrichtung angeordnet ist, so dass der Teil des Prozessgases, welcher das Doppel-Radscheibenelement durchströmen und thermisch beeinflussen soll, axial möglichst weit hinten abgegriffen werden kann.

**[0044]** Der Teil des Prozessgases, welcher die Prozessgaskanäle durchströmen soll, kann besonders effektiv

abgegriffen werden, wenn die Eintrittsöffnungen der Prozessgaskanäle radial außen an einem Hirthverzahnungskragen angeordnet sind.

**[0045]** Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn Eintrittsöffnungen der Prozessgaskanäle an derjenigen Stirnseite des Doppel-Radscheibenelements angeordnet sind, welche der stromab bzw. axial hinten liegende Schaufelfußaufnahmeeinrichtung nächstliegend angeordnet ist. Beispielsweise ist dies an der Heißgasstirnseite der Fall, welche der stromab liegenden Schaufelfußaufnahmeeinrichtung nächstliegend angeordnet ist. Hierdurch kann möglichst hoch erwärmtes Prozessgas zum radial weiter Innentemperieren des Doppel-Radscheibenelements verwendet werden.

**[0046]** Dies ist besonders hinsichtlich eines Verdichterradscheibenelements vorteilhaft, da das durch eine Laufschaufelreihe erwärmte Prozessgas höher erwärmt ist.

**[0047]** Insofern sieht ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel vor, dass das Doppel-Radscheibenelement ein Verdichterradscheibenelement ist.

**[0048]** Die Aufgabe der Erfindung wird auch von einem Verfahren zum Temperieren eines Doppel-Radscheibenelements einer Strömungsmaschine gelöst, bei welchem ein diese Strömungsmaschine in axialer Hauptströmungsrichtung durchströmendes Prozessgas zum Temperieren des Doppel-Radscheibenelements genutzt wird, wobei zumindest ein Teil dieses Prozessgases unterhalb der mindestens zwei Schaufelaufnahmeeinrichtungen von der Heißgasstirnseite des Doppel-Radscheibenelements zu der Kaltgasstirnseite des Doppel-Radscheibenelements geführt wird, und dieser Teil des Prozessgases anschließend durch die Nabe des Doppel-Radscheibenelements hindurch von der Kaltgasstirnseite zu der Heißgasstirnseite geleitet wird.

**[0049]** Durch diesen speziellen Verlauf des Prozessgases kann insbesondere der Nabenbereich des vorliegenden Doppel-Radscheibenelements gegenüber herkömmlichen Doppel-Radscheibenelementen wesentlich gleichmäßiger temperiert und damit thermisch erheblich besser an den die Schaufelaufnahmeeinrichtungen umfassenden Außenbereich angebunden werden, wodurch signifikant geringere Wärmespannungen innerhalb des Doppel-Radscheibenelements entstehen.

**[0050]** Durch die spezielle Ausgestaltung des vorgeschlagenen Doppel-Radscheibenelements kann das vorliegende Temperierverfahren konstruktiv einfach umgesetzt werden.

**[0051]** Darüber hinaus ergeben sich durch das vorliegende Doppel-Radscheibenelement eine Vielzahl an weiteren Effekten und Vorteilen.

**[0052]** Beispielsweise kann durch die zwei Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen die Anzahl der erforderlichen Hirthverzahnungen zum Erzeugen einer entsprechenden Rotortrommel reduziert werden, da weniger Doppel-Radscheibenelemente verbaut werden müssen, wodurch eine mechanische Vereinfachung erzielt werden kann.

**[0053]** Darüber hinaus kann eine spürbare Gewichtsreduzierung erreicht werden, wodurch sich die Lagerlasten an Rotortrommellagerungen entsprechend verringern.

**[0054]** Weitere Merkmale, Effekte und Vorteile vorliegender Erfindung werden anhand anliegender Zeichnung und nachfolgender Beschreibung erläutert, in welchen beispielhaft ein Doppel-Radscheibenelement mit einem Temperierungspfad dargestellt und beschrieben ist.

**[0055]** In der Zeichnung zeigt die einzige

Figur schematisch eine Querschnittsansicht eines im Sinne der Erfindung ausgestalteten Doppel-Radscheibenelements

**[0056]** Das in der einzigen Figur gezeigte rotations-symmetrische Doppel-Radscheibenelement 1 ist ein Doppel-Verdichterradscheibenelement 2 eines Verdichters (nicht gezeigt) einer hier ebenfalls nicht weiter gezeigten Strömungsmaschine in Gestalt einer Gasturbine.

**[0057]** Das Doppel-Radscheibenelement 1 zeichnet sich durch eine Axialrotationsachse 3 aus, um welche herum das Doppel-Radscheibenelement 1 im Betrieb des Verdichters bzw. der Gasturbine rotiert.

**[0058]** Das Doppel-Radscheibenelement 1 zeichnet sich des Weiteren durch zwei radial weiter außen angeordnete Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen 4 und 5 aus, welche in axialer Richtung 6 axial hintereinander an der Außenseite 7 des Doppel-Radscheibenelements 1 angeordnet sind.

**[0059]** Die zwei Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen 4 und 5 sind in diesem Ausführungsbeispiel als radial offene Schaufelfußaufnahmeringnuten (nicht gesondert beziffert) ausgebildet, welche in Umfangsrichtung des Doppel-Radscheibenelements 1 verlaufen.

**[0060]** In die zwei Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen 4 und 5 können in bekannter Weise eine Vielzahl an Laufschaufeln (nicht gezeigt) von außen und in radialer Richtung 8 eingesteckt und dort anschließend durch Drehung um deren Hochachse festgelegt werden.

**[0061]** Das Doppel-Radscheibenelement 1 und die hieran befestigten Laufschaufeln bilden gemeinsam ein Verdichterlaufrad (nicht gesondert beziffert).

**[0062]** Radial weiter innen befindet sich die Nabe 10 des Doppel-Radscheibenelements 1, welche als Zentralbohrung 11 ausgebildet ist.

**[0063]** Die Nabe 10 kann hierbei der Aufnahme eines hier nicht gezeigten Zugankers dienen, mittels welchem mehrere entlang der Axialrotationsachse 3 hintereinander angeordnete Doppel-Radscheibenelemente 1 miteinander verspannt werden können.

**[0064]** Die einzelnen Doppel-Radscheibenelemente 1 sind hierbei mittels Hirthverzahnungen 15 und 16 gegen ein rotatorisches Verdrehen um die Axialrotationsachse 3 zueinander gesichert.

**[0065]** Die vordere Hirthverzahnung 15 ist an einem vorderen Hirthverzahnungskragen 17 des Doppel-Rad-

scheibenelements 1 ausgebildet, welcher an der Vorderseite 18 bzw. Kaltgasstirnseite 19 des Doppel-Radscheibenelements 1 angeordnet ist.

**[0066]** Die hintere Hirthverzahnung 16 des Doppel-Radscheibenelements 1 ist dementsprechend an einem hinteren Hirthverzahnungskragen 20 ausgebildet, welcher sich an der Rückseite 21 bzw. Heißgasstirnseite 22 des Doppel-Radscheibenelements 1 befindet.

**[0067]** Zwischen den zwei radial weiter außen angeordneten Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen 4 und 5 und der demgegenüber radial weiter innen angeordneten Nabe 10 sind eine Vielzahl an Prozessgaskanäle 25 (nur exemplarisch beziffert) angeordnet, welche als Bohrungen 26 in dem Doppel-Radscheibenelement 1 eingearbeitet sind.

**[0068]** Hierbei sind die Eintrittsöffnungen 27 (nur exemplarisch beziffert) der Prozessgaskanäle 25 radial weiter außen platziert als die Austrittsöffnungen 28 (nur exemplarisch beziffert) der Prozessgaskanäle 25.

**[0069]** Die Eintrittsöffnungen 27 sind hierbei an der Heißgasstirnseite 22 bzw. Rückseite 21 des Doppel-Radscheibenelements 1 angeordnet, während die Austrittsöffnungen 28 an der Kaltgasstirnseite 19 bzw. Vorderseite 18 des Doppel-Radscheibenelements 1 angeordnet sind.

**[0070]** Insofern ist an dem Doppel-Radscheibenelement 1 ein Temperierungspfad 30 geschaffen, welcher zumindest sowohl die Prozessgaskanäle 25 als auch die Nabe 10 umfasst.

**[0071]** In diesem Ausführungsbeispiel sind die Prozessgaskanäle 25 und die Nabe 10 durch einen Zwischenraum 31 räumlich miteinander verbunden, wobei der Zwischenraum 31 zumindest teilweise von der Außenseite 32 des Doppel-Radscheibenelements 1 umgrenzt ist.

**[0072]** Durch den so aufgebauten Temperierungspfad 30 gelingt auf baulich einfache Weise eine homogenere Temperierung des Doppel-Radscheibenelements 1, was zu signifikant weniger thermischen Spannungen innerhalb des Doppel-Radscheibenelements 1 führt.

**[0073]** Zur Temperierung des Doppel-Radscheibenelements 1 wird vorliegend das die Strömungsmaschine durchströmende Prozessgas 33 verwendet, welches mit seinem Hauptstrom 35 das Doppel-Radscheibenelement 1 mit einer Hauptstromrichtung 36 außen in axialer Richtung 6 umströmt.

**[0074]** Von diesem Hauptstrom 35 tritt zumindest ein Teil 37 durch die Eintrittsöffnungen 27 in die Prozessgaskanäle 25 ein, wobei dieser Teil 37 entgegen der Hauptstromrichtung 36 geführt wird, während er das Doppel-Radscheibenelement 1 von der Rückseite 21 zu der Vorderseite 18 und von radial weiter außen nach radial weiter innen durchströmt, und hierbei insbesondere im Bereich der Prozessgaskanäle 25 ein Wärmeübergang zwischen dem Teil 37 des Prozessgases 33 und dem Doppel-Radscheibenelement 1 stattfinden kann.

**[0075]** Somit kann der Mittenbereich 38 vorteilhaft temperiert werden, was bereits zu einer Spannungsre-

duzierung innerhalb des Doppel-Radscheibenelements 1 führt.

**[0076]** Um sogleich auch den radial weiter innenliegenden Nabenbereich 39 des Doppel-Radscheibenelements 1 vorteilhaft zu temperieren, wird der aus den Prozessgaskanälen 25 austretende Teil 37 des Prozessgases 33 weiter in die Nabe 10 desselben Doppel-Radscheibenelements 1 geleitet.

**[0077]** In der Nabe 10 strömt der Teil 37 des Prozessgases 33 wieder in Hauptströmungsrichtung 36 gemäß dem Hauptstrom 36, welcher das Doppel-Radscheibenelement 1 außen umströmt.

**[0078]** Durch diesen speziellen Strömungsverlauf kann das Doppel-Radscheibenelement 1 wesentlich homogener temperiert werden, wodurch sich auch die Wärmespannungen innerhalb des Doppel-Radscheibenelements 1 signifikant reduzieren.

**[0079]** Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch dieses offenbarte Ausführungsbeispiel eingeschränkt, und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

#### Patentansprüche

1. Doppel-Radscheibenelement (1) einer Strömungsmaschine mit mindestens zwei in Richtung (6) der Axialrotationsachse (3) des Doppel-Radscheibenelements (1) axial hintereinander angeordneten Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen (4, 5) und mit einem Temperierungspfad (30) zum Durchströmen von einem Teil (37) eines das Doppel-Radscheibenelement (1) radial außen umströmenden Prozessgases (33) der Strömungsmaschine, bei welchem der Temperierungspfad (30) eine Vielzahl an von radial weiter außen nach radial weiter innen schräg verlaufenden Prozessgaskanälen (25) dieses Doppel-Radscheibenelements (1) umfasst, wobei der Temperierungspfad (30) zusätzlich die Nabe (10) dieses Doppel-Radscheibenelements (1) umfasst, welche strömungstechnisch an die Prozesskanäle (25) dieses Doppel-Radscheibenelements (1) angebunden ist.
2. Doppel-Radscheibenelement (1) nach Anspruch 1, wobei die Prozessgaskanäle (25) von der Heißgasstirnseite (22) zu der Kaltgasstirnseite (19) hin nach radial innen in Richtung (8) der Nabe (10) schräg abfallend verlaufen.
3. Doppel-Radscheibenelement (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei Eintrittsöffnungen (27) der Prozessgaskanäle (25) radial weiter außen an der Heißgasstirnseite (22) des Doppel-Radscheibenelements (1) und Austrittsöffnungen (28) der Prozessgaska-

näle (25) radial weiter innen an der Kaltgasstirnseite (19) des Doppel-Radscheibenelements (1) derart angeordnet sind, dass das Doppel-Radscheibenelement (1) zumindest von dem Teil (37) des das Doppel-Radscheibenelement (1) radial außen umströmenden Prozessgases (33) von der Heißgasstirnseite (22) zu der Kaltgasstirnseite (19) entgegengesetzt der Hauptströmungsrichtung (36) durchströmbar ist, so dass der die Prozessgaskanäle (25) durchströmbare Teil (37) des Prozessgases (33) wieder in Hauptströmungsrichtung (36) durch die Nabe (10) des Doppel-Radscheibenelements (1) hindurchströmen kann.

4. Doppel-Radscheibenelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei Eintrittsöffnungen (27) der Prozessgaskanäle (25) stromab bzw. axial hinter den mindestens zwei Schaufelfußaufnahmeeinrichtungen (4, 5) angeordnet sind.
5. Doppel-Radscheibenelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei Eintrittsöffnungen (27) der Prozessgaskanäle (25) radial außen an einem Hirthverzahnungskragen (20) angeordnet sind.
6. Doppel-Radscheibenelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei Eintrittsöffnungen (27) der Prozessgaskanäle (25) an derjenigen Stirnseite (21) des Doppel-Radscheibenelements (1) angeordnet sind, welche der stromab bzw. axial hinten liegenden Schaufelfußaufnahmeeinrichtung (5) nächstliegend angeordnet ist.
7. Doppel-Radscheibenelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Doppel-Radscheibenelement (1) ein Verdichterradscheibenelement (2) ist.
8. Verdichterlaufrad mit mindestens zwei - in Hauptströmungsrichtung (36) gesehen - axial hintereinander angeordneten Laufschaufelreihen und mit einem einzigen Doppel-Radscheibenelement (1), an welchem die Vielzahl an Laufschaufeln der Laufschaufelreihen an dem einzigen Doppel-Radscheibenelement (1) befestigt sind, wobei das Verdichterlaufrad ein Doppel-Radscheibenelement (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.
9. Strömungsmaschine, insbesondere Gasturbine, mit wenigstens einem Verdichterlaufrad umfassend wenigstens ein Doppel-Radscheibenelement (1) zum Tragen von Laufschaufelelementen, wobei die Strömungsmaschine wenigstens ein Doppel-Radscheibenelement (1) nach einem der Ansprüche 1

bis 7 aufweist.

10. Verfahren zum Temperieren eines Doppel-Radscheibenelements (1) einer Strömungsmaschine, bei welchem ein diese Strömungsmaschine in axialer Hauptströmungsrichtung (36) durchströmendes Prozessgas (33) zum Temperieren des Doppel-Radscheibenelements (1) genutzt wird, wobei zumindest ein Teil (37) dieses Prozessgases (33) unterhalb der mindestens zwei Schaufelaufnahmeeinrichtungen (4, 5) von der Heißgasstirnseite (22) des Doppel-Radscheibenelements (1) zu der Kaltgasstirnseite (19) des Doppel-Radscheibenelements (1) geführt wird, und dieser Teil (37) des Prozessgases (33) anschließend durch die Nabe (10) des Doppel-Radscheibenelements (1) hindurch von der Kaltgasstirnseite (19) zu der Heißgasstirnseite (22) geleitet wird.

20

25

30

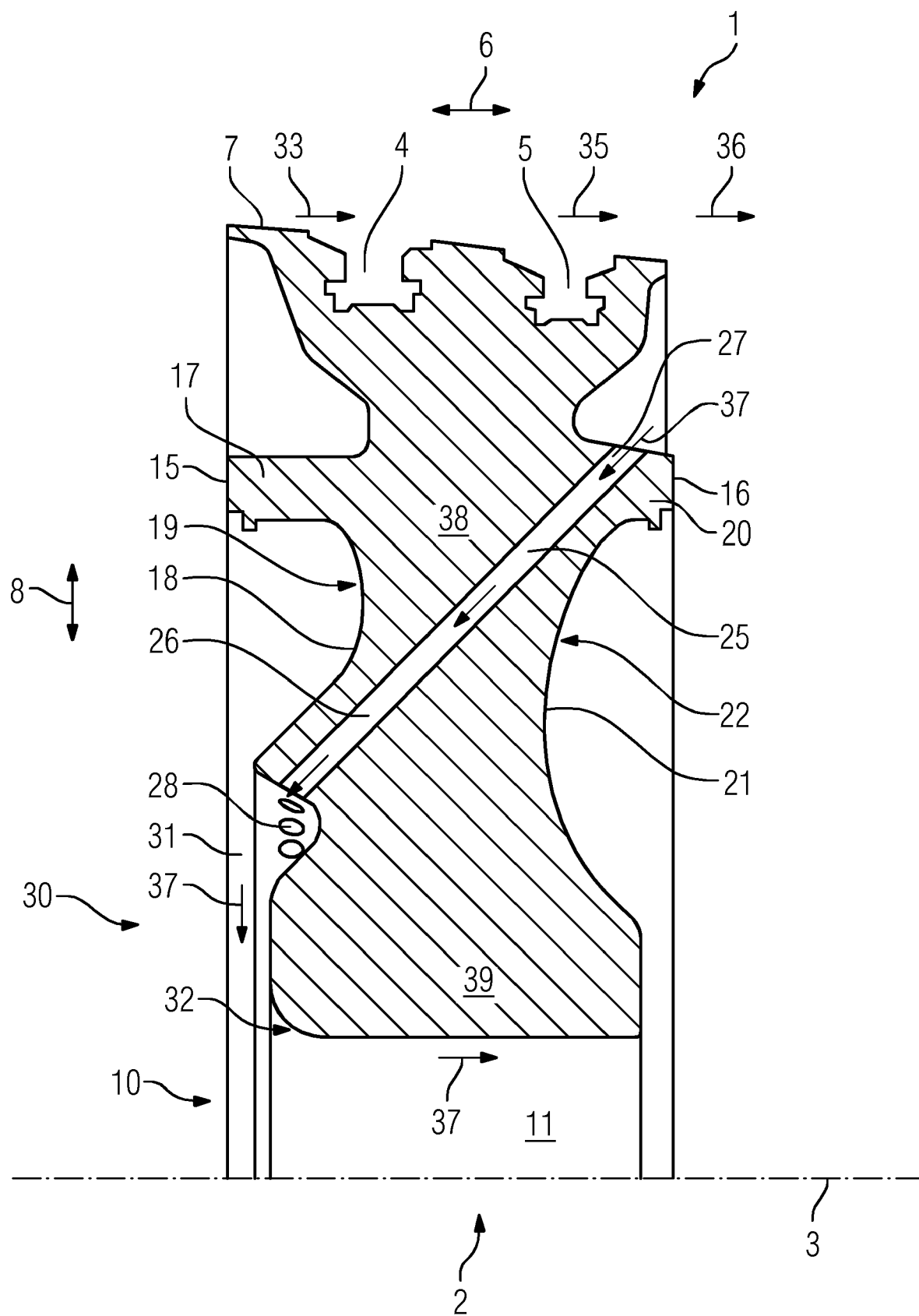
35

40

45

50

55







## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 15 15 4994

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2014/230400 A1 (LIGHT KEVIN M [US] ET AL) 21. August 2014 (2014-08-21) * Seite 3, Absatz 30; Abbildung 2 *	1,3-10	INV. F01D5/08 F01D5/14
X	US 3 189 320 A (BELDECOS FRANK A ET AL) 15. Juni 1965 (1965-06-15) * Seite 3, Zeile 36 - Seite 3, Zeile 56; Abbildung 2 *	1,2,7-9	
X	US 4 787 820 A (STENNELER JACQUES M P [FR] ET AL) 29. November 1988 (1988-11-29) * Spalte 3, Zeile 1 - Spalte 3, Zeile 48; Abbildung 1 *	1,2,7-9	
X	DE 26 33 222 A1 (KRAFTWERK UNION AG) 26. Januar 1978 (1978-01-26) * Seite 4, Zeile 29 - Seite 5, Zeile 31; Abbildung 1 *	1,7-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Juli 2015	Prüfer Rau, Guido
KATEGORIE DER GENANTEN 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) 1

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

EP 15 15 4994

5 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.

16-07-2015

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 2014230400	A1	21-08-2014	US 2014230400	A1	21-08-2014
				WO 2014126760	A1	21-08-2014
15	US 3189320	A	15-06-1965	KEINE		
	US 4787820	A	29-11-1988	DE 3860054	D1	19-04-1990
20				EP 0277853	A1	10-08-1988
				FR 2609500	A1	15-07-1988
				JP H068613	B2	02-02-1994
				JP S63176629	A	20-07-1988
				US 4787820	A	29-11-1988
25	DE 2633222	A1	26-01-1978	CH 621387	A5	30-01-1981
				DE 2633222	A1	26-01-1978
				GB 1541533	A	07-03-1979
				IT 1085836	B	28-05-1985
				SE 420635	B	19-10-1981
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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