



(11) **EP 3 170 987 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.02.2020 Patentblatt 2020/08

(51) Int Cl.:
F01D 11/00^(2006.01) F01D 17/16^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15194974.0**

(22) Anmeldetag: **17.11.2015**

(54) **INNENRINGSYSTEM FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE**

INTERNAL RING SYSTEM FOR TURBOMACHINERY

SYSTÈME DE BAGUE INTÉRIEURE POUR TURBOMACHINE

(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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.05.2017 Patentblatt 2017/21

(73) Patentinhaber: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Scharl, Richard**
85757 Karlsfeld (DE)
• **Jakimov, Andreas**
81245 München (DE)
• **Schlothauer, Steffen**
85253 Erdweg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 696 675 EP-A1- 2 806 107
EP-A2- 1 998 006 EP-A2- 2 093 380

EP 3 170 987 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Innenringsystem gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Strömungsmaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 10 und ein Verfahren zur Montage eines Innenringsystems gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 11.

[0002] Die EP 2 806 107 A1 zeigt einen Innenring für eine Turbomaschine, welcher eine Schaufelanordnung mit mehreren verstellbaren Leitschaufeln aufweist. Die Leitschaufeln sind über eine Buchsenanordnung mit mehreren Buchsen zwischen Ringsegmenten des Innenrings verstellbar aufgenommen. Die Ringsegmente sind dabei durch die Buchsenanordnung miteinander verbindbar. Des Weiteren ist ein quergeteilter Dichtungsträger als Sicherungselement ausgebildet und mit den Ringsegmenten formschlüssig verbunden. Hierzu greifen zwei einander gegenüberliegende axiale Vorsprünge des Dichtungsträgers in entsprechende Umfangsnuten in den Ringsegmenten und legen so auch die Buchsenanordnung an der Ringsegmentanordnung radial fest. Der Dichtungsträger kann im montierten Zustand elastisch radial aufgeweitet sein, um die Buchsen radial gegen die Ringsegmente vorzuspannen.

[0003] Aus der EP 0 696 675 A1 ist eine kreisförmige Schaufelstufe bekannt, deren Schaufeln an ihrem Endbereich jeweilige Führungszapfen aufweisen. Die Führungszapfen sind in jeweiligen Buchsen drehbar aufgenommen, wobei die Buchsen zwischen mehreren Sektoren eines Halterings gehalten sind. Die Sektoren werden durch eine Schiene zusammengehalten, indem die Schiene die Sektoren umgreift.

[0004] Die EP 1 998 006 A2 beschreibt ein Mantelstromtriebwerk mit einer Mehrzahl an drehbar gelagerten Leitschaufeln. Die Leitschaufeln sind ringförmig angeordnet und an deren Ende durch ein Deckband umgeben. Das Deckband besteht aus einem vorderen Segment und einem hinteren Segment, welche die Enden der Leitschaufeln umschließen und mittels mehrerer Bolzen an den Enden festgelegt sind. Das Deckband ist bereichsweise von einem Dichtungsträger umgeben. Des Weiteren ist eine Haltevorrichtung mit einer Druckstoßsicherung vorgesehen, welche an einem Luftkanal gehalten ist und welche mittels jeweiliger Haltearme eine Vorspannkraft auf den Dichtungsträger ausübt.

[0005] Die EP 2 093 380 A2 offenbart eine Strömungsmaschine mit einer Mehrzahl an drehbar gelagerten Leitschaufeln. Die Leitschaufeln weisen in einer radialen Anordnung der Schaufeln in der Strömungsmaschine jeweilige, innen liegende Bereiche auf. Diese innen liegenden Bereiche sind von einem Kernteil umschlossen und unter Vermittlung dieses Kernteils in einem Kanal eines inneren Deckbandes der Strömungsmaschine in axialer, umlaufender und radialer Richtung gehalten.

[0006] Aus der EP 2 806 107 A1 ist ein geteilter Innenring für eine verstellbare Leitschaufelanordnung bekannt. Der Innenring umfasst eine Ringsegmentanord-

nung mit wenigstens zwei Ringsegmenten und einer Buchsenanordnung mit wenigstens einer Buchse zur Lagerung einer verstellbaren Leitschaufel der Leitschaufelanordnung, wobei ein Ringsegment und ein weiteres Ringsegment der Ringsegmentanordnung durch die Buchsenanordnung miteinander verbindbar sind. Die Ringsegmentanordnung kann dabei als Innenring ausgebildet sein. Bei der gezeigten Leitschaufelanordnung können sich die Ringsegmente im Betrieb zueinander und relativ zu der Leitschaufelanordnung verschieben und/oder verformen, insbesondere aufgrund einer Erwärmung. Dadurch kann es zum sogenannten Cording-Effekt kommen, bei welchem es durch Erwärmung zu einer dreidimensionalen Verformung der Ringsegmentanordnung an jeweiligen Teilungsebenen kommen kann. Diese Verformungen können zu einem stärkeren Einlauf von Dichtfins in einer Einlaufdichtung führen, wodurch sich jeweilige Dichtungsspalte und Leckagen vergrößern können. Dadurch kann der Wirkungsgrad der Strömungsmaschine sinken.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Innenringsystem für eine Strömungsmaschine zu schaffen, mittels welchem die Strömungsmaschine einen höheren Wirkungsgrad aufweisen kann. Weiterhin ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Strömungsmaschine mit einem höheren Wirkungsgrad zu schaffen. Zudem ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Montage eines solchen Innenringsystems für eine Strömungsmaschine zu schaffen.

[0008] Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß durch ein Innenringsystem mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen jedes Erfindungsaspekts als jeweils vorteilhafte Ausgestaltungen der jeweils anderen Erfindungsaspekte und umgekehrt anzusehen sind.

[0009] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Innenringsystem mit wenigstens einem Innenring, welcher an wenigstens einer um eine Verstellachse drehbar gelagerten Leitschaufel einer Strömungsmaschine gehalten ist, wobei der Innenring an einem radial inneren Zapfen der wenigstens einen Leitschaufel in Richtung der Verstellachse unbeweglich bezüglich der wenigstens einen Leitschaufel festgelegt ist, wobei ein radial innerer Endbereich des Zapfens der wenigstens einen Leitschaufel als tellerförmiges Befestigungselement ausgebildet ist, welches in einer korrespondierenden Ausnehmung des Innenrings angeordnet ist, wobei das Innenringsystem wenigstens eine Buchse umfasst, welche das tellerförmige Befestigungselement zumindest bereichsweise umgreift, und wobei das Innenringsystem wenigstens einen an dem Innenring zumindest teilweise radial innenseitig angeordneten Dichtungsträger umfasst, wobei der Innenring radial nach innen an der Buchse und

radial nach außen an dem Dichtungsträger abgestützt ist. Damit hält die Leitschaukel den Innenring in konstantem Abstand zu einem Gehäuse der Strömungsmaschine, wodurch jeweilige Spalte eine vorgesehene Größe auch im Betrieb der Strömungsmaschine einhalten können. Dadurch kommt es zu besonders geringen Leckagen, womit eine mit dem Innenringssystem ausgerüstete Strömungsmaschine einen höheren Wirkungsgrad aufweisen kann.

[0010] Die Strömungsmaschine kann dabei auch eine Vielzahl von Leitschaukeln umfassen. Die Leitschaukeln können dabei Teil eines sogenannten Leitschaukelrings sein, welcher die Leitschaukeln, den Innenring und einen Außenring umfassen. Der Außenring kann dabei auch als Deckband des Leitschaukelrings ausgebildet sein. Drehbar gelagerte Leitschaukeln werden auch als verstellbare Leitschaukeln, Verstellschaukeln oder Verstellleitschaukeln bezeichnet.

[0011] Eine Mittelachse des Innenrings beziehungsweise des Leitschaukelrings kann dabei auch als axiale Richtung bezeichnet werden. Die Verstellachse kann auch als radiale Richtung oder radiale Achse bezeichnet werden. Vorzugsweise entspricht die axiale Richtung einer Drehachse der Strömungsmaschine beziehungsweise von jeweiligen Rotoren der Strömungsmaschine. Die Verstellachse der Leitschaukeln beziehungsweise die radiale Achse, welche auch als radiale Richtung bezeichnet werden kann, entspricht ebenfalls vorzugsweise einer radialen Richtung beziehungsweise radialen Achse jeweiliger Rotoren der Strömungsmaschine. Radial innen bezeichnet dabei eine radiale Richtung hin zur axialen Achse beziehungsweise Mittelachse von einem Bezugspunkt aus. Radial außen bezeichnet entsprechend eine Richtung, welche von der axialen Achse weg weist.

[0012] Weiterhin ist vorgesehen, dass ein radial innerer Endbereich des Zapfens der wenigstens einen Leitschaukel als tellerförmiges Befestigungselement ausgebildet ist, welches in einer korrespondierenden Ausnehmung des Innenrings angeordnet ist. Das tellerförmige Befestigungselement kann dabei beispielsweise durch eine Aufdickung des Zapfens der Leitschaukel gebildet sein. Das tellerförmige Befestigungselement kann auch als Tellersegment bezeichnet werden. Die korrespondierende Ausnehmung kann das tellerförmige Befestigungselement beispielsweise wenigstens teilweise umfassen. Die Kombination aus tellerförmigem Befestigungselement und korrespondierender Ausnehmung erlaubt eine einfache und kostengünstige unbewegliche Festlegung des Innenrings bezüglich der Leitschaukel. Dabei können jeweilige Kontaktflächen für diese unbewegliche Festlegung besonders klein sein, wodurch nur geringe Verstellkräfte für ein Drehen der Leitschaukeln notwendig sind.

[0013] Weiterhin ist vorgesehen, dass das Innenringssystem wenigstens eine Buchse umfasst, welche das tellerförmige Befestigungselement zumindest bereichsweise umgreift. Wenigstens ein Teilbereich der Buchse korrespondiert vorzugsweise also mit einer Form des teller-

förmigen Befestigungselements. Beispielsweise kann die Buchse über das tellerförmige Befestigungselement geschoben werden. Alternativ kann die Buchse axial geteilt sein und deren Einzelstücke für die Montage um das Befestigungselement angeordnet werden. Die Buchse kann dabei vorzugsweise aus einem Metallwerkstoff gebildet sein und/oder in einem additiven Fertigungsverfahren hergestellt sein. Mittels der Buchse kann der Innenring beziehungsweise jeweilige Teilstücke des Innenrings besonders einfach und kostengünstig an der Leitschaukel festgelegt werden. Die Buchse kann zudem besonders einfach ausgetauscht werden, falls es durch ein Verstellen der Leitschaukeln während des Betriebs der Strömungsmaschine aufgrund von Reibung zu einem Verschleiß gekommen ist. In diesem Fall müssen dann nicht mehr jeweilige Leitschaukeln und/oder der Innenring beziehungsweise Innenringteile für eine Wartung ausgetauscht werden. Dadurch ist das Innenringssystem besonders wartungsfreundlich.

[0014] Weiterhin ist vorgesehen, dass das Innenringssystem wenigstens einen an dem Innenring zumindest teilweise radial innenseitig angeordneten Dichtungsträger umfasst, wobei der Innenring radial nach innen an der Buchse und radial nach außen an dem Dichtungsträger abgestützt ist. Der Dichtungsträger kann dabei auch aus einer Mehrzahl von Dichtungsträgersegmenten bestehen. Insbesondere kann die Anzahl von Dichtungsträgersegmenten einer Anzahl von Innenringsegmenten entsprechen. Vorzugsweise besteht der Dichtungsträger aus einem Metallwerkstoff und/oder ist in einem additiven Fertigungsverfahren hergestellt. An dem Dichtungsträger ist beispielsweise ein Anstreif-Medium gehalten. Dieses Anstreif-Medium kann besonders einfach und kostengünstig zusammen mit dem Dichtungsträger ausgetauscht werden. Gleichzeitig kann der Dichtungsträger dazu genutzt werden, den Innenring zusammen mit der Buchse in radialer Richtung unbeweglich an der Leitschaukel festzulegen. Der Dichtungsträger kann dazu beispielsweise radial nach außen an der Buchse und/oder an dem inneren Zapfen der Leitschaukel abgestützt sein. Der Innenring ist so besonders kostengünstig unbeweglich festlegbar, wobei die Festlegung besonders einfach zu montieren ist.

[0015] Gemäß der Erfindung ist es vorgesehen, der Innenring mittels eines an einer dem Innenring und/oder der Buchse zugewandten Seite des Dichtungsträgers angeordneten Federelements mit einer axial wirkenden Federkraft beaufschlagt ist. Das Federelement kann somit als Verrutschsicherung dienen. Falls der Dichtungsträger zur Montage in Umfangsrichtung auf den Innenring aufgeschoben wird, kann das Federelement nur in Einschubrichtung nachgiebig ausgebildet sein. Dadurch bildet das Federelement eine Art Verlusstsicherung. Weiterhin kann mittels der Federkraft besonders einfach ein axial geteilter Innenring und/oder eine axial geteilte Buchse zusammengehalten werden. In diesem Fall müssen die Buchse und/oder der Innenring nicht mehr mittels einer axialen Verbindung beispielsweise in Form von we-

nigstens einer Niete, einem Schraubelement und/oder einer Verschweißung zusammengehalten werden.

[0016] In vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Innenringsystems ist es vorgesehen, dass der Innenring in Umfangsrichtung geteilt ist und/oder dass der Innenring wenigstens zwei, insbesondere drei Ringsegmente umfasst, wobei jedes der Ringsegmente jeweils an einem inneren Zapfen wenigstens einer Leitschaukel in Richtung der Verstellachse unbeweglich bezüglich der jeweiligen Leitschaukel festgelegt ist. Wenn der Innenring in Umfangsrichtung geteilt ist, umfasst er also mehrere Innenringscheiben. Ein so geteilter Innenring ist besonders einfach an den Leitschaukeln montierbar. Zudem sind jeweilige Teilstücke des Innenrings leichter als ein einstückiger Innenring, wodurch sie einfacher zu handhaben sind und in einer kleineren Herstellvorrichtung produziert werden können. Gleiches gilt für jeweilige Ringsegmente des Innenrings. Insbesondere können Ringsegmente so klein sein, dass sie besonders einfach in einem additiven Fertigungsverfahren hergestellt werden können, beispielsweise durch ein selektives Laserschmelzverfahren. Der Innenring kann beispielsweise durch drei 120 Grad Ringsegmente gebildet werden. Vorzugsweise sind die jeweiligen Ringsegmente gleich groß ausgebildet.

[0017] Da jeweilige Temperaturen in einem Gaskanal meist deutlich höher sind als in einer übrigen Umgebung des Innenrings, kann es zu unerwünschten thermischen Verformungen des Innenrings sowohl im stationären Betrieb als auch bei transienten Vorgängen kommen. Diese Verformung wird auch als Cording-Effekt bezeichnet. Diese Verformung hat insbesondere an zwei Stellen eine unerwünschte Wirkung. Ein Radialspalt zwischen einem Anstreif-Medium, welches als Gegenstück zu Dichtspitzen an einem Rotor ausgebildet ist, und dem Rotor kann sich ändern. Alternativ kann auch eine Bürstendichtung mit einem Radialspalt zu dem Rotor als Abdichtung vorgesehen sein, wobei sich auch dieser Radialspalt durch die Verformung verändern kann. Die Veränderung einer Weite dieses Radialspalts kann zu erhöhten Leckagen und/oder einem erhöhten Kontakt zwischen dem Rotor und dem Anstreif-Medium oder der Bürstendichtung führen. Daraus resultiert ein entsprechend erhöhter Verschleiß und/oder erhöhte Leckage. Der Leitschaukelring und/oder der Innenring können dabei auch als Stator bezeichnet werden. Das Anstreif-Medium kann beispielsweise als Belag am Innenring oder als Honigwabenstruktur ausgebildet sein.

[0018] Außerdem kann sich ein Spalt zwischen einem Leitschaukelprofil und dem Innenring verändern. Ein dadurch vergrößerter Spalt führt zu einer deutlichen Verschlechterung des Wirkungsgrads, insbesondere bei einem Verdichter. Dies wird auch als Verdichtereffekt bezeichnet. Ein zu kleiner Spalt kann zu Kontakten zwischen dem Profil der Leitschaukel und dem Innenring führen, was zu deutlich höheren Verstellkräften bis zum Verkleben beim Drehen der Leitschaukeln führen kann.

[0019] Dadurch, dass jeweilige Ringsegmente unbeweglich bezüglich der jeweiligen Leitschaukel in Richtung der Verstellachse festgelegt sind, kann die Verformung des Innenrings minimiert werden. Der Abstand zwischen einem Gehäuse, insbesondere einem Verdichtergehäuse, und dem Innenring bleibt bei allen Leitschaukeln gleich. Auch der Abstand zwischen dem Leitschaukelprofil und dem Innenring beziehungsweise der Innenringsegmente kann im Wesentlichen konstant während des Betriebs der Strömungsmaschine gehalten werden.

[0020] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Innenringsystems ist es vorgesehen, dass der Innenring zumindest teilweise mittels eines additiven Fertigungsverfahrens hergestellt ist. Auch weitere Elemente des Innenringsystems, insbesondere die jeweiligen Leitschaukeln, können zumindest teilweise mittels des additiven Fertigungsverfahrens hergestellt sein. Das additive Fertigungsverfahren kann auch als generatives Fertigungsverfahren bezeichnet werden. Mittels des additiven Fertigungsverfahrens können besonders robuste, leichte und/oder geometrisch komplexe Teile kostengünstig hergestellt werden. Damit ist das additive Fertigungsverfahren besonders geeignet für das Herstellen des Innenrings. Vielfach ist die Größe von herstellbaren Teilen in einem additiven Fertigungsverfahren jedoch eingeschränkt. Entsprechend ist es vorteilhaft, wenn ein in einem additiven Fertigungsverfahren hergestellter Innenring aus mehreren Ringsegmenten gebildet ist. Wie bereits geschildert, kann dies jedoch zu nachteiligen Effekten bezüglich des Wirkungsgrads der Strömungsmaschine führen, insbesondere durch den Cording-Effekt. Durch das Festlegen der Ringsegmente unbeweglich bezüglich der jeweiligen Leitschaukeln in Richtung deren Verstellachse können solche Effekte jedoch minimiert oder sogar gänzlich vermieden werden. Entsprechend kann das additive Fertigungsverfahren mit seinen Vorteilen genutzt werden, wobei entsprechende Nachteile minimiert oder nicht mehr vorhanden sind.

[0021] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Innenrings ist es vorgesehen, dass der Dichtungsträger die Buchse und/oder das Befestigungselement der Leitschaukel und/oder den Innenring zumindest bereichsweise umgreift. Dadurch kann der Dichtungsträger besonders einfach radial nach außen abgestützt sein, wodurch dann der Innenring ebenfalls radial nach außen an dem Dichtungsträger abgestützt werden kann. Außerdem kann der Dichtungsträger so einen geteilten Innenring und/oder eine geteilte Buchse zusammenhalten. Für das Umgreifen kann der Dichtungsträger jeweilige hakenförmige Elemente umfassen, welche für einen Toleranzausgleich wenigstens teilweise elastisch verformbar sein können.

[0022] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Innenringsystems ist es vorgesehen, dass die Buchse wenigstens einen Steg aufweist, an welchem der Innenring in radialer Richtung nach innen abgestützt ist. Der Steg ist dabei eine besonders robuste und besonders kostengünstig herstellbare Art der Ab-

stützung.

[0023] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Innenringsystems ist es vorgesehen, dass der Dichtungsträger wenigstens einen Steg aufweist, an welchem der Innenring in radialer Richtung nach außen abgestützt ist. Auch beim Dichtungsträger ist ein solcher Steg besonders robust und kostengünstig herstellbar.

[0024] Insgesamt kann der Innenring mittels der Stege also besonders vorteilhaft abgestützt werden. Diese formschlüssige Festlegung des Innenrings unbeweglich bezüglich der wenigstens einen Leitschaufel in Richtung deren Verstellachse ist dabei zudem annähernd verschleißfrei.

[0025] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Innenringsystems ist es vorgesehen, dass der wenigstens eine Steg des Dichtungsträgers in einer korrespondierenden Nut des Innenrings angeordnet ist. Durch die Kombination Steg und Nut kann der Innenring besonders zuverlässig mittels des Dichtungsträgers abgestützt werden.

[0026] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Innenringsystems ist es vorgesehen, dass der wenigstens eine Steg des Dichtungsträgers auf der Buchse radial außen aufliegt. Dazu kann eine Durchgangsöffnung für den Steg in dem Innenring vorgesehen sein. Insbesondere kann sich die Durchgangsöffnung an einen Teilbereich der Nut anschließen. Dadurch, dass der Steg auf der Buchse radial außen aufliegt, kann auch die Buchse mittels des Dichtungsträgers radial nach außen abgestützt werden. Dadurch muss dann beispielsweise keine Abstützung der Buchse mehr radial nach außen an der Leitschaufel beziehungsweise deren Zapfen vorgesehen sein.

[0027] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Innenringsystems ist es vorgesehen, dass der Innenring und/oder die Buchse eine Langlochöffnung aufweisen, wobei die wenigstens eine Leitschaufel mittels einer rotatorischen und/oder translatorischen Bewegung innerhalb der Langlochöffnung arretierbar ist. Insbesondere kann die Leitschaufel mittels des in die Ausnehmung eingeführten Befestigungselements arretiert werden. Das Befestigungselement kann dabei korrespondierend zu der Langlochöffnung ausgebildet sein. Zum Einführen der Leitschaufel beziehungsweise des Befestigungselements kann die Leitschaufel in einen Winkel gedreht sein, welcher außerhalb eines normalen Verstellbereichs liegt. Dadurch kann die Befestigung der Leitschaufel in der Langlochöffnung nicht versehentlich durch ein Verstellen der Leitschaufel gelöst werden. Durch das Arretieren wird der Innenring in Richtung der Verstellachse unbeweglich bezüglich der wenigstens einen Leitschaufel festgelegt. Es handelt sich also um eine Art Bajonettverschluss. Dabei kann die Leitschaufel durch ein beispielsweise wenigstens teilweise asymmetrisch ausgebildetes Befestigungselement in der Langlochöffnung festgelegt werden.

[0028] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine

Strömungsmaschine, insbesondere ein Flugtriebwerk. Die Strömungsmaschine kann dabei auch als Gasturbine ausgebildet sein. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die Strömungsmaschine gemäß dem zweiten Erfindungsaspekt ein Innenringsystem gemäß dem ersten Erfindungsaspekt aufweist. Die sich aus dem Einbau des Innenringsystems gemäß dem ersten Erfindungsaspekt in der Strömungsmaschine ergebenden Merkmale und Vorteile sind den Beschreibungen des ersten Erfindungsaspekts zu entnehmen, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Erfindungsaspekts und umgekehrt anzusehen sind. Die Strömungsmaschine gemäß dem zweiten Erfindungsaspekt mit dem Innenringsystem gemäß dem ersten Erfindungsaspekt weist also einen außerordentlich hohen Wirkungsgrad auf.

[0029] Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Montage eines Innenringsystems, bei welchem wenigstens ein Innenring an wenigstens einer um eine Verstellachse drehbar gelagerten Leitschaufel einer Strömungsmaschine angeordnet wird, wobei der Innenring an einem radial inneren Zapfen der wenigstens einen Leitschaufel in Richtung der Verstellachse unbeweglich bezüglich der wenigstens einen Leitschaufel festgelegt wird, wobei ein als tellerförmiges Befestigungselement ausgebildeter, radial innerer Endbereich des Zapfens der wenigstens einen Leitschaufel in einer korrespondierenden Ausnehmung des Innenrings angeordnet wird, wobei das Innenringsystem wenigstens eine Buchse umfasst, welche das tellerförmige Befestigungselement zumindest bereichsweise umgreift, und wobei das Innenringsystem wenigstens einen an dem Innenring zumindest teilweise radial innenseitig angeordneten Dichtungsträger umfasst, wobei der Innenring radial nach innen an der Buchse und radial nach außen an dem Dichtungsträger abgestützt wird. Erfindungsgemäß ist es dabei vorgesehen, dass der Innenring mittels eines an einer dem Innenring und/oder der Buchse zugewandten Seite des Dichtungsträger angeordneten Federelements mit einer axial wirkenden Federkraft beaufschlagt wird. Mittels des Verfahrens zur Montage gemäß dem dritten Erfindungsaspekt lassen sich also ein Innenringsystem gemäß dem ersten Erfindungsaspekt und eine Strömungsmaschine gemäß dem zweiten Erfindungsaspekt montieren. Die sich aus dem Innenringsystem gemäß dem ersten Erfindungsaspekt und der Strömungsmaschine gemäß dem zweiten Erfindungsaspekt ergebenden Merkmale und Vorteile sind den Beschreibungen des ersten beziehungsweise des zweiten Erfindungsaspekts zu entnehmen, wobei die vorteilhaften Ausgestaltungen des ersten beziehungsweise des zweiten Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen des dritten Erfindungsaspekts und umgekehrt anzusehen sind.

[0030] Der Innenring kann an dem radial inneren Zapfen der wenigstens einen Leitschaufel in Richtung der Verstellachse unbeweglich bezüglich der wenigstens einen Leitschaufel festgelegt werden, indem beispielsweise zunächst die Buchse auf das Befestigungselement

geschoben wird. Ist die Buchse beispielsweise axial geteilt ausgebildet, können die jeweiligen Teilstücke der Buchse einfach um das Befestigungselement angeordnet werden, um dieses teilweise einzufassen. Anschließend kann beispielsweise ein Ringsegment des Innenrings über die Buchse und das Befestigungselement in Umfangsrichtung geschoben werden. Sind der Innenring beziehungsweise die Ringsegmente in Umfangsrichtung geteilt, können diese Teilstücke ebenfalls einfach um das Befestigungselement und die Buchse gelegt werden. Anschließend können jeweilige Dichtungsträgersegmente über den Innenring, die Buchse und das Befestigungselement der Leitschaufel beispielsweise in Umfangsrichtung geschoben werden. Dann ist der Innenring unbeweglich bezüglich der wenigstens einen Leitschaufel in Richtung deren Verstellachse festgelegt. Der Dichtungsträger beziehungsweise jeweilige Dichtungsträgersegmente können dabei jeweilige axial geteilte Bauteile des Innenringsystems zusammenhalten. Insbesondere kann an dem Dichtungsträger wenigstens ein Federelement angeordnet sein, mittels welchem die Federkraft auf die axial geteilten Elemente ausgeübt wird. Dadurch wird ein reibschlüssiger Verbund zwischen den axial geteilten Elementen bewirkt. Dadurch kann ein relatives Verdrehen der axial geteilten Elemente zueinander besonders zuverlässig verhindert werden.

[0031] Dabei zeigt:

- Fig. 1 in einer schematischen Meridianschnittansicht ein Innenringsystem für eine Strömungsmaschine gemäß dem Stand der Technik;
- Fig. 2 in einer schematischen Meridianschnittansicht ein erfindungsgemäßes Innenringsystem für eine Strömungsmaschine;
- Fig. 3 in einer schematischen Meridianschnittansicht eine alternative Ausführungsform des Innenringsystems gemäß Fig. 2;
- Fig. 4 in einer schematischen Schnittansicht ausschnittsweise einen Dichtungsträger des Innenringsystems gemäß Fig. 2 oder 3; und
- Fig. 5 in einer schematischen Schnittansicht ausschnittsweise eine alternative Ausführungsform des Dichtungsträgers gemäß Fig. 4.

[0032] Fig. 1 zeigt in einer schematischen Schnittansicht, welche auch als Meridianansicht bezeichnet werden kann, ein Innenringsystem 10 gemäß dem Stand der Technik. Dieses Innenringsystem 10 umfasst wenigstens einen Innenring 12, welcher an wenigstens einer um eine Verstellachse 14 drehbar gelagerten Leitschaufel 16 einer Strömungsmaschine gehalten ist. Die verstellbare Leitschaufel 16 wird auch als Verstellschaufel oder Verstellleitschaufel bezeichnet. Das Innenringsystem 10 umfasst dabei eine Mehrzahl von Leitschaufeln

16, welche ringförmig nebeneinander angeordnet sind. Dies wird auch als Leitschaufelring bezeichnet. Die Verstellachse 14 entspricht dabei in Fig. 1 einer radialen Richtung der Strömungsmaschine. Radial innen ist ein Rotor 20 angeordnet, welcher um die Drehachse 22 der Strömungsmaschine rotiert. Die Drehachse 22 kann auch als axiale Achse oder Mittelachse bezeichnet werden. Die Leitschaufeln 16 sind dabei symmetrisch um die Drehachse 22 angeordnet. An einem dem Innenring 12 abgewandten Endbereich der Leitschaufel 16 ist ein Außenring 18 angeordnet, welcher auch als Deckband eines Leitschaufelrings bezeichnet werden kann. Radial innen des Innenrings 12 ist ein Dichtungsträger 24 an dem Innenring 12 gehalten. An diesem Dichtungsträger 24 ist ein Einlaufbelag 26 angebracht, welcher beispielsweise aus einer Honigwabenstruktur besteht und auch als Anstreif-Medium bezeichnet werden kann. Mit diesem Einlaufbelag 26 ist ein sogenannter Dichtfin 28 kontaktiert, welcher an dem Rotor 20 angeordnet ist. Das Innenringsystem 10 mit dem Außenring 18 kann auch als Stator bezeichnet werden.

[0033] Der Innenring 12 und der Dichtungsträger 24 sind bei dem Innenringsystem 10 gemäß dem Stand der Technik entlang der Verstellachse 14 beweglich gehalten. Bei dem Betrieb der Gasmaschine strömt durch einen Gaskanal 30 ein heißer Gasstrom entlang der Leitschaufeln 16. Dadurch wird der Innenring 12 an einer der Leitschaufel 16 zugewandten Seite stärker erwärmt als an einer der Leitschaufel 16 abgewandten Seite. Dadurch kann es zu unerwünschten thermischen Verformungen des Innenrings 12 kommen. Diese Verformungen werden auch als Cording-Effekt bezeichnet. Dadurch kann es einerseits zu einer Veränderung des Spalts 32 zwischen dem Innenring 12 und der Leitschaufel 16 kommen. Bei einer Vergrößerung dieses Spalts 32 sinkt der Wirkungsgrad der Strömungsmaschine. Bei einer Verkleinerung des Spalts 32 werden die Kräfte, welche zum Drehen der Leitschaufel 16 notwendig sind, erhöht. Gegebenenfalls kann dabei auch die Leitschaufel 16 verklemmen. Außerdem kann es bei einem Kontakt des Innenrings 12 mit der Leitschaufel 16 bei dem Verstellen der Leitschaufel 16 zu einem Abrieb und damit Verschleiß kommen. Ebenfalls kann sich durch Verformungen des Innenrings 12 der Spalt 34 zwischen dem Dichtfin 28 und dem Einlaufbelag 26 erhöhen. Auch dadurch kann es zu erhöhten Leckagen zwischen dem Rotor 20 und dem Innenringsystem 10 kommen. Durch die Verformung des Innenrings 12 kann es auch zu einem erhöhten Kontakt zwischen dem Dichtfin 28 und dem Einlaufbelag 26 kommen, wodurch ein entsprechender Verschleiß größer ist.

[0034] Bei dem erfindungsgemäßen Innenringsystem 40, welches in den schematischen Meridianschnitten von Fig. 2 und Fig. 3 gezeigt ist, werden die negativen Effekte der beschriebenen thermischen Verformung des Innenrings 64 dagegen wesentlich reduziert oder ganz vermieden. Der Innenring 64 bei dem erfindungsgemäßen Innenringsystem 40 ist an einem radial inneren Zapfen 42

der wenigstens einen Leitschaukel 66 in Richtung der Verstellachse 14 unbeweglich bezüglich der wenigstens einen Leitschaukel 66 festgelegt. Damit bleibt der Abstand zwischen einem Gehäuse der Strömungsmaschine und dem Innenring 64 über den gesamten Umfang des Innenrings 64 beziehungsweise bei allen Leitschaukeln 66 im Wesentlichen beim Betrieb gleich. Dies wird also dadurch bewirkt, dass der innere Zapfen 42 der Leitschaukel 66 nicht mehr frei in einer Aufnahmebuchse des Innenrings 64 beweglich ist. Entsprechend kommt es bei dem Innenringssystem 40 nicht mehr zu den geschilderten, unerwünschten Effekten aufgrund einer Veränderung der Spalte 32 und 34. Im Gegensatz dazu kann sich der Innenring 12 bei dem Innenringssystem 10 gemäß dem Stand der Technik in Richtung der Verstellachse 14 bezüglich der wenigstens einen Leitschaukel 16 wenigstens um eine kurze Strecke bewegen.

[0035] Zur Montage des Innenrings 64 kann dieser in Umfangsrichtung geteilt sein. Der Innenring 64 kann also beispielsweise entlang einer in der Verstellachse 14 liegenden Ebene zweigeteilt sein. Dadurch kann der Innenring 64 einfach um den Zapfen 42 gesetzt werden.

[0036] Alternativ oder zusätzlich kann der Innenring 64 auch wenigstens zwei, insbesondere drei Ringsegmente umfassen, wobei in jedes der Ringsegmente jeweils an einem inneren Zapfen 42 wenigstens eine Leitschaukel 66 in Richtung der Verstellachse 14 unbeweglich bezüglich der jeweiligen Leitschaukel 66 festgelegt ist. Beispielsweise kann der Innenring 64 drei 120-Grad-Ringsegmente aufweisen. Vorzugsweise entsprechen die Teilungen des Innenrings 64 beziehungsweise die Teilungsebenen des Innenrings 64 Teilungen beziehungsweise Teilungsebenen der gesamten Konstruktion der Strömungsmaschine. Dann kann der Innenring 64 besonders einfach montiert werden. Beispielsweise können die Ringsegmente in Umfangsrichtung auf die inneren Zapfen 42 aufgeschoben werden.

[0037] Außerdem bietet eine Teilung des Innenrings 64 auch Vorteile bei der Fertigung des Innenrings 64. Vorzugsweise wird der Innenring 64 in einem additiven Verfahren hergestellt. Ein Beispiel für ein solches Verfahren ist ein selektives Laserschmelzverfahren. Dabei sind jeweilige Teile jedoch häufig in ihrer Größe begrenzt. Beispielsweise kann die maximale Größe eines additiv zu fertigenden Bauteils durch eine entsprechende Größe eines Pulverbetts vorgegeben sein. Durch einen entsprechend geteilten Innenring 64 kann diese Größenbegrenzung eingehalten werden und trotzdem das additive Fertigungsverfahren für die Herstellung von Innenringen mit großem Durchmesser genutzt werden. Additiv gefertigte Bauteile können dabei besonders robust und leicht sein. Zudem können sehr komplexe Geometrien so überhaupt erst hergestellt werden hergestellt werden.

[0038] Gerade bei geteilten Innenringen 64 kann jedoch es zu besonders starken Verformungen aufgrund von thermischen Effekten kommen. Aufgrund des Innenringensystems 40 und der Festlegung der jeweiligen Innenringsegmente in Richtung der Verstellachse 14 bezüglich

der Leitschaukeln 66 können diese Effekte allerdings besonders reduziert oder gänzlich vermieden werden. Damit eignet sich das Innenringensystem 40 auch besonders gut, wenn ein geteilter Innenring 64 bei einer Strömungsmaschine verbaut werden soll.

[0039] Der radial innere Endbereich 44 des Zapfens 42 der wenigstens einen Leitschaukel 66 ist als tellerförmiges Befestigungselement 46 ausgebildet. Dieses tellerförmige Befestigungselement 46 ist in einer korrespondierenden Ausnehmung 48 des Innenrings 64 angeordnet. Dadurch kann der Innenring 64 mit besonders einfachen Mitteln unbeweglich bezüglich der Leitschaukel 66 in Richtung der Verstellachse 14 festgelegt werden.

[0040] Ein solches einfaches Mittel ist beispielsweise die Buchse 50, welche das tellerförmige Befestigungselement 46 zumindest bereichsweise umgreift. Die Buchse 50 kann dabei beispielsweise für eine Montage ebenfalls entlang einer in der Verstellachse 14 liegenden Ebene geteilt sein. Dann kann die Buchse 50 einfach um das tellerförmige Befestigungselement 46 gesetzt werden. Alternativ kann die Buchse 50 auch als eine Art Schiene ausgebildet sein. Dann umfasst die Buchse 50 mehrere gekrümmte Schienenelemente, welche in Umfangsrichtung auf die jeweiligen tellerförmigen Befestigungselemente 46 der Leitschaukeln 66 aufgeschoben werden. Die Schienenelemente können dann eine zusammen eine Art Buchsenring bilden, wobei die Schienenelemente auch als Buchsenringsegmente bezeichnet werden können. Dafür sollten die Strömungsmaschine und insbesondere der Leitschaukelring ebenfalls geteilt ausgebildet sein.

[0041] Ein Dichtungsträger 68 ist an dem Innenring 64 zumindest teilweise radial innenseitig angeordnet. An diesem Dichtungsträger 68 ist ebenfalls ein Einlaufbelag 70 angebracht, welcher beispielsweise aus einer Honigwabenstruktur besteht. Die radiale Richtung entspricht in den gezeigten Beispielen des Innenringensystems 40 der Verstellachse 14. Radial außen ist dabei in Richtung weg von der Drehachse 22 der Strömungsmaschine zu verstehen, radial nach innen in Richtung hin zu dieser Drehachse 22.

[0042] Der Innenring 64 ist radial nach innen an der Buchse 50 und radial nach außen an dem Dichtungsträger 68 abgestützt. Dadurch ist der Innenring 64 unbeweglich bezüglich der wenigstens einen Leitschaukel 66 in Richtung deren Verstellachse 14 festgelegt. Die Buchse 50 weist dafür wenigstens einen Steg 52 auf, an welchem sich der Innenring 64 in radialer Richtung nach innen abstützt. Der Dichtungsträger 68 weist ebenfalls wenigstens einen Steg 54 auf, an welchem der Innenring 64 in radialer Richtung nach außen abgestützt ist. Der Steg 54 des Dichtungsträgers 68 ist dabei in einer korrespondierenden Nut 56 des Innenrings 64 angeordnet. Gleichzeitig stützt sich der Dichtungsträger 68 radial nach außen an der Buchse 50 und damit dem inneren Zapfen 42 der Leitschaukel 66 ab. Dadurch kann der Dichtungsträger 68 also auch dazu genutzt werden, den

Innenring 64 radial nach außen abzustützen. Der Dichtungsträger 68 umgreift also zumindest bereichsweise die Buchse 50, das Befestigungselement 46 der Leitschaukel 66 und den Innenring 64.

[0043] Sowohl der Dichtungsträger 68 als auch die Buchse 50 sind dabei aus einem Metallwerkstoff gebildet. Vorzugsweise sind der Dichtungsträger 68 und die Buchse 50 ebenfalls in einem additiven Fertigungsverfahren hergestellt.

[0044] Sind beispielsweise die Buchse 50 und/oder der Innenring 64 in Umfangsrichtung geteilt ausgebildet, sind diese durch den Dichtungsträger 68 zusammengehalten. Dafür kann an dem Dichtungsträger 68 an einer dem Innenring 64 und/oder der Buchse 50 zugewandten Seite ein Federelement 58 angeordnet sein. Zwei Beispiele für ein solches Federelement 58 sind dabei in der schematischen Detailansicht des Dichtungsträgers 68 in Fig. 4 und 5 gezeigt. Beispielsweise kann das Federelement 58 an dem Steg 54 angeordnet sein. Dadurch kann eine axial wirkende Federkraft den Innenring 64 und/oder die Buchse 50 zusammenhalten. Das Federelement 58 gemäß Fig. 4 ist dabei so ausgebildet, dass der Dichtungsträger 68 nur in Richtung der Einschubrichtung 60 auf den inneren Zapfen 42 beziehungsweise den Innenring 64 und die Buchse 50 geschoben werden kann. Dadurch wirkt das Federelement 58 auch als eine Art Verlustsicherung. Gleichzeitig wird durch die Federkraft bewirkt, dass sich Teile der Buchse 50 und/oder des Innenrings 64 nicht zueinander verdrehen können.

[0045] Insbesondere bei längs geteilten Verdichtergehäusen sind jeweilige Innenringe 64 also montagebedingt häufig auch geteilt. Gerade diese Ringsegmente, welche auch als Halbringe bezeichnet werden können, verformen sich aufgrund eines Temperaturgradienten bei dem Betrieb der Strömungsmaschine. Diese Verformung kann zu ungewünschten Spalten und Leckagen führen, sowohl an einer Innenseite zum Rotor 20 hin, als auch zwischen dem Innenring 64 und einem Profilüberhang der jeweiligen Leitschaukeln 66. Durch die Konstruktion des Innenringssystems 40 werden diese unerwünschten Verformungen reduziert oder ganz verhindert.

[0046] Alternativ oder zusätzlich kann der Innenring 64 und/oder die Buchse 50 eine Langlochöffnung aufweisen, wobei die wenigstens eine Leitschaukel 66 mittels einer rotatorischen und/oder translatorischen Bewegung innerhalb der Langlochöffnung arretierbar ist. Beispielsweise wird das Befestigungselement 46 der Leitschaukel 66 in die jeweiligen Langlochöffnungen der Buchse 50 und des Innenrings 64 eingeschoben und durch eine Rotation gegen ein Herausnehmen gesichert. Dabei hält eine entsprechende Geometrie die Buchse 50 danach in Position. Die Geometrie des Befestigungselements 46 kann dabei auch das unbewegliche Festlegen des Innenrings 64 bewirken, insbesondere indem durch das Arretieren das Befestigungselement 46 gegen die Buchse 50 und/oder den Innenring 64 verspannt wird. Das Befestigungselement 46, welches auch als Verdickung

am inneren Ende der Leitschaukel 66 bezeichnet werden kann, ist dafür beispielsweise seitlich abgeflacht.

[0047] Die Leitschaukel 66 und der Innenring 64 und/oder die Buchse 50 können also nach Art eines Bajonettverschlusses miteinander verbunden. Die Buchse 50 wird dabei durch ein formschlüssiges Element am Verdrehen relativ zum Innenring 64 gehindert. Zur Montage wird die Leitschaukel 66 in einem Winkel, welcher außerhalb ihres normalen Verstellbereichs ist, gebracht, um in die jeweiligen Langlöcher eingeführt werden zu können. Dadurch kann die Arretierung nicht durch ein reguläres Verstellen der Leitschaukel 66 versehentlich gelöst werden. Auch bei dem Bajonettverschluss kann der Dichtungsträger 68 aus mehreren kurzen Teilstücken bestehen. Bei der Arretierung mittels eines Bajonettverschlusses ist es jedoch nicht mehr notwendig, dass der Innenring 64 und/oder die Buchse 50 für deren Montierbarkeit geteilt ausgebildet sind.

[0048] In der schematischen Meridianansicht des alternativ ausgebildeten Innenringssystems 40 gemäß Fig. 3 ist die Geometrie insbesondere des Innenrings 64 und des Dichtungsträgers 68 leicht verändert. Die beiden Stege 54 des Dichtungsträgers 68 sind nun radial zueinander versetzt, wodurch die Montage besonders vereinfacht wird. Außerdem ist der eine Steg 54 des Dichtungsträgers 68 wenigstens bereichsweise so lang ausgebildet, dass er auf der Buchse 50 radial außen aufliegt. Dadurch wird die Buchse 50 zusätzlich gesichert. Außerdem ist der Dichtungsträger 68 und/oder der Innenring 64 so an einem Bewegen in Umfangsrichtung gehindert. Der Innenring 64 weist dabei bei dem Steg, welcher auf der Buchse 50 radial außen aufliegt, eine Durchgangsöffnung 62 auf. Der Steg 54 kann dabei auch nur bereichsweise in Richtung hin zu der Verstellachse 14 länger sein. Das heißt, der Steg 54 weist bereichsweise eine Art Zapfen auf, welcher durch den Innenring 64 beziehungsweise die Durchgangsöffnung 62 hindurch ragt.

40 Patentansprüche

1. Innenringssystem (40) mit wenigstens einem Innenring (64), welcher an wenigstens einer um eine Verstellachse (14) drehbar gelagerten Leitschaukel (66) einer Strömungsmaschine gehalten ist, wobei der Innenring (64) an einem radial inneren Zapfen (42) der wenigstens einen Leitschaukel (66) in Richtung der Verstellachse (14) unbeweglich bezüglich der wenigstens einen Leitschaukel (66) festgelegt ist, wobei ein radial innerer Endbereich (44) des Zapfens (42) der wenigstens einen Leitschaukel (66) als tellerförmiges Befestigungselement (46) ausgebildet ist, welches in einer korrespondierenden Ausnehmung (48) des Innenrings (64) angeordnet ist, wobei das Innenringssystem (40) wenigstens eine Buchse (50) umfasst, welche das tellerförmige Befestigungselement (46) zumindest bereichsweise umgreift, und wobei das Innenringssystem (40) wenig-

- tens einen an dem Innenring (64) zumindest teilweise radial innenseitig angeordneten Dichtungsträger (68) umfasst, wobei der Innenring (64) radial nach innen an der Buchse (50) und radial nach außen an dem Dichtungsträger (68) abgestützt ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Innenring (64) mittels eines an einer dem Innenring (64) und/oder der Buchse (50) zugewandten Seite des Dichtungsträgers (68) angeordneten Federelements (58) mit einer axial wirkenden Federkraft beaufschlagt ist.
2. Innenringsystem (40) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Innenring (64) in Umfangsrichtung geteilt ist und/oder dass der Innenring (64) wenigstens zwei, insbesondere drei Ringsegmente umfasst, wobei jedes der Ringsegmente jeweils an einem inneren Zapfen (42) wenigstens einer Leitschaufel (66) in Richtung der Verstellachse (14) unbeweglich bezüglich der jeweiligen Leitschaufel (66) festgelegt ist.
3. Innenringsystem (40) nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Innenring (64) zumindest teilweise mittels eines additiven Fertigungsverfahrens hergestellt ist.
4. Innenringsystem (40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Dichtungsträger (68) die Buchse (50) und/oder das Befestigungselement (46) der Leitschaufel (66) und/oder den Innenring (64) zumindest bereichsweise umgreift.
5. Innenringsystem (40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Buchse (50) wenigstens einen Steg (52) aufweist, an welchem der Innenring (64) in radialer Richtung nach innen abgestützt ist.
6. Innenringsystem (40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Dichtungsträger (68) wenigstens einen Steg (54) aufweist, an welchem der Innenring (64) in radialer Richtung nach außen abgestützt ist.
7. Innenringsystem (40) nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der wenigstens eine Steg (54) des Dichtungsträgers (68) in einer korrespondierenden Nut (56) des Innenrings (64) angeordnet ist.
8. Innenringsystem (40) nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der wenigstens eine Steg (54) des Dichtungsträgers (68) auf der Buchse (50) radial außen aufliegt.
9. Innenringsystem (40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Innenring (64) und/oder die Buchse (50) eine Langlochöffnung aufweisen, wobei die wenigstens eine Leitschaufel (66) mittels einer rotatorischen und/oder translatorischen Bewegung innerhalb der Langlochöffnung arretierbar ist.
10. Strömungsmaschine, insbesondere Flugtriebwerk,
dadurch gekennzeichnet, dass
 diese ein Innenringsystem (40) nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.
11. Verfahren zur Montage eines Innenringsystems (40), bei welchem wenigstens ein Innenring (64) an wenigstens einer um eine Verstellachse (14) drehbar gelagerten Leitschaufel (66) einer Strömungsmaschine angeordnet wird, wobei der Innenring (64) an einem radial inneren Zapfen (42) der wenigstens einen Leitschaufel (66) in Richtung der Verstellachse (14) unbeweglich bezüglich der wenigstens einen Leitschaufel (66) festgelegt wird, wobei ein als tellerförmiges Befestigungselement (46) ausgebildeter, radial innerer Endbereich (44) des Zapfens (42) der wenigstens einen Leitschaufel (66) in einer korrespondierenden Ausnehmung (48) des Innenrings (64) angeordnet wird, wobei das Innenringsystem (40) wenigstens eine Buchse (50) umfasst, welche das tellerförmige Befestigungselement (46) zumindest bereichsweise umgreift, wobei das Innenringsystem (40) wenigstens einen an dem Innenring (64) zumindest teilweise radial innenseitig angeordneten Dichtungsträger (68) umfasst, wobei der Innenring (64) radial nach innen an der Buchse (50) und radial nach außen an dem Dichtungsträger (68) abgestützt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Innenring (64) mittels eines an einer dem Innenring (64) und/oder der Buchse (50) zugewandten Seite des Dichtungsträgers (68) angeordneten Federelements (58) mit einer axial wirkenden Federkraft beaufschlagt wird.

50 Claims

1. Inner ring system (40) comprising at least one inner ring (64) which is held on at least one guide vane (66) of a turbomachine, which guide vane is rotatably mounted about an adjustment axis (14), the inner ring (64) being fixed to a radially inner pin (42) of the at least one guide vane (66) so as to be immovable with respect to the at least one guide vane (66) in

- the direction of the adjustment axis (14), a radially inner end region (44) of the pin (42) of the at least one guide vane (66) being formed as a disc-shaped fastening element (46) which is arranged in a corresponding recess (48) in the inner ring (64), the inner ring system (40) comprising at least one bushing (50) which surrounds the disc-shaped fastening element (46) at least in regions, and the inner ring system (40) comprising at least one seal support (68) arranged on the inner ring (64) at least partially radially on the inside, the inner ring (64) being radially inwardly supported on the bushing (50) and radially outwardly supported on the seal support (68), **characterized in that** an axially acting spring force is applied to the inner ring (64) by means of a spring element (58) arranged on a side of the seal support (68) that faces the inner ring (64) and/or the bushing (50).
2. Inner ring system (40) according to claim 1, **characterized in that** the inner ring (64) is divided in the circumferential direction and/or **in that** the inner ring (64) comprises at least two, in particular three ring segments, each of the ring segments being fixed to an inner pin (42) of at least one guide vane (66) so as to be immovable with respect to the relevant guide vane (66) in the direction of the adjustment axis (14).
 3. Inner ring system (40) according to either claim 1 or claim 2, **characterized in that** the inner ring (64) is produced, at least in part, by means of an additive manufacturing method.
 4. Inner ring system (40) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the seal support (68) surrounds the bushing (50) and/or the fastening element (46) of the guide vane (66) and/or the inner ring (64) at least in regions.
 5. Inner ring system (40) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the bushing (50) comprises at least one projection (52), on which the inner ring (64) is inwardly supported in the radial direction.
 6. Inner ring system (40) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the seal support (68) comprises at least one projection (54), on which the inner ring (64) is outwardly supported in the radial direction.
 7. Inner ring system (40) according to claim 6, **characterized in that** the at least one projection (54) of the seal support (68) is arranged in a corresponding groove (56) of the inner ring (64).
 8. Inner ring system (40) according to either claim 6 or claim 7, **characterized in that** the at least one projection (54) of the seal support (68) rests on the bushing (50) radially on the outside.
 9. Inner ring system (40) according to any of the preceding claims, **characterized in that** the inner ring (64) and/or the bushing (50) comprise a slot opening, it being possible to lock the at least one guide vane (66) within the slot opening by means of a rotatory and/or translational movement.
 10. Turbomachine, in particular an aircraft engine, **characterized in that** it comprises an inner ring system (40) according to any of the preceding claims.
 11. Method for assembling an inner ring system (40), in which method at least one inner ring (64) is arranged on at least one guide vane (66) of a turbomachine, which guide vane is rotatably mounted about an adjustment axis (14), the inner ring (64) being fixed to a radially inner pin (42) of the at least one guide vane (66) so as to be immovable with respect to the at least one guide vane (66) in the direction of the adjustment axis (14), a radially inner end region (44) of the pin (42) of the at least one guide vane (66), which end region is formed as a disc-shaped fastening element (46), being arranged in a corresponding recess (48) in the inner ring (64), the inner ring system (40) comprising at least one bushing (50) which surrounds the disc-shaped fastening element (46) at least in regions, the inner ring system (40) comprising at least one seal support (68) arranged on the inner ring (64) at least partially radially on the inside, the inner ring (64) being radially inwardly supported on the bushing (50) and radially outwardly supported on the seal support (68), **characterized in that** an axially acting spring force is applied to the inner ring (64) by means of a spring element (58) arranged on a side of the seal support (68) that faces the inner ring (64) and/or the bushing (50).

Revendications

1. Système de bague intérieure (40) comprenant au moins une bague intérieure (64), qui est maintenue au niveau d'au moins une aube de guidage (66) d'une turbomachine, laquelle aube de guidage est montée en rotation autour d'un axe de déplacement (14), dans lequel la bague intérieure (64) est fixée à un tourillon (42) radialement intérieur de l'au moins une aube de guidage (66) dans la direction de l'axe de déplacement (14) de manière immobile par rapport à l'au moins une aube de guidage (66), une zone d'extrémité radialement intérieure (44) du tourillon (42) de l'au moins une aube de guidage (66) étant réalisée sous la forme d'un élément de fixation en forme de plaque (46) qui est disposé dans un évidement (48) correspondant de la bague intérieure (64),

- le système de bague intérieure (40) comprenant au moins une douille (50) qui entoure au moins par endroits l'élément de fixation en forme de plaque (46), et le système de bague intérieure (40) comprenant au moins un support de joint (68) disposé au niveau de la bague intérieure (64) au moins partiellement radialement à l'intérieur, la bague intérieure (64) reposant radialement vers l'intérieur sur la douille (50) et radialement vers l'extérieur sur le support de joint (68), **caractérisé en ce que** la bague intérieure (64) est sollicitée par une force élastique agissant axialement au moyen d'un élément de ressort (58) disposé sur un côté du support de joint (68) orienté vers la bague intérieure (64) et/ou vers la douille (50).
2. Système de bague intérieure (40) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la bague intérieure (64) est divisée dans la direction circonférentielle et/ou **en ce que** la bague intérieure (64) comprend au moins deux, en particulier trois segments de bague, chacun des segments de bague étant fixé à un tourillon (42) intérieur d'au moins une aube de guidage (66) dans la direction de l'axe de déplacement (14) de manière à être immobile par rapport à l'aube de guidage (66) respective.
3. Système de bague intérieure (40) selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la bague intérieure (64) est réalisée au moins partiellement au moyen d'un procédé de fabrication additif.
4. Système de bague intérieure (40) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le support de joint (68) entoure au moins par zones la douille (50) et/ou l'élément de fixation (46) de l'aube de guidage (66) et/ou la bague intérieure (64).
5. Système de bague intérieure (40) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la douille (50) comporte au moins une traverse (52) sur laquelle la bague intérieure (64) repose dans une direction radiale vers l'intérieur.
6. Système de bague intérieure (40) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le support de joint (68) comporte au moins une traverse (54) sur laquelle la bague intérieure (64) repose dans une direction radiale vers l'extérieur.
7. Système de bague intérieure (40) selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'au moins une traverse (54) du support de joint (68) est disposée dans une rainure (56) correspondante de la bague intérieure (64).
8. Système de bague intérieure (40) selon l'une des revendications 6 ou 7, **caractérisé en ce que** l'au moins une traverse (54) du support de joint (68) re-
- pose sur la douille (50) radialement vers l'extérieur.
9. Système de bague intérieure (40) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la bague intérieure (64) et/ou la douille (50) comportent une ouverture oblongue, l'au moins une aube de guidage (66) pouvant être verrouillée au moyen d'un mouvement de rotation et/ou de translation dans l'ouverture oblongue.
10. Turbomachine, en particulier moteur d'aéronef, **caractérisée en ce qu'elle** comporte un système de bague intérieure (40) selon l'une des revendications précédentes.
11. Procédé de montage d'un système de bague intérieure (40), dans lequel au moins une bague intérieure (64) est disposée au niveau d'au moins une aube de guidage (66) d'une turbomachine, laquelle aube de guidage est montée en rotation autour d'un axe de déplacement (14), la bague intérieure (64) étant fixée à un tourillon (42) radialement intérieur de l'au moins une aube de guidage (66) de manière à être immobile par rapport à l'au moins une aube de guidage (66) dans la direction de l'axe de déplacement (14), une zone d'extrémité radialement intérieure (44) du tourillon (42) de l'au moins une aube de guidage (66), réalisée sous la forme d'un élément de fixation (46) en forme de plaque, étant disposée dans un évidement (48) correspondant de la bague intérieure (64), le système de bague intérieure (40) comprenant au moins une douille (50) qui entoure au moins par zones l'élément de fixation (46) en forme de plaque, le système de bague intérieure (40) comprenant au moins un support de joint (68) disposé au niveau de la bague intérieure (64) au moins partiellement radialement à l'intérieur, la bague intérieure (64) reposant radialement vers l'intérieur sur la douille (50) et radialement vers l'extérieur sur le support de joint (68), **caractérisé en ce que** la bague intérieure (64) est sollicitée par une force élastique agissant axialement au moyen d'un élément de ressort (58) disposé sur un côté du support de joint (68) orienté vers la bague intérieure (64) et/ou la douille (50).

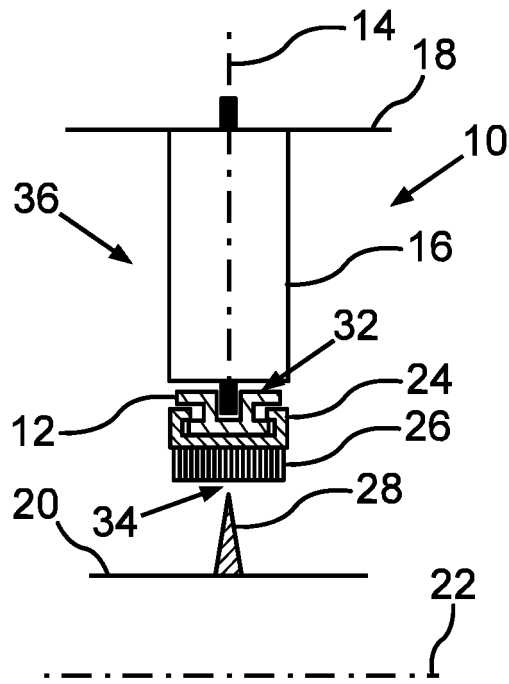


Fig. 1
(Stand der Technik)

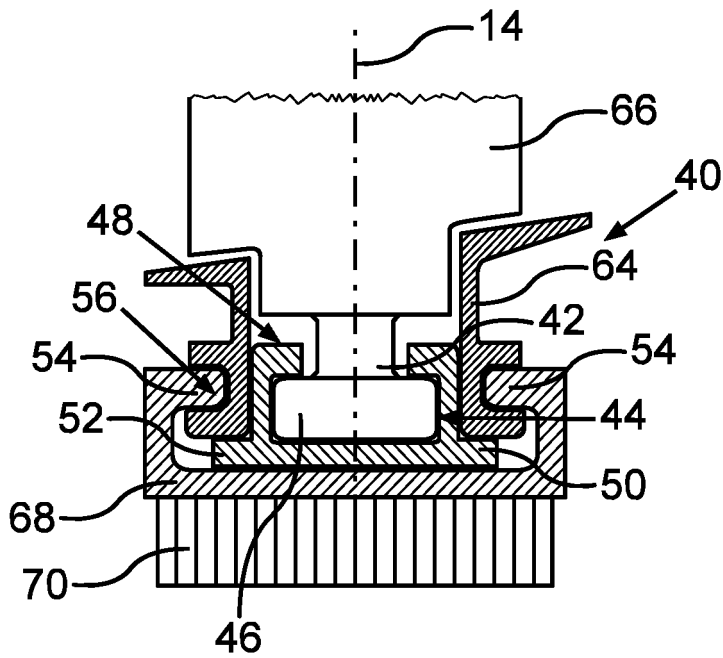


Fig. 2

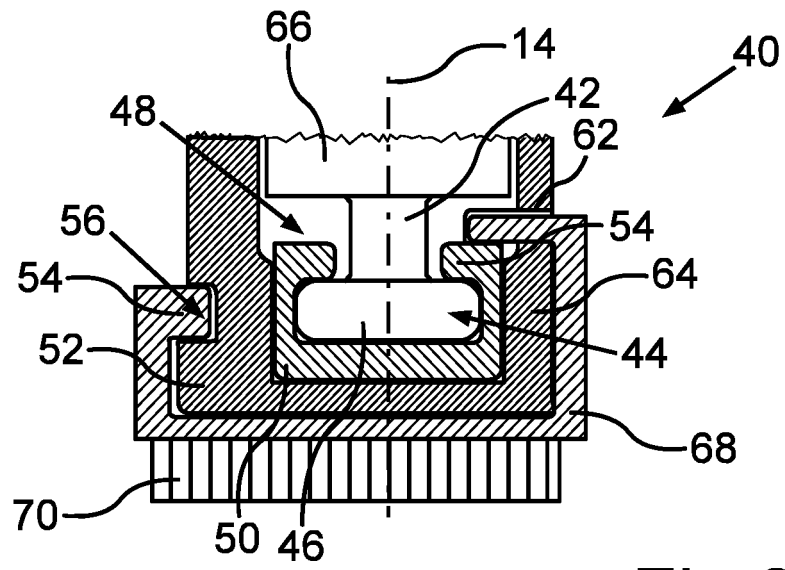


Fig.3

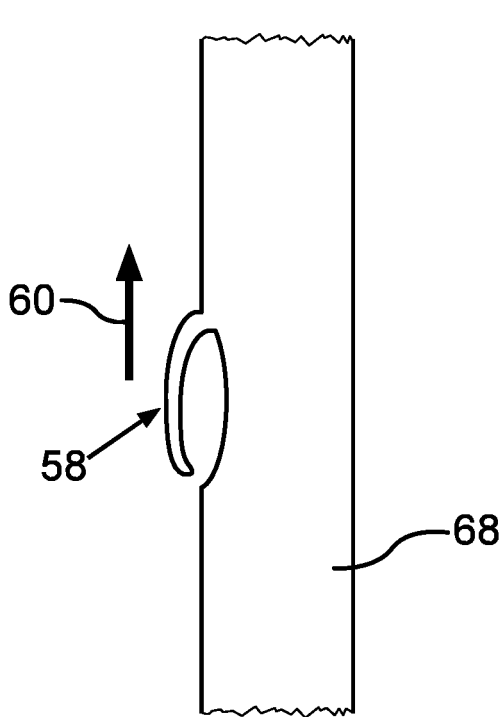


Fig.4

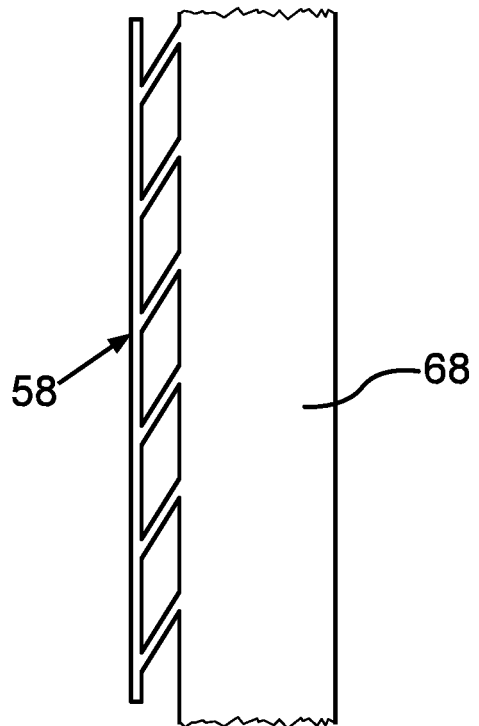


Fig.5

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 2806107 A1 [0002] [0006]
- EP 0696675 A1 [0003]
- EP 1998006 A2 [0004]
- EP 2093380 A2 [0005]