(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 287 595 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.02.2018 Patentblatt 2018/09

(51) Int Cl.:
F01D 5/06 *(2006.01)* ***F01D 11/00*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **16185591.1**

(22) Anmeldetag: **25.08.2016**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

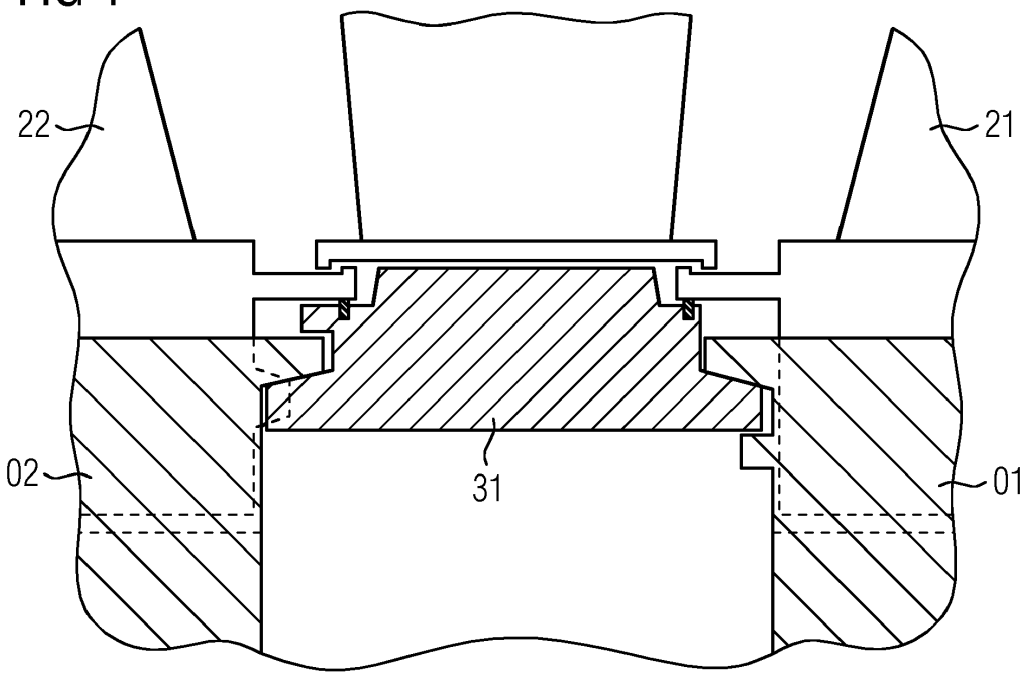
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
- **Schröder, Peter**
  45327 Essen (DE)
- **Ahmad, Fathi**
  41564 Kaarst (DE)
- **Kolk, Karsten**
  45479 Mülheim a.d. Ruhr (DE)
- **Kury, Peter**
  45257 Essen (DE)
- **Milazar, Mirko**
  46049 Oberhausen (DE)
- **Vosberg, Volker**
  45476 Mülheim an der Ruhr (DE)
- **Veitsman, Vyacheslav**
  45879 Gelsenkirchen (DE)

(54) **ROTOR MIT SEGMENTIERTEM DICHTUNGSRING**

(57) Die Erfindung betrifft einen Rotor einer Gasturbine, mit einer ersten Rotorscheibe (01) und mit einer zweiten Rotorscheibe (02) zwischen denen ein Dichtring gebildet von Dichtsegmenten (31) angeordnet ist. Zur Befestigung ist vorgesehen, dass die Dichtsegmente unmittelbar an den Rotorscheiben (01,02) ohne Lastabstützung an den Laufschaufeln (21,22) befestigt werden. Hierzu wird eine Art Bajonettverbindung vorgeschlagen.

FIG 1



EP 3 287 595 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Rotor einer Gasturbine, wobei zwischen den Laufschaufeln einer ersten Rotorscheibe und den Laufschaufeln einer zweiten Rotorscheibe eine Mehrzahl Dichtsegmente im Umfang verteilt angeordnet sind.

[0002] Bei Gasturbinen besteht grundsätzlich das Problem, dass der Rotor bestmöglich vor dem durch die Gasturbine strömenden Heißgas zu schützen ist. Hierzu werden zwischen den einzelnen Rotorscheiben im Bereich der Aufnahme der Laufschaufeln an den Rotorscheiben verschiedene Dichtungslösungen eingesetzt. Hierzu sind einerseits Lösungen bekannt, bei denen die Abdichtung gegenüber dem Heißgas radial unterhalb der Laufschaufeln erfolgt, wobei ergänzend die Stirnseite der Rotorscheibe im Bereich der Laufschaufelaufnahmenuten durch Dichtelemente abgedeckt wird. Vorliegend wird eine alternative Ausführungsform betrachtet, bei der sich das Dichtelement in im einem Bereich des Außenumfangs der Rotorscheiben angeordnet ist, so dass keine zusätzliche Abdeckung der Stirnseite der Rotorscheiben durch weitere Dichtelemente erforderlich ist.

[0003] Zur Realisierung stehen wiederum verschiedene Lösungen zur Verfügung, wobei bei einer bekannten Ausführung zwischen den beiden Rotorscheiben geschlossene Ringe eingesetzt werden, welche beidseitig an den Rotorscheiben angrenzen. Hierdurch wird eine besonders einfache und stabile Gestaltung der Dichtungsanordnung als auch ebenso eine zuverlässige Abdichtung des inneren Bereichs des Rotors gegenüber dem Heißgasstrom in der Gasturbine erzielt. Nachteil bei Einsatz eines geschlossenen Ringes ist es jedoch, dass dieser ohne vollständige Demontage des Rotors nicht entnommen werden kann. Dieses kann jedoch insbesondere in denjenigen Fällen vorteilhaft sein, wenn beispielsweise einzelne Laufschaufeln der ersten Rotorscheibe oder der zweiten Rotorscheibe entnommen werden sollen und hierzu der ein Freiraum zwischen den beiden Rotorscheiben erforderlich ist.

[0004] Zur Realisierung sind weitere Ausführungen aus dem Stand der Technik bekannt, bei denen der Dichtring von einer Mehrzahl von einzelnen im Umfang verteilt angeordneter Segmente gebildet wird. Eine beispielhafte Ausführungsform wird hierzu in der EP 2 535 523 A2 angegeben. In diesem Fall werden Dichtsegmente eingesetzt, welche sich beidseitig in einem radial unterhalb der Laufschaufeln liegenden Bereich an einer umlaufenden Ringfläche an der Rotorscheibe abstützen. Die Ringfläche an der Rotorscheibe ist hierbei zur Rotorachse weisend ausgerichtet, so dass die Fliehkraft auf das Dichtsegment zu einer Abstützung an der Ringfläche der Rotorscheibe führt. Somit kann eine zuverlässig stabile Ausführung und mit einer unmittelbaren Übertragung der Fliehkräfte auf die Rotorscheibe bewirkt werden. Zur radialen Sicherung der Dichtsegmente in entgegengesetzter, d.h. in einer auf die Rotorachse zuweisenden Richtung ist weiterhin vorgesehen, dass in einem äußeren Umfangsbereich des Dichtsegments eine sich axial öffnende Aufnahmenut vorhanden ist, in die ein an der Laufschaufel stirnseitig angebrachter Absatz eingreift. Dieses ermöglicht eine Montage des Dichtsegments mit dessen Positionierung in seiner Endposition und nachfolgendem Heranführen der angrenzenden Laufschaufel mit Eingriff des Absatzes in die Aufnahmenut.

[0005] Wenngleich vorherige Ausführungsformen eine Abdichtung des Bereichs zwischen zwei Rotorscheiben nahe des Strömungspfades zwischen den Laufschaufeln ermöglicht und hierbei weiterhin eine nachträgliche Entnahme der Dichtsegmente beim fertig montierten Rotor möglich ist, so stellt sich jedoch das Problem, dass die Dichtsegmente zur Sicherung deren Lage in der Endposition den Einbau der jeweils zugehörigen Laufschaufel benötigen. Dies führt dazu, dass keine Entnahme der angrenzenden Laufschaufel möglich ist, ohne das zugleich das zugehörige Dichtelement wahlweise gesichert oder auch entnommen wird.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Abdichtung zwischen zwei Rotorscheiben zu realisieren, wobei sowohl die Dichtung aus dem fertig montierten Rotor entnehmbar sein soll als auch ebenso bei Entnahme von Laufschaufeln keine Demontage oder Sicherung der Dichtelemente erforderlich ist.

[0007] Die gestellte Aufgabe wird durch einen erfindungsgemäßen Rotor nach der Lehre des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] Ein erfindungsgemäßer Rotor dient insbesondere zur Verwendung in einer Gasturbine. Hiervon unbenommen kann die erfindungsgemäße Lösung jedoch ebenso bei einem Rotor einer Dampfturbine oder einer sonstigen Strömungsmaschine eingesetzt werden. Zumindest bedarf es einer ersten Rotorscheibe sowie einer zweiten Rotorscheibe. Hierbei ist vorgesehen, dass an der ersten Rotorscheibe eine Mehrzahl erste Laufschaufeln im Umfang verteilt angeordnet sind. Analog weist ebenso die zweite Rotorscheibe eine Mehrzahl von im Umfang verteilt angeordneter zweite Laufschaufeln auf. Wie die Montage der Laufschaufeln an der jeweiligen Rotorscheibe erfolgt, ist zunächst unerheblich.

[0009] Weiterhin umfasst der Rotor einen aus Dichtsegmenten gebildeten Dichtring, welcher sich zwischen der ersten Rotorscheibe und der zweiten Rotorscheibe erstreckt. Zur gattungsgemäßen Befestigung der Dichtsegmente an den Rotorscheiben ist vorgesehen, dass die erste Rotorscheibe eine zur Rotorachse weisende erste Stützfläche und die zweite Rotorscheibe analog eine zur Rotorachse weisende zweite Stützfläche aufweist. Diesbezüglich ist es unerheblich, ob die erste oder zweite Stützfläche durchgehend oder mit Unterbrechungen ausgeführt ist sowie es ebenso unerheblich ist, ob die Stützfläche zylindrisch, konisch oder eine sonstige gewölbte Formgebung aufweist. Wesentlich bei der Ausrichtung der Stützfläche ist es, dass bei einer darauf gerichteten Fliehkraft eine sichere Lage der Dichtsegmente mit Aufnahme der Fliehkraft ermöglicht wird. Hierzu wei-

sen die Dichtsegmente an den axial gegenüberliegenden Seiten eine zur ersten Stützfläche komplementäre erste Lastfläche und eine zur zweiten Stützfläche komplementäre zweite Lastfläche auf. Entsprechend sind die Lastflächen an den Dichtsegmenten auf der radial auswärts weisenden Seite angeordnet. Dieses gewährleistet bei einer Fliehkraft in den Dichtsegmenten eine Anlage der Lastflächen an den Stützflächen.

[0010] Zur Vermeidung einer unmittelbaren Kopplung des Dichtsegments mit jeweils einer oder zwei Laufschaufeln zur Sicherung der Lage in radialer Richtung ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die erste Rotorscheibe eine nach außen weisende erste Auflagefläche aufweist, an der eine erste Ruhefläche des jeweiligen Dichtsegments zur Anlage kommt. Die Formgebung von Auflage- und Ruhefläche ist hierbei zunächst unerheblich, solange sichergestellt wird, dass bei einer radial nach innen weisenden Kraft am Dichtsegment - beispielsweise bei Stillstand des Rotors mit horizontaler Rotorachse aufgrund dessen Schwerkraft bei einer Position oberhalb der Rotorachse - eine Abstützung des Dichtsegments über dessen Ruhefläche an der Auflagefläche erfolgt. Somit kann eine Verschiebung des Dichtsegments in radialer Richtung unmittelbar durch die Rotorscheibe verhindert werden.

[0011] Demgegenüber ist es im Stand der Technik notwendig, dass eine Laufschaufel zur radialen Fixierung verwendet wird. Hierdurch wird sowohl die Montage als auch eine spätere Demontage von Laufschaufeln und/oder Dichtsegmenten vereinfacht. Hierbei ist anzumerken, dass es zulässig ist, wenn zwischen der Auflagefläche und der Ruhefläche bei Anlage der Lastfläche an der Stützfläche ein geringfügiges Spiel zur Gewährleistung der Montage vorhanden ist.

[0012] In besonders vorteilhafter Weise ist vorgesehen, dass an der zweiten Rotorscheibe ebenfalls eine von der Rotorachse wegweisende zweite Auflagefläche und am Dichtsegment an der der ersten Ruhefläche axial gegenüberliegenden Seite eine zweite Ruhefläche angeordnet wird, wobei analog der Anlage der ersten Ruhefläche an der ersten Auflagefläche durch eine Anlage der zweiten Ruhefläche an der zweiten Auflagefläche beidseitig eine Abstützung des Dichtsegments erfolgt, so dass eine radiale Verschiebung verhindert werden kann.

[0013] In der ersten Rotorscheibe und/oder in der zweiten Rotorscheibe sind zur Aufnahme der Laufschaufeln in vorteilhafter Weise jeweils Schaufelhaltenuten vorhanden, welche sich in besonders vorteilhafter Weise (parallel oder geneigt oder bogenförmig) entlang der Rotorachse beidseitig bis zu einer Stirnseite der jeweiligen Rotorscheibe erstrecken.

[0014] Wenngleich die Formgebung der Stützfläche bei Berücksichtigung der Aufnahme der Fliehkräfte und der Auflagefläche zunächst beliebig ist, so ist es vorteilhaft, wenn die Stützflächen und/oder die Auflageflächen als Rotationsfläche ausgeführt sind. Hierbei kann es sich sowohl um eine durchgehende Rotationsfläche handeln als es auch ebenso zulässig ist, wenn die Stützfläche und/oder die Auflagefläche von zueinander beabstandete Teilflächen einer Rotationsfläche gebildet werden. Besonders bevorzugt wird als Rotationsfläche eine Zylinderfläche oder eine Kegelfläche mit einem Winkel zur Rotorachse von weniger als 15° gewählt.

[0015] Weiterhin ist es zur Vermeidung von einer Unwucht besonders vorteilhaft, wenn eine radiärsymmetrische Ausführungsform gewählt wird. Insofern werden die Stützflächen der ersten Rotorscheibe und der zweiten Rotorscheibe entweder als geschlossene Rotationsfläche ausgeführt oder weisen radiärsymmetrische Teilflächen auf. Analog sind vorteilhaft die Auflageflächen bei gemeinsamer Betrachtung aller Dichtsegmente ebenso radiärsymmetrisch angeordnet. Besonders vorteilhaft ist es hierbei, wenn die erste Rotorscheibe und/oder die zweite Rotorscheibe radiärsymmetrisch ausgeführt sind.

[0016] Eine definierte Lage der Dichtsegmente in axialer Richtung kann auf unterschiedliche Weise realisiert werden. Einerseits ist es möglich, die Stützflächen sowie die hierzu komplementären Lastflächen hinreichend konisch auszuführen, so dass eine Selbstzentrierung zwischen den gegenüberliegenden Lastflächen der ersten Rotorscheibe und der zweiten Rotorscheibe erfolgt. Zur Gewährleistung einer definierten Lage in axialer Richtung ist es jedoch vorteilhaft, wenn die erste Rotorscheibe eine sich nährungsweise quer zur Rotorachse erstreckende erste Stirnfläche und die zweite Rotorscheibe eine sich nährungsweise quer zur Rotorscheibe erstreckende zweite Stirnfläche aufweist, wobei sich in besonders vorteilhafter Weise die erste Stirnfläche gegenüberliegend der zweiten Stirnfläche befindet. Hierzu weist das Dichtsegment eine an der ersten Stirnfläche im Wesentlichen zur Anlage kommende erste Bundfläche und eine an der zweiten Stirnfläche im Wesentlichen zur Anlage kommende zweite Bundfläche auf.

[0017] Hierbei ist wiederum die Formgebung der Stirnfläche als auch der Bundfläche unerheblich, sofern eine axiale Zentrierung des Dichtsegments erfolgt. Insofern kann die Stirnfläche beispielsweise durch wulstartige, sich axial erstreckende Erhebungen gebildet werden. Hierbei kann die Erhebung sowohl ringförmig ausgeführt sein als auch ebenso eine Mehrzahl von sich radial erstreckender Erhebungen eingesetzt werden können. Auch ist es nicht erforderlich, dass die gegenüberliegenden Stirnflächen gleichartig ausgeführt sind, wie es ebenso nicht erforderlich ist, dass die am Dichtsegment axial gegenüberliegenden Bundflächen gleichartig ausgeführt sind. In vorteilhafter Weise wird zwischen den Stirnflächen und den Bundflächen ein minimales Spiel vorgesehen, so dass eine unproblematische Montage des Dichtsegments zwischen den Stirnflächen möglich ist, ohne dass es zu einem Klemmen bei der Montage kommt.

[0018] Die Anordnung der Stützfläche kann an unterschiedlicher Position erfolgen. Besonders vorteilhaft ist hierbei die Anordnung der Stützfläche an einem sich näherungsweise (entsprechend der Formgebung der Stützfläche) axial zur gegenüberliegenden Rotorscheibe er-

streckenden Befestigungsvorsprung. Somit bildet eine zur Rotorachse weisende Flanke des Befestigungsvorsprungs die Stützfläche.

[0019] Das zur gegenüberliegenden Rotorscheibe weisende Ende der Stützfläche bildet ein freies Ende des Befestigungsvorsprungs. Hierbei kann einerseits vorgesehen sein, dass das freie Ende des Befestigungsvorsprungs an einer das Ende der Schaufelhaltenuten bildenden Stirnseite der Rotorscheibe angeordnet ist. In besonders vorteilhafter Weise erstreckt sich der Befestigungsvorsprung bis über die Stirnseite hinaus.

[0020] Ebenso kann die Auflagefläche von einer Flanke eines sich zur gegenüberliegenden Rotorscheibe erstreckenden Befestigungsvorsprungs gebildet werden. Hinsichtlich der Stützfläche und der Auflagefläche kann es sich um den gleichen Befestigungsvorsprung mit einer zur Rotorachse weisenden Flanke als Stützfläche und einer von der Rotorachse radial nach außen weisenden Flanke als Auflagefläche handeln als auch ebenso die Anordnung an zwei getrennten Befestigungsvorsprüngen möglich ist.

[0021] Zur Realisierung des Befestigungsvorsprungs stehen wiederum verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, wobei in einer ersten besonders vorteilhaften Ausführungsform ein erster Befestigungsvorsprung der ersten Rotorscheibe zur Bildung der ersten Stützfläche geschlossen ringförmig ausgeführt ist. Somit ist eine Anlage der Lastfläche der Dichtsegmente an der Stützfläche der Rotorscheibe unabhängig von der Stellung der Dichtsegmente in Umfangsrichtung ermöglicht. Hierbei ist es unerheblich, wenn der ringförmige erste Befestigungsvorsprung Unterbrechungen (bspw. erforderliche Freiräume für andere Funktionen) aufweist, welche keinen Einfluss auf die in Umfangsrichtung beliebige Position der Dichtsegmente mit einer Anlage der Lastfläche an der Stützfläche nehmen.

[0022] Bei Einsatz eines ringförmig umlaufenden ersten Befestigungsvorsprungs ist es besonders vorteilhaft, wenn dieser unterhalb der Schaufelhaltenuten der Rotorscheibe angeordnet wird. Demgegenüber ist es besonders vorteilhaft, wenn ein zweiter Befestigungsvorsprung an der zweiten Rotorscheibe zur Bildung der zweiten Stützfläche zumindest zwei zueinander beabstandete Vorsprungabschnitte aufweist. Entsprechend weist der zweite Befestigungsvorsprung zumindest zwei Unterbrechungen auf, welche die Vorsprungabschnitte voneinander trennen. Die Unterbrechungen ermöglichen eine vorteilhafte Montage der Dichtsegmente. Hierbei kann vorgesehen sein, dass ein Vorsprungabschnitt eine Erstreckung in Umfangsrichtung aufweist, welche kleiner als die Länge des Dichtsegments in Umfangsrichtung ist, wobei demgegenüber der zweite Vorsprungabschnitt über den weitgehend restlichen Umfang des Befestigungsvorsprungs geführt werden.

[0023] Bei Bildung des zweiten Befestigungsvorsprungs ist es besonders vorteilhaft, wenn eine Mehrzahl im Umfang verteilter Vorsprungabschnitte mit jeweils zwischenliegenden Unterbrechungen eingesetzt wird. Hierbei kann vorgesehen sein, dass sich die Vorsprungabschnitte jeweils zwischen zwei Schaufelhaltenuten befinden.

[0024] Analog dem zweiten Befestigungsvorsprung unter Verwendung von mehreren Vorsprungabschnitten kann ebenso der erste Befestigungsvorsprung alternativ zur ringförmigen Ausführungsform ebenso mehrere Vorsprungabschnitte aufweisen.

[0025] Hinsichtlich der Ausführung der Lastfläche des Dichtsegments gelten analoge Überlegungen wie zur Stützfläche. Insofern kann die erste Lastfläche in besonders vorteilhafter Weise von einem ersten Befestigungsabsatz gebildet werden, welcher sich über zumindest 75% der Länge des Dichtsegments in Umfangsrichtung erstreckt. Hierbei ist es zunächst unerheblich, ob der erste Befestigungsabsatz durchgehend ausgeführt ist bzw. ob die erste Lastfläche durchgehend vorhanden ist oder ob die erste Lastfläche hierbei Unterbrechungen aufweist, sofern dessen Teilflächen zusammen zumindest 75% der Länge des Dichtsegments entsprechen.

[0026] Dieses ermöglicht vorteilhaft die beliebige Positionierung des Dichtsegments in Umfangsrichtung am zugehörigen ersten Befestigungsvorsprung mit einer Anlage der Lastfläche an der Stützfläche. Hiermit wird nicht gefordert, dass die Lage des Dichtsegments in der Endstellung in Umfangsrichtung beliebig sein kann. Vielmehr wird hiermit lediglich vorteilhaft die Möglichkeit eröffnet, dass bei Montage des Dichtsegments an der Rotorscheibe unabhängig von der Lage in Umfangsrichtung eine definierte Anlage des Dichtsegments mit der Lastfläche an der Stützfläche möglich ist.

[0027] Analog der ersten Lastfläche wird die zweite Lastfläche ebenso vorteilhaft von einem zweiten Befestigungsabsatz gebildet, welcher sich entgegen der vorteilhaften Ausführung des ersten Befestigungsabsatzes jedoch höchstens über eine Länge von 75% der Länge des Dichtsegments in Umfangsrichtung erstreckt. Zur Gewährleistung einer stabilen Abstützung des Dichtsegments bei Rotation des Rotors über die Lastfläche an der Stützfläche ist es jedoch vorteilhaft, wenn die Länge des zweiten Befestigungsabsatzes mit der zweiten Lastfläche zumindest 25% der Länge des Dichtsegments in Umfangsrichtung beträgt.

[0028] Analog der ersten Lastfläche bzw. des ersten Befestigungsabsatzes kann vorgesehen sein, dass sich der zweite Befestigungsabsatz mit der zweiten Lastfläche durchgehend erstreckt. Besonders vorteilhaft ist es jedoch, wenn sich der zweite Befestigungsabsatz auf zumindest zwei voneinander beabstandete Absatzabschnitte aufteilt. Insofern ist zumindest eine Unterbrechung im zweiten Befestigungsabsatz zwischen den Absatzabschnitten vorhanden. Die Unterbrechung des zweiten Befestigungsabsatzes ermöglicht in besonders vorteilhafter Weise die Montage des Dichtsegments an der Rotorscheibe bei ebenso unterbrochenem zweitem Befestigungsvorsprung.

[0029] Die besonders vorteilhafte Ausführungsform der Rotorscheiben und der Dichtsegmente führt zu einer

möglichen Montage der Dichtsegmente mit einem schräg axial radialen Einschieben der Dichtsegmente auf die erste Rotorscheibe, so dass die erste Lastfläche an der ersten Stützfläche zur Anlage kommt, wobei nachfolgend ein Schwenken um die erste Lastfläche bzw. erste Stützfläche erfolgt, so dass die Absatzabschnitte am Dichtsegment durch die Unterbrechungen im Befestigungsvorsprung hindurch gelangen können, wobei mit nachfolgender Rotation der Dichtsegmente in Umfangsrichtung relativ zur zweiten Rotorscheibe ein Fügen der Absatzabschnitte unter die Vorsprungabschnitte erfolgt.

[0030] Zur Verhinderung einer Rotation der Dichtsegmente relativ zur Rotorscheibe wird in besonders vorteilhafter Weise zumindest eine Laufschaufel mit einem Blockierelement versehen, welches zwischen zwei Absatzabschnitten am Dichtsegment eingreift. Somit wird bei vollständigem Einschieben entsprechender Laufschaufeln mit dem Blockierelement eine Rotation sämtlicher Dichtsegmente verhindert.

[0031] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Dichtsegmente ist gegeben, wenn diese an ihrer radial nach außen weisenden Seite eine Dichtfläche aufweisen, welche sich im Wesentlichen zwischen dem jeweiligen Außenumfang der Rotorscheiben erstreckt. Die Formgebung der Dichtfläche ist hierbei zunächst unerheblich, wobei es weiterhin vorteilhaft ist, wenn die Dichtfläche derartig geformt wird, dass die Strömung durch die Gasturbine im Wesentlichen durch die Lauf- und Leitschaufeln erfolgt und eine hiervon abweichende Strömung entlang der Dichtfläche nach Möglichkeit verhindert wird. Insofern kann die Dichtfläche eine Mehrzahl radialer Erhebungen aufweisen.

[0032] Die Verwendung von einer Mehrzahl im Umfang angeordneter Dichtsegmente führt zwangsläufig zu einem jeweiligen Spalt zwischen den einzelnen Dichtsegmenten. Zur Vermeidung eines Eindringens von Heißgas in den Spalt zwischen den Dichtsegmenten ist weiterhin vorteilhaft vorgesehen, dass die Dichtsegmente zueinander überlappen. Hierzu weist ein Dichtsegment an einem Ende in Umfangsrichtung einen radial von einer äußeren Umfangsfläche, das heißt der Dichtfläche, zurückgesetzen inneren Absatz auf. Demgegenüber ist am benachbarten Dichtelement ein den inneren Absatz überdeckender äußerer Absatz angeordnet.

[0033] Hierbei kann sowohl vorgesehen sein, dass die Dichtsegmente an einem Ende in Umgangsrichtung den inneren Absatz und am anderen gegenüberliegenden Ende in Umfangsrichtung den äußeren Absatz aufweisen. Alternativ bzw. in Kombination ist es ebenso möglich, ein erstes Dichtsegment vorzusehen, welches an beiden gegenüberliegenden Enden einen inneren, von der äußeren Umfangsfläche zurückgesetzten Absatz aufweist, während demgegenüber ein zweites Dichtelement beidseitig gegenüberliegend in Umfangsrichtung einen äußeren Absatz aufweist.

[0034] Zur vorteilhaften Abdichtung zwischen benachbarten Dichtsegmenten wird eine sich in Axialrichtung über die Breite des Dichtsegments erstreckende Dichtleiste eingesetzt. Hierbei kann einerseits vorgesehen sein, dass die Dichtleiste sich axial und in Umfangsrichtung erstreckt und hierbei in einander gegenüberliegenden Stirnseiten eingreift.

[0035] Vorteilhaft ist es jedoch, wenn im inneren Absatz eine sich radial nach außen öffnende Dichtungsaufnahme vorhanden ist, in die eine sich axial und radial erstreckende Dichtleiste angeordnet ist. In diesem Fall ist es hinreichend, wenn die Dichtleiste an einer zur Rotorachse weisenden Unterseite des äußeren Absatzes anliegt. Alternativ ist es ebenso möglich, ebenso im äußeren Absatz eine entsprechende Aufnahmenut für die Dichtleiste vorzusehen.

[0036] Zur vorteilhaften Abdichtung betrachtet in Axialrichtung ist es weiterhin besonders vorteilhaft, wenn zwischen den Laufschaufeln und den Dichtsegmenten entsprechende Dichtstreifen angeordnet werden. Hierbei kann sowohl vorgesehen sein, dass der Dichtstreifen ringförmig, d.h. nach Art eines Kolbenringes, über alle Dichtsegmente hinweg ausgeführt ist. Um die Montage nicht zu behindern wird in vorteilhafter Weise der Dichtstreifen jeweils in der Länge der einzelnen Dichtsegmente ausgeführt. Hierbei ist vorgesehen, dass die Dichtstreifen in Aufnahmenuten im Dichtelement eingreifen und an der Laufschaufel zu Anlage kommen.

[0037] Hierbei ist es vorteilhaft, wenn an der Laufschaufel jeweils ein Kragen angeordnet ist, welcher einen sich axial erstreckenden Absatz am Dichtsegment übergreift. In diesem Fall wird der Dichtstreifen zwischen dem Absatz des Dichtsegments und dem Kragen an der Laufschaufel angeordnet.

[0038] Das Dichtsegment kann in einem Längsschnitt betrachtet verschiedenartig gestaltet sein, wobei in einer ersten vorteilhaften Ausführungsform das Dichtsegment im Wesentlichen balkenförmig ausgeführt ist. Betrachtet wird hierzu ein Rechteck, welches im Längsschnitt das Dichtsegment umgibt. Ausgerichtet wird das Rechteck parallel zu einer Verbindungslinie zwischen den Lastflächen. Beim balkenförmigen Dichtsegment weist das umschreibende Rechteck eine Höhe von höchstens 50% im Verhältnis zur Breite des Rechtecks auf. Besonders vorteilhaft ist ein Seitenverhältnis mit einer Höhe von höchstens 30% im Verhältnis zur Breite. Hierdurch wird ein großer Freiraum unterhalb des Dichtsegments geschaffen bzw. nur eine sehr geringe radiale Bauhöhe benötigt.

[0039] Besonders vorteilhaft wird die erste Stützfläche an der ersten Rotorscheibe und die zweite Stützfläche an der zweiten Rotorscheibe mit möglichst gleichem Abstand zur Rotorachse und mit möglichst gleichem radialem Abstand zum Außenumfang der jeweiligen Rotorscheibe positioniert. D.h. bei gleichem Durchmesser der Rotorscheiben ist die zweite Stützfläche (ggf. gespiegelt und) axial zur ersten Stützfläche versetzt positioniert. Zugleich werden in diesem Ausführungsbeispiel in vorteilhafter Weise der erste Befestigungsvorsprung an der ersten Rotorscheibe sowie der zweite Befestigungsvorsprung an der zweiten Rotorscheibe jeweils von einzelnen Vorsprungabschnitten gebildet, welche jeweils zwi-

schen den Schaufelhaltenuten an den Rotorscheiben angeordnet sind.

[0040] In einer zweiten Ausführungsform wird das Dichtsegment betrachtet in einem Längsschnitt durch die Rotorachse im Wesentlichen L-förmig ausgeführt. Hierbei weist das Dichtsegment einen sich nährungsweise in axialer Richtung erstreckenden langen Schenkel sowie einen sich quer zum langen Schenkel radial zur Rotorachse erstreckenden kurzen Schenkel auf.

[0041] Dieses ermöglicht die Anordnung der ersten Stützfläche an der ersten Rotorscheibe unterhalb der Schaufelhaltenuten, so dass ein radial umlaufender erster Befestigungsvorsprung realisierbar ist. Demgegenüber wird der zweite Befestigungsvorsprung wiederum analog vorheriger Ausführungsformen nahe dem Außenumfang der zweiten Rotorscheibe angeordnet.

[0042] In den nachfolgenden Figuren werden zwei beispielhafte Ausführungsformen für einen erfindungsgemäßen Rotor skizziert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels für die Anordnung von Dichtsegmenten zwischen zwei Rotorscheiben;

Figur 2 eine Explosionsdarstellung zu Figur 1;

Figur 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel für die Anordnung von Dichtsegmenten zwischen Rotorscheiben;

Figur 4 eine Explosionsdarstellung zu Figur 3.

[0043] In der Figur 1 wird ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Rotors schematisch skizziert. Dargestellt wird hier lediglich der für die Erfindung wesentliche Bereich mit dem Dichtsegment 31 in Anordnung zwischen einer ersten Rotorscheibe 01 und einer zweiten Rotorscheibe 02. An der ersten Rotorscheibe 01 sind im Umfang verteilt eine Mehrzahl von ersten Laufschaufeln 21 und an der zweiten Rotorscheibe 02 eine Mehrzahl von zweiten Laufschaufeln 22 im Umfang verteilt befestigt sind.

[0044] Hierzu skizziert die Figur 2 die Ausführung aus Figur 1 als Explosionsdarstellung. Zu erkennen ist bei der ersten Rotorscheibe 01 eine Schaufelhaltenut 03 sowie ein in der Schaufelhaltenut 03 angeordnetes Halteprofil 23 der ersten Laufschaufel 21. Hierbei erstrecken sich die Schaufelhaltenut 03 sowie zugehörig das Halteprofil 23 parallel zur Rotorachse. Die Rotorscheibe 01 weist am Außenumfang einen sich axial erstreckenden Befestigungsvorsprung 07 auf, welcher 07 durch die einzelnen Schaufelhaltenuten 03 unterbrochen ist. Insofern sind im Umfang verteilt eine Mehrzahl Vorsprungabschnitte zur Realisierung des Befestigungsvorsprungs 07 vorhanden. Der Befestigungsvorsprung 07 bildet zum einen die zur Rotorachse weisende Stützfläche 11. Weiterhin dient die zur zweiten Rotorscheibe 02 weisende Stirnfläche 17 zur Realisierung einer Anlage des Dichtsegments 31 in axialer Richtung. Weiterhin weist die erste Rotorscheibe 01 einen Auflagering 13 auf, welcher 13 sich ebenso axial zur zweiten Rotorscheibe 02 weisend erstreckt. Hierbei dient dieser 13 mit einer radial auswärts weisender Auflagefläche 15 zur Abstützung des Dichtsegments 31, insbesondere bei in Ruhe befindlichem Rotor.

[0045] Übereinstimmend mit der ersten Rotorscheibe 01 weist die zweite Rotorscheibe 02 ebenso eine Schaufelhaltenut 04 auf, in der das Halteprofil 24 der Laufschaufel 22 aufgenommen ist. Ebenso übereinstimmend mit der ersten Rotorscheibe 01 weist dieses Ausführungsbeispiel der zweiten Rotorscheibe 02 einen sich axial zur ersten Rotorscheibe 01 erstreckenden Befestigungsvorsprung 08 angrenzend am Außenumfang auf. Hierbei realisiert dieser Befestigungsvorsprung 08 analog eine Stützfläche 12 auf der zur Rotorachse weisenden Seite sowie desweiteren der Befestigungsvorsprung 08 auf der radial auswärts weisenden Seite eine Auflagefläche 16 zur Abstützung des Dichtsegments 31 bildet.

[0046] Das Dichtsegment 31 ist im Wesentlichen balkenartig ausgeführt und weist auf der radial auswärts weisenden Seite eine Dichtfläche 32 auf. Wenngleich in dieser Darstellung die Dichtfläche 32 gradlinig dargestellt ist, so ist diese in Realität zur optimalen Strömungsabdichtung mit Erhebungen zu versehen. Zur Lagerung des Dichtsegments 31 weist dieses 31 an den beiden axial gegenüberliegenden Seiten einen Befestigungsabsatz 37, 38 auf. Diese 37, 38 bilden jeweils mit einer radial auswärts weisenden Flanke eine Lastfläche 41 bzw. 42. Bei Rotation des Rotors stützt sich das Dichtsegment 31 über die Lastfläche 41, 42 an den jeweiligen Stützflächen 11, 12 ab.

[0047] Die Sicherung in radial entgegengesetzte Richtung erfolgt durch die Auflage einer Ruhefläche 45, welche von einer zur Rotorachse weisenden Flanke des ersten Befestigungsabsatzes 37 des Dichtsegments 31 gebildet wird, auf der von der ersten Rotorscheibe 01 gebildeten Auflagefläche 15. Demgegenüber ist an der zweiten axial gegenüberliegenden Seite des Befestigungssegments 31 ein Auflagesteg 44 angeordnet, welcher 44 ebenso auf der zur Rotorachse weisenden Seite eine Ruhefläche 47 aufweist, die 47 wiederum auf der Auflagefläche 16 der zweiten Rotorscheibe 02 zur Auflage kommt.

[0048] Eine Fixierung in axialer Richtung wird erzielt, indem eine erste Bundfläche 47 des Dichtsegments 31 an der ersten Stirnfläche 17 der ersten Rotorscheibe 01 zur Anlage kommt und gegenüberliegend eine zweite Bundfläche 48 des Dichtsegments 31 an einer zweiten Stirnfläche 18 der zweiten Rotorscheibe 02 zur Anlage kommt.

[0049] Die Abdichtung gegenüber den Laufschaufeln 21, 22 wird vorteilhaft dadurch realisiert, indem an den Laufschaufeln 21, 22 jeweils ein sich abschnittsweise über das Dichtsegment 31 erstreckender Kragen 25, 26 angeordnet wird. Hierbei weist das Dichtsegment 31

beidseitig einen Absatz auf, in dem ein der sich in Umfangsrichtung erstreckender Dichtstreifen 35, 36 einer Aufnahmenut aufgenommen ist. Bei Rotation des Rotors kann der Dichtstreifen 35, 36 aus der Aufnahmenut im Dichtsegment 31 geringfügig raustreten, wobei eine Anlage am jeweiligen Kragen 25, 26 der Laufschaufel 21, 22 erfolgt.

[0050] Je nach Ausführung des ersten Befestigungsabsatzes 37 am Dichtsegment 31 sind zwei unterschiedliche Montageweisen möglich. In einer ersten Variante weist der erste Befestigungsabsatz 37 zumindest eine Unterbrechung auf, wobei die verbleibenden Absatzabschnitte des Befestigungsabsatzes 37 der Breite der Schaufelhaltenuten 03 zwischen den jeweiligen Vorsprungabschnitten des Befestigungsvorsprungs 07 entsprechen.

[0051] Der zweite Befestigungsabsatz 38 wird analog dem ersten Befestigungsabsatz 37 mit zumindest einer Unterbrechung ausgeführt, so dass das Dichtsegment 31 bajonettartig montiert werden kann. Hierzu wird das Dichtsegment 31 derartig positioniert, dass die Absatzabschnitte des ersten Befestigungsabsatzes 37 sowie die Absatzabschnitte des zweiten Befestigungsabsatzes 38 zwischen den Vorsprungabschnitten des ersten Befestigungsvorsprungs 07 bzw. des zweiten Befestigungsvorsprungs 08 hindurch geführt werden können, bis eine Anlage der Ruheflächen 35 und 36 auf den Auflageflächen 15 und 16 gegeben ist. Durch eine nachfolgende Rotation des Dichtsegments 31 relativ zu den Rotorscheiben 01, 02 erfolgt die Anordnung der Absatzabschnitte des jeweiligen Befestigungsabsatzes 37, 38 unter die Vorsprungabschnitte des zugehörigen Befestigungsvorsprungs 07, 08.

[0052] In einer alternativen Ausführungsform wird der erste Befestigungsabsatz 37 im Wesentlichen durchgehend ausgeführt, so dass auf dieser Seite zumindest keine bajonettartige Montage möglich ist. Hierzu ist vielmehr vorgesehen, dass das Dichtsegment 31 in einer geneigt Ausrichtung zunächst mit dem ersten Befestigungsabsatz 37 zwischen dem Befestigungsvorsprung 07 sowie dem Auflagering 13 eingefügt wird. Durch ein nachfolgendes Schwenken, bei dem wiederum die Absatzabschnitte des zweiten Befestigungsabsatzes 38 zwischen den Vorsprungabschnitten des zweiten Befestigungsvorsprungs 08 durchtauchen, kann ebenso das Dichtsegment 31 in die korrekte Position zur nachfolgenden Rotation gebracht werden.

[0053] Die Lage der Dichtsegmente 31 in Umfangsrichtung wird gesichert durch ein an zumindest einer Laufschaufel 22 angeordnetes Blockierelement 28, welches 28 zwischen zwei Absatzabschnitte des zweiten Befestigungsabsatzes 38 eintaucht.

[0054] In der nachfolgenden Figur 3 wird ein alternatives Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Abdichtung bei einem Rotor schematisch skizziert. Hierzu zeigt wiederum die Figur 4 eine Explosionsdarstellung zur Ausführung aus Figur 3. Die zweite Rotorscheibe 02 mit den zweiten Laufschaufeln 22 ist übereinstimmend mit dem ersten Ausführungsbeispiel ausgeführt und insofern wird auf dessen Beschreibung verzichtet. Übereinstimmend mit dem vorherigen Ausführungsbeispiel weist die erste Rotorscheibe 51 wiederum Schaufelhaltenuten 53 auf, in denen 53 das jeweilige Halteprofil 73 der jeweiligen Laufschaufel 71 angeordnet ist. Gleichfalls weist die Laufschaufel 71 einen sich abschnittsweise über das Dichtsegment 81 erstreckenden Kragen 75 auf.

[0055] Im Gegensatz zum vorherigen Ausführungsbeispiel wird jedoch in der ersten Rotorscheibe 51 unterhalb der Schaufelhaltenut 53 eine sich axial zur zweiten Rotorscheibe 02 öffnende Aufnahmeringnut 59 eingebracht, an der 59 sich radial auswärts der erste Befestigungsvorsprung 57 befindet. Dieser 57 bildet wiederum die zur Rotorachse weisende Stützfläche 61. Das freie Ende des Befestigungsvorsprungs 57 bildet eine Stirnfläche 67 zur Anlage des Dichtsegments 81 in axialer Richtung. Die Aufnahmeringnut 59 bildet mit einer Flanke weiterhin die von der Rotorachse wegweisende Auflagefläche 65.

[0056] Das hierzu eingesetzte Dichtsegment 81 ist L-förmig ausgeführt und weist einen sich axial erstreckenden Schenkel sowie einen sich radial zur Rotorachse erstreckenden Schenkel auf. Am radial unteren Ende des zweiten Schenkels befindet sich der sich wiederum axial erstreckende Befestigungsabsatz 87, auf dessen 87 radial auswärts weisender Seite die Lastfläche 91 angeordnet ist. Eine zur Rotorachse weisende Flanke des ersten Befestigungsabsatzes 87 bildet analog die Ruhefläche 95. Oberhalb des ersten Befestigungsabsatzes 87 befindet sich eine Bundfläche 97 zur Anlage an der Stirnfläche 67.

[0057] Im Gegensatz zum ersten Ausführungsbeispiel wird in diesem Fall der erste Befestigungsabsatz 87 durchgehend über die Länge des Dichtsegments 81 ausgeführt. Hierzu wird in der ersten Rotorscheibe 51 die Aufnahmeringnut 59 und der Befestigungsvorsprung 57 umlaufend ausgeführt. Dieses ermöglicht eine besonders stabile Anbindung des Dichtsegments 81 an der ersten Rotorscheibe 51. Zur Montage ist vorgesehen, dass wie beim ersten Ausführungsbeispiel in der zweiten Variante das Dichtsegment 81 eingeschwenkt wird. Hierzu wird zunächst das Dichtsegment 81 geneigt mit dem ersten Befestigungsabsatz 87 in die Aufnahmeringnut 59 eingeschoben. Durch das nachfolgende Schwenken analog vorherigem Beispiel erfolgt das Fügen des Dichtsegments 81 an der zweiten Rotorscheibe 02.

Patentansprüche

1. Rotor, insbesondere einer Gasturbine, mit zumindest einer ersten Rotorscheibe (01,51), an der (01,51) eine Mehrzahl erste Laufschaufeln (21,71) angeordnet sind und welche (01,51) eine zur Rotorachse weisende erste Stützfläche (11,61) aufweist, und mit einer zweiten Rotorscheibe (02), an der (02) eine Mehrzahl zweite Laufschaufeln (22)

angeordnet sind und welche (02) eine zur Rotorachse weisende zweite Stützfläche (12) aufweist, und mit mehreren zwischen den Rotorscheiben (01,02,51) angeordneten einen Ring bildenden Dichtsegmenten (31,81), welche (31,81) an den axial gegenüberliegenden Seiten eine zur ersten Stützfläche (11,61) komplementäre erste Lastfläche (41,91) und eine zur zweiten Stützfläche (12) komplementäre zweite Lastfläche (42) und eine zur Rotorachse weisende erste Ruhefläche (45,95) aufweisen,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Rotorscheibe (01,51) eine nach außen weisende erste Auflagefläche (15,65) aufweist, an der (15,65) die erste Ruhefläche (45,95) zur Anlage kommt.

2. Rotor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Rotorscheibe (02) eine nach außen weisende zweite Auflagefläche (16) und die Dichtsegmente (31,81) eine zur Rotorachse weisende zweite Ruhefläche (06) aufweisen, welche (06) an der zweiten Auflagefläche (16) zur Anlage kommen.

3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stützflächen (11,12,61) und die Auflagefläche(n) (15,16,65) jeweils als Rotationsfläche ausgeführt sind und/oder von zumindest zwei zueinander beabstandeten Teilflächen einer Rotationsfläche gebildet werden.

4. Rotor nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stützfläche (11,12,61) und/oder die Auflagefläche (15,16,65) und/oder die Rotorscheibe (01,02,51) radiärsymmetrisch ausgeführt sind.

5. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Rotorscheibe (01,51) eine sich näherungsweise quer zur Rotorachse erstreckende erste Stirnfläche (17,67) und die zweite Rotorscheibe (02) eine sich näherungsweise quer zur Rotorachse erstreckende zweite Stirnfläche (18) und das Dichtsegment (31,81) eine an der ersten Stirnfläche (17,67) im Wesentlichen zur Anlage kommende erste Bundfläche (47,97) und eine an der zweiten Stirnfläche (18) im Wesentlichen zur Anlage kommende zweite Bundfläche (48) aufweist.

6. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stützfläche (11,12,81) und/oder die Auflagefläche (15,16,65) von einer Flanke eines sich zur gegenüberliegenden Rotorscheibe (02,01) erstreckenden Befestigungsvorsprungs (07,08,57) gebildet wird.

7. Rotor nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein erster Befestigungsvorsprung (57) im Wesentlichen geschlossen ringförmig ausgeführt ist.

8. Rotor nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein zweiter Befestigungsvorsprung (08) zumindest drei zueinander beabstandete Vorsprungabschnitte (08a,08b,08c) umfasst.

9. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Lastfläche (41,91) von einem ersten Befestigungsabsatz (37,87) gebildet wird, welcher (37,87) sich, insbesondere durchgehend, über zumindest 75% der Länge des Dichtsegments (31,81) erstreckt.

10. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Lastfläche (42) von einem zweiten Befestigungsabsatz (38) gebildet wird, welcher (38) sich über zumindest 25% und höchstens 75% der Länge des Dichtsegments (31,81) erstreckt zumindest zwei zueinander beabstandete Absatzabschnitte () umfasst.

11. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest eine Laufschaufel (22) ein Blockierelement (28) aufweist, welches (28) zwischen zwei Absatzabschnitte () eingreift.

12. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Dichtsegment (31,81) auf der nach außen weisenden Seite eine Dichtfläche (32,82) aufweist, welche (32,82) sich im Wesentlichen zwischen den ersten Laufschaufeln (21,71) und den zweiten Laufschaufeln (22) erstreckt.

13. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Dichtsegment (31,81) an einem Ende in Umfangsrichtung einen von einer radial äußeren Umfangsfläche zurückgesetzten inneren Absatz (49) und ein beachbartes Dichtelement (05) einen den inneren Absatz (49) überdeckenden äußeren Absatz (50) aufweist.

14. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen benachbarten Dichtsegmenten (31,81) eine Dichtungsleiste () angeordnet ist, welche () sich insbesondere axial und Umfangsrichtung

erstreckt und in einander gegenüberliegenden Stirnseiten eingreift oder sich axial und radial erstreckt und in den inneren Absatz (49) eingreift.

15. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen den Laufschaufeln (21,22,71) und den Dichtsegmenten (31,81) ein Dichtstreifen (35,36,85) angeordnet ist, welcher (35,36,85) sich insbesondere radial und in Umfangsrichtung erstreckt und in das Dichtelement (31,81) eingreift.

16. Rotor nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Laufschaufeln (21,22,71) jeweils einen Kragen (25,26,75) aufweisen, welcher (25,26,75) einen Absatz am Dichtsegment (31,81) übergreift.

17. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Dichtsegment (31,81) im Längsschnitt durch die Rotorachse im Wesentlichen balkenförmig ausgeführt ist, wobei ein umgebendes Rechteck parallel zu einer Verbindungslinie zwischen den Lastflächen eine Höhe von höchsten 50%, insbesondere höchstens 30%, der Breite aufweist.

18. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Dichtsegment ()im Längsschnitt durch die Rotorachse im Wesentlichen L-förmig mit einem langen Schenkel in axialer Richtung und einem kurzen Schenkel ausgehend vom langen Schenkel in radialer Richtung auf die Rotorachse zuweisend ausgeführt ist.

FIG 1

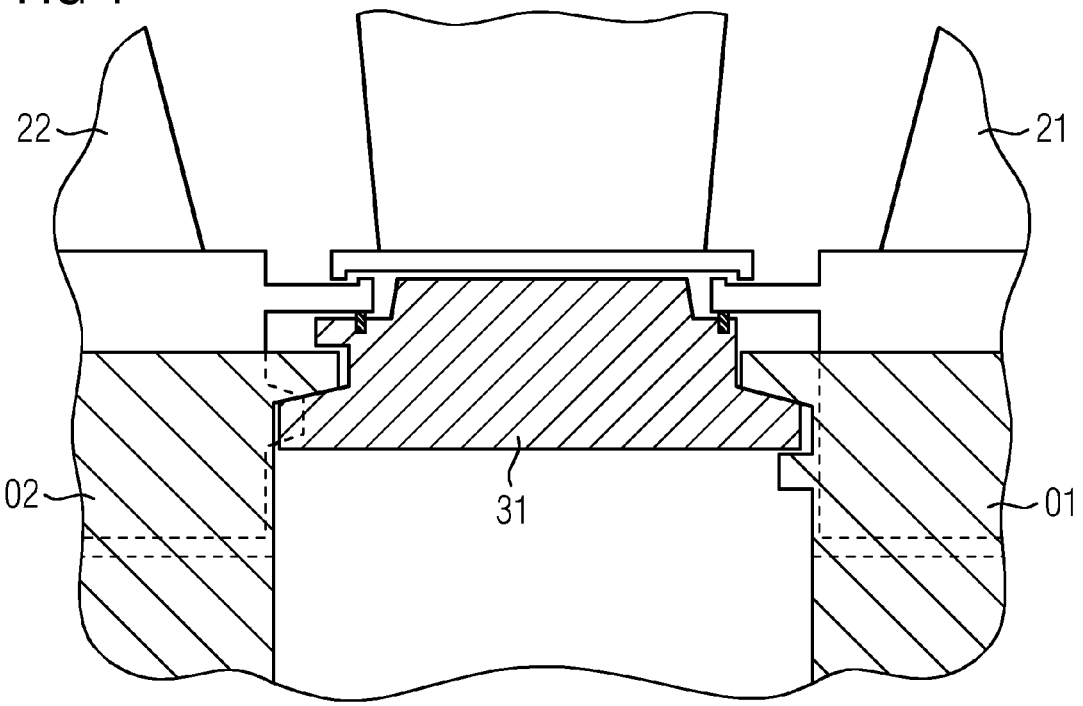

22
21
02
31
01

FIG 2

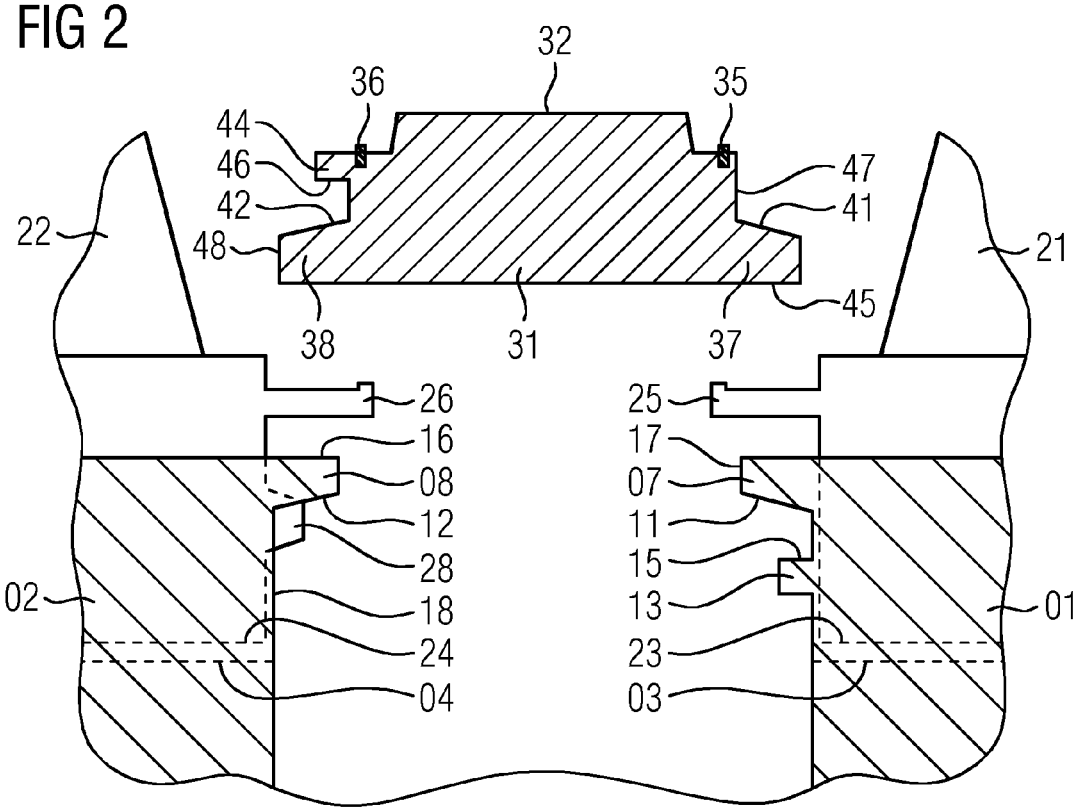

32
36
35
44
46
42
48
47
41
45
22
21
38
31
37
26
25
16
17
08
07
12
11
28
15
18
13
24
23
04
03
02
01

FIG 3

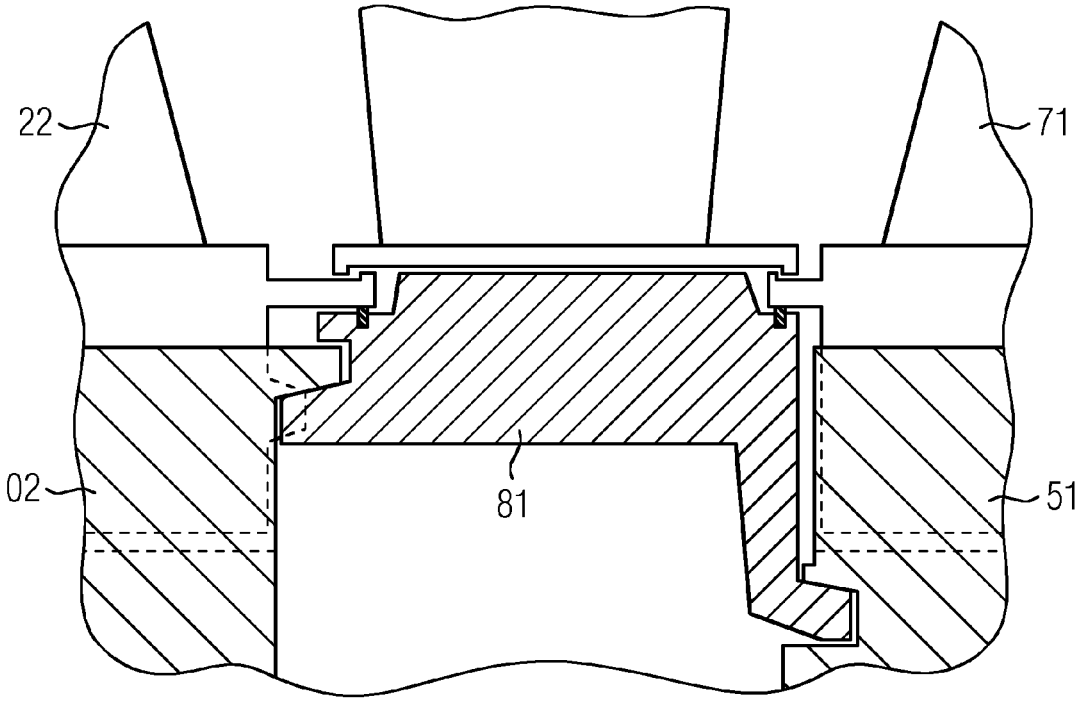
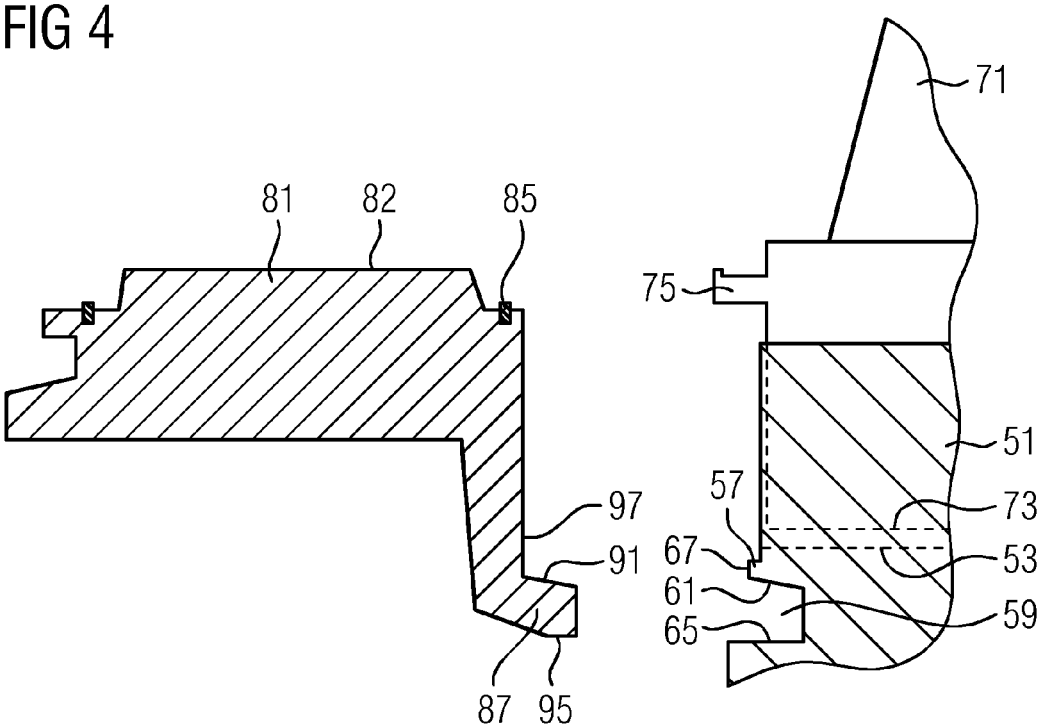


FIG 4



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 18 5591

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CA 2 921 257 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 20. August 2016 (2016-08-20)	1-18	INV. F01D5/06
Y	* Absatz [0038] - Absatz [0046] * * Absatz [0050] - Absatz [0052] * * Absatz [0054] - Absatz [0055] * * Absatz [0057] - Absatz [0059]; Ansprüche 1-9; Abbildungen 2-4, 7, 13-17, 20, 23 *	11	F01D11/00
X	DE 10 2014 115197 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 30. April 2015 (2015-04-30)	1-10,12, 16-18	
Y	* Absatz [0032] - Absatz [0039]; Anspruch 1; Abbildungen 1,2 *	11	
X	EP 2 256 300 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 1. Dezember 2010 (2010-12-01)	1-10,12, 16-18	
Y	* Absatz [0007] - Absatz [0015]; Anspruch 1; Abbildungen 1,2 *	11	
A,D	EP 2 535 523 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 19. Dezember 2012 (2012-12-19) * das ganze Dokument *	1-18	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

F01D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	14. Februar 2017	Balice, Marco

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 16 18 5591

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.

14-02-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CA 2921257 A1	20-08-2016	BR 102016003562 A2	11-10-2016
		CA 2921257 A1	20-08-2016
		CN 106050323 A	26-10-2016
		EP 3088662 A1	02-11-2016
		US 2016245106 A1	25-08-2016
DE 102014115197 A1	30-04-2015	CH 708796 A2	30-04-2015
		CN 104564173 A	29-04-2015
		DE 102014115197 A1	30-04-2015
		JP 2015086870 A	07-05-2015
		US 2015114001 A1	30-04-2015
EP 2256300 A2	01-12-2010	EP 2256300 A2	01-12-2010
		US 2010290898 A1	18-11-2010
EP 2535523 A2	19-12-2012	CN 102852566 A	02-01-2013
		EP 2535523 A2	19-12-2012
		US 2012321437 A1	20-12-2012

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2535523 A2 **[0004]**