

(19)



(11)

EP 3 176 386 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.06.2017 Patentblatt 2017/23

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

(21) Anmeldenummer: **15198116.4**

(22) Anmeldetag: **04.12.2015**

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

(72) Erfinder:
• **MAIRHANSE, Vitalis**
 85244 Sigmertshausen (DE)
• **HUMHAUSER, Werner**
 85368 Moosburg (DE)
• **ALBERS, Lothar**
 80638 München (DE)
• **ZOTZ, Georg**
 85778 Haimhausen (DE)

(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**
 80995 München (DE)

(54) **INNENRINGSYSTEM, ZUGEHÖRIGER INNENRING, ZWICHENGEHÄUSE UND STRÖMUNGSMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Innenringsystem für einen Eintrittsleitschaufelkranz (14) einer Strömungsmaschine (10). Das Innenringsystem umfasst ein Zwischengehäuse (28) zum Aufnehmen struktureller Lasten und einen Innenring (26), welcher axial in ein erstes und in ein zweites Ringsegment (24a, 24b) geteilt ist, die gemeinsam Ausnehmungen (22) zur Lagerung radial innerer Endbereiche (18) von Leitschaufeln (16) des Eintritts-

leitschaufelkranzes (14) bilden, wobei zumindest das zweite Ringsegment (24b) mittels Verschraubungen am Zwischengehäuse (28) festgelegt ist. Die Erfindung betrifft weiterhin einen Innenring (26) und ein Zwischengehäuse (28) für ein solches Innenringsystem sowie eine Strömungsmaschine (10) mit einem derartigen Innenringsystem.

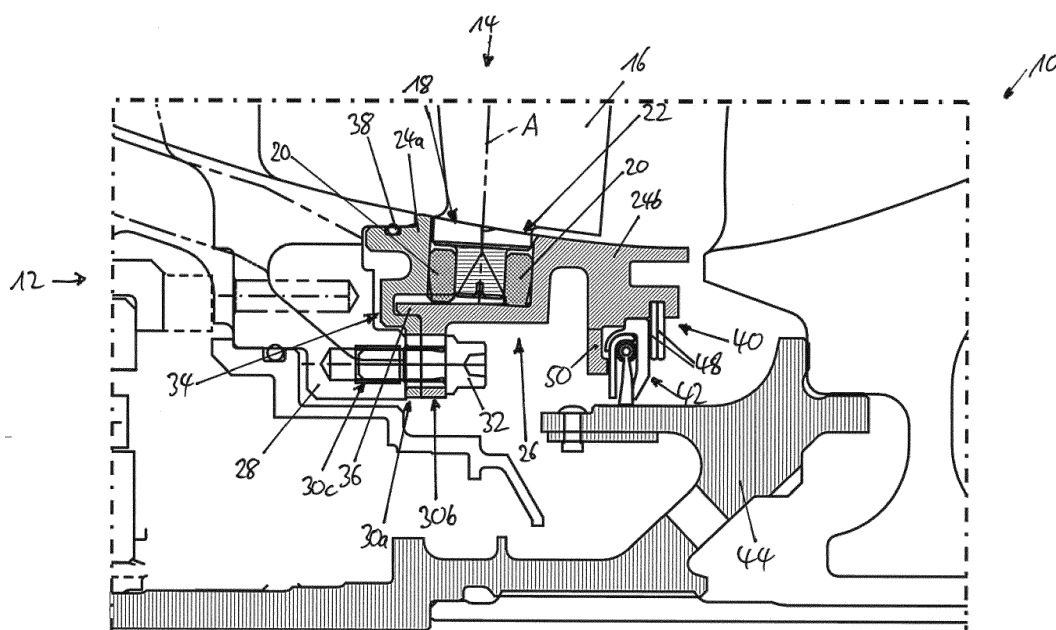


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Innenringsystem für einen Eintrittsleitschaukelkranz einer Strömungsmaschine. Die Erfindung betrifft weiterhin einen Innenring und ein Zwischengehäuse für ein solches Innenringsystem sowie eine Strömungsmaschine mit einem derartigen Innenringsystem.

[0002] Aus der EP 1 319 844 B1 ist ein Innen- oder Lagerring für einen Leitschaukelkranz einer Strömungsmaschine bekannt. Der Innenring ist axial in ein erstes und in ein zweites Ringsegment geteilt, die im montierten Zustand gemeinsam Ausnehmungen zur Lagerung von Schaukel Füßen der Leitschaukeln des Leitschaukelkranzes bilden. Der Innenring weist hierzu eine Vielzahl von axialen Montagebohrungen oder -öffnungen auf, über welche die beiden Ringsegmente miteinander verschraubt werden. Die Montage des Innenrings erfolgt in einer zweiten Stufe eines Verdichters der Strömungsmaschine, so dass der Innenring vom Leitschaukelkranz getragen wird.

[0003] Als nachteilig an dem bekannten Innenring ist der Umstand anzusehen, dass dieser im montierten Zustand in einer Strömungsmaschine eine vergleichsweise geringe mechanische Stabilität aufweist und auftretende Lasten nur sehr eingeschränkt aufnehmen kann. Damit eignet sich der Innenring insbesondere nicht für einen Eintrittsleitschaukelkranz, das heißt für eine erste Stufe eines Verdichters oder einer Turbine. Mit Verdichter oder Turbine ist insbesondere auch ein Verdichtermodule oder ein Turbinenmodule der Strömungsmaschine gemeint. Hier können unter Umständen besonders hohe Lasten auftreten, beispielsweise durch Vogelschlag. Ein Verdichtermodule kann beispielsweise ein Niederdruckverdichter, Mitteldruckverdichter oder Hochdruckverdichter sein. Entsprechendes trifft für das Turbinenmodule zu, eine Niederdruckturbine oder Mitteldruckturbine oder Hochdruckturbine kann gemeint sein. Durch die vergleichsweise geringe mechanische Stabilität verändert sich während des Betriebs der zugeordneten Strömungsmaschine zudem die relative Positionierung der Ringsegmente des Innenrings zueinander, womit einerseits verschlechterte aerodynamische Eigenschaften verbunden sind und andererseits ein erhöhter Verschleiß im Bereich der gelagerten Schaukel Füße auftritt. Dieser hohe Verschleiß führt zu entsprechend hohen Wartungskosten.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Innenringsystem für eine erste Stufe eines Verdichters oder einer Turbine anzugeben, welches verbesserte aerodynamische Eigenschaften und eine Senkung der Wartungskosten ermöglicht. Weitere Aufgaben der Erfindung bestehen darin, einen Innenring und ein Zwischengehäuse für ein solches Innenringsystem sowie eine Strömungsmaschine mit einem derartigen Innenringsystem bereitzustellen.

[0005] Die Aufgaben werden erfindungsgemäß durch ein Innenringsystem mit den Merkmalen des Patentan-

spruchs 1, einen Innenring gemäß Anspruch 11 und ein Zwischengehäuse gemäß Anspruch 12 für ein solches Innenringsystem sowie durch eine Strömungsmaschine gemäß Patentanspruch 13 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen jedes Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltung der jeweils anderen Erfindungsaspekte anzusehen sind.

[0006] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Innenringsystem für einen Eintrittsleitschaukelkranz einer Strömungsmaschine. Erfindungsgemäß umfasst das Innenringsystem ein Zwischengehäuse zum Aufnehmen struktureller Lasten und einen Innenring, welcher axial in ein erstes und in ein zweites Ringsegment geteilt ist, die gemeinsam Ausnehmungen zur Lagerung radial innerer Endbereiche von Leitschaukeln des Eintrittsleitschaukelkranzes bilden, wobei zumindest das zweite Ringsegment mittels Verschraubungen am Zwischengehäuse festgelegt ist. Hierdurch weist das Innenringsystem eine besonders hohe mechanische Stabilität auf, da während des Betriebs einer zugeordneten Strömungsmaschine auftretende Lasten, die über in den Ausnehmungen gelagerte Leitschaukeln auf die Ringsegmente des Innenrings übertragen werden, auf das Zwischengehäuse weitergeleitet werden können, welches als maschinenfestes Element die strukturellen Lasten wesentlich besser aufnehmen und verteilen kann, als dies bei Innenringen möglich ist, die ausschließlich durch einen Leitschaukelkranz getragen werden. Durch die Verschraubung des Innenrings an das Zwischengehäuse entstehen zudem während des Betriebs der zugeordneten Strömungsmaschine geringere Relativbewegungen durch Toleranzen oder thermische Bewegungen zwischen den beiden Ringsegmenten. Dieses führt zu einer besseren Schaukelpositionierung und damit zu besseren aerodynamischen Eigenschaften, die sich ohne Verschraubungen bzw. nur mit Verklüngen oder dergleichen nicht realisieren lassen. Durch die genauere und windungsärmere Positionierung der Leitschaukeln wird auch der Verschleiß im Bereich der Leitschaukel Füße reduziert, wodurch sich eine entsprechende Reduzierung der Wartungskosten realisieren lässt. Die Verschraubung des Innenrings an das Zwischengehäuse, welches auch als IMC (intermediate casing) bezeichnet wird, reduziert oder eliminiert zudem axiale Auslenkungen beispielsweise während eines Vogelschlags.

[0007] Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Ausgestaltung mit der zweiteiligen Konstruktion des Innenrings liegt in der Möglichkeit einer gemeinsamen Bearbeitung der beiden Ringsegmente. Beispielsweise können die Ausnehmungen für die Lagerung der Leitschaukel Füße gemeinsam gebohrt werden. Hierzu können die zwei Ringsegmente mit einem entsprechenden Werkzeug geklemmt bzw. aneinander festgelegt werden, wonach die Ausnehmungen entsprechend präzise gebohrt werden können. Dadurch können die Ausnehmungen genauer positioniert werden, was zusammen

mit der Verschraubung des Innenrings an das Zwischengehäuse zu zusätzlich verringerten Relativbewegungen durch Toleranzen oder thermische Bewegungen im Betrieb zwischen den beiden Ringsegmenten führt. Damit können die Schaufelpositionierung und damit deren aerodynamische Eigenschaften zusätzlich verbessert werden.

[0008] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das erste Ringsegment bezüglich einer Primärströmung der Strömungsmaschine stromauf und das zweite Ringsegment bezüglich der Primärströmung stromab anzuordnen ist. Mit anderen Worten sind das erste und das zweite Ringsegment axial getrennt und in Strömungsrichtung nacheinander anzuordnen. Dies erleichtert die Montage und Demontage der Ringsegmente. Es kann dabei insbesondere vorgesehen sein, dass das erste Ringsegment unmittelbar am Zwischengehäuse angeordnet ist, während das zweite Ringsegment seinerseits stromab am ersten Ringsegment anliegt.

[0009] Weitere Vorteile ergeben sich, indem das erste und das zweite Ringsegment mehrere Paare miteinander fluchtender Montageöffnungen aufweisen, durch welche jeweils eine Schraube der Verschraubungen zum Zwischengehäuse geführt ist. Hierdurch können sowohl das erste als auch das zweite Ringsegment gemeinsam mit dem Zwischengehäuse verschraubt werden, was zu einer besonders hohen mechanischen Stabilität führt. Darüber hinaus verbessert die gemeinsame Verschraubung auch eine korrekte relative Ausrichtung der beiden Ringsegmente zueinander.

[0010] Alternativ ist es in einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass das erste Ringsegment schwimmend am zweiten Ringsegment und am Zwischengehäuse gelagert und das zweite Ringsegment mit dem Zwischengehäuse verschraubt ist und/oder dass das erste Ringsegment am zweiten Ringsegment, am Zwischengehäuse und an in den Ausnehmungen anzuordnenden Lagerelementen der Leitschaufeln abzustützen ist. Mit anderen Worten ist bei dieser Ausgestaltungsform lediglich das zweite Ringsegment mit dem Zwischengehäuse verschraubt, während das erste Ringsegment schwimmend gelagert bzw. nur mittelbar über das zweite Ringsegment am Zwischengehäuse festgelegt bzw. am Zwischengehäuse geklemmt ist. Hierdurch kann eine besonders kompakte Bauform für geometrisch kleine Stufen bzw. für beengte Einbausituationen realisiert werden.

[0011] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das erste Ringsegment eine Nut umfasst, in welcher ein Vorsprung des zweiten Ringsegments angeordnet ist. Dies vereinfacht während der Montage die relative Positionierung der beiden Ringsegmente zueinander und erhöht im montierten Zustand die mechanische Stabilität des Innenrings zusätzlich. Vorzugsweise ist der Vorsprung nicht formschlüssig in der Nut aufgenommen, um thermisch und/oder mechanisch bedingte Relativbewegungen, Volumenänderungen etc.

der beiden Ringsegmente zu erlauben.

[0012] Weitere Vorteile ergeben sich, wenn das erste Ringsegment über ein radial äußeres und/oder über ein radial inneres Dichtelement, insbesondere einen O-Ring, gegen das Zwischengehäuse und/oder gegen das zweite Ringsegment abgedichtet ist. Dies verbessert die aerodynamischen Eigenschaften des Innenringssystems und verhindert Strömungsverluste während des Betriebs der zugeordneten Strömungsmaschine, wodurch sich entsprechende Wirkungsgradsteigerungen ergeben. Vorzugsweise sind das erste und zweite Ringsegment durch einen entsprechenden radialen Sitz derart ausgestaltet, dass das erste Ringsegment lediglich ein Dichtelement zur radial inneren oder zur radial äußeren Abdichtung benötigt, da hierdurch zusätzliche Herstellungs- und Montagekosten eingespart werden.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass der Innenring von einer stromabwärtigen Seite und/oder von einer stromaufwärtigen Seite mit dem Zwischengehäuse verschraubt ist. Dies erlaubt eine hohe konstruktive Flexibilität. Vorzugsweise ist zumindest das zweite Ringsegment des Innenrings nur von der stromabwärtigen Seite verschraubt, da dies eine vorteilhafte und kostengünstige Montage und Demontage des Innenrings ohne komplette Demontage des gesamten Innenringssystems bzw. des Lagergehäuses erlaubt.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfasst wenigstens eines der Ringsegmente wenigstens eine Aufnahme zur Anordnung einer Bürstendichtung. Mit anderen Worten ist wenigstens eines und vorzugsweise zumindest das zweite Ringsegment dazu ausgebildet, eine Bürstendichtung zu tragen, wobei die Bürstendichtung beispielsweise mittels einer mechanischen Klemmung in der Aufnahme befestigt oder fixiert werden kann. Mit Hilfe einer an wenigstens einem der Ringsegmente gehaltenen Bürstendichtung kann eine besonders kompakte, leichte und leistungsfähige Abdichtung des Innenringssystems gegenüber einem Rotor der zugeordneten Strömungsmaschine realisiert werden. Als Bürstendichtung können grundsätzlich alle geeigneten Typen vorgesehen sein. Beispielsweise umfasst eine geeignete Bürstendichtung ein Bürstendichtungsgehäuse, welches aus einem Stützblech und einem Deckblech besteht, die miteinander verbunden werden und zusammen zumindest einen Bürstenkopf des Bürstendichtungssystems U-förmig umgreifen und gegen ein Herausfallen aus dem Bürstendichtungsgehäuse sichern. Das Deckblech bzw. der in Strömungsrichtung stromauf liegende Bereich des zweiteiligen Bürstendichtungsgehäuses soll in erster Linie störende Strömungseinflüsse auf ein vom Bürstenkopf ab- und aus dem Bürstendichtungsgehäuse herausragendes Bürstenpaket abhalten, während das in Strömungsrichtung betrachtet stromab liegende Stützblech des Bürstendichtungsgehäuses als Stützelement dient, das ein Durchbiegen des Bürstenpakets in axialer Richtung des Flugzeugtriebwerks aufgrund der Druckdifferenz über das

Bürstendichtungsgehäuse verhindern soll.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das erste und/oder zweite Ringsegment im Bereich der Aufnahme Mittel zum axialen Abstützen der Bürstendichtung umfasst. Hierdurch kann auf konstruktiv einfache Weise ein Anschlag für ein Element der Bürstendichtung, beispielsweise für das Bürstendichtungsgehäuse bereitgestellt werden, wodurch einerseits die Montage der Bürstendichtung erleichtert und andererseits die Belastbarkeit der Bürstendichtung zusätzlich gesteigert werden.

[0016] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind das erste und das zweite Ringsegment über wenigstens einen Passstift relativ zueinander und/oder relativ zu einer Umfangsrichtung des Zwischengehäuses ausgerichtet. Hierdurch wird auf konstruktiv einfache Weise eine weitere Verbesserung der Positionierungsgenauigkeit der Ringsegmente sichergestellt.

[0017] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft einen Innenring für ein Innenringssystem gemäß dem ersten Erfindungsaspekt. Der Innenring ist dabei erfindungsgemäß axial in ein erstes und in ein zweites Ringsegment geteilt, die im montierten Zustand gemeinsam Ausnehmungen zur Lagerung radial innerer Endbereiche von Leitschaufeln des Eintrittsleitschaufelkranzes bilden, wobei zumindest das zweite Ringsegment Montageöffnungen zur Verschraubung mit dem Zwischengehäuse des Innenringssystems aufweist. Hierdurch ermöglicht der Innenring verbesserte aerodynamische Eigenschaften sowie eine Senkung der Wartungskosten des Innenringssystems. Grundsätzlich kann es auch vorgesehen sein, dass nur das zweite Ringsegment Montageöffnungen umfasst oder dass sowohl das erste als auch das zweite Ringsegment Montageöffnungen zur gemeinsamen Verschraubung mit dem Zwischengehäuse aufweisen. Weitere Merkmale und deren Vorteile sind den Beschreibungen des ersten Erfindungsaspekts zu entnehmen, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Erfindungsaspekts anzusehen sind. Umgekehrt sind auch vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Erfindungsaspekts anzusehen.

[0018] Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Zwischengehäuse für ein Innenringssystem gemäß dem ersten Erfindungsaspekt. Erfindungsgemäß ist es dabei vorgesehen, dass das Zwischengehäuse Montageöffnungen zum Verschrauben zumindest des zweiten Ringsegments des Innenrings des Innenringssystems umfasst. Hierdurch ermöglicht das Zwischengehäuse verbesserte aerodynamische Eigenschaften sowie eine Senkung der Wartungskosten des Innenringssystems. Weitere Merkmale und deren Vorteile sind den Beschreibungen des ersten und des zweiten Erfindungsaspekts zu entnehmen, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten und zweiten Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen des dritten Erfindungsaspekts anzusehen sind.

Umgekehrt sind auch vorteilhafte Ausgestaltungen des dritten Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten und zweiten Erfindungsaspekts anzusehen.

[0019] Ein vierter Aspekt der Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, insbesondere ein Flugtriebwerk. Erfindungsgemäß umfasst die Strömungsmaschine ein Innenringssystem gemäß dem ersten Erfindungsaspekt und einen Eintrittsleitschaufelkranz, welcher eine Vielzahl von Leitschaufeln aufweist, die bezogen auf eine Kranzlängsachse jeweils einen radial äußeren und einen radial inneren Endbereich umfassen, wobei die radial inneren Endbereiche der Leitschaufeln in den gemeinsam durch das erste und das zweite Ringsegment des Innenrings gebildeten Ausnehmungen angeordnet sind. Hierdurch besitzt die Strömungsmaschine verbesserte aerodynamische Eigenschaften und kann mit geringeren Kosten gewartet werden. Die Leitschaufeln des Eintrittsleitschaufelkranzes werden dabei auch als IGV (inlet guide vanes) bezeichnet, während ihre radial inneren Endbereiche auch als Schaufelfüße bezeichnet werden können. Weitere Merkmale und deren Vorteile sind den Beschreibungen des ersten, zweiten und dritten Erfindungsaspekts zu entnehmen, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten, zweiten und dritten Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen des vierten Erfindungsaspekts und umgekehrt anzusehen sind.

[0020] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Leitschaufeln verstellbar sind und/oder dass die radial inneren Endbereiche der Leitschaufeln über Lagerbuchsen in den Ausnehmungen gehalten sind. Durch die Schraubverbindung des Innenrings zum Zwischengehäuse werden die als Verstellleitschaufeln ausgebildeten Leitschaufeln im Bereich ihres Schaufelfußes (z. B. Innenzapfen oder Schaufelteller) mechanisch besonders stabil gelagert, wodurch neben einer Verbesserung der mechanischen und aerodynamischen Eigenschaften auch die Schwingbelastung der Leitschaufeln erheblich reduziert wird. Die Lagerbuchsen können beispielsweise in den Ausnehmungen geklemmt sein. Mit Hilfe von Lagerbuchsen können Lagerung, Dichtigkeit und Montage der Leitschaufeln vorteilhaft verbessert werden. Aufgrund der durch die Verschraubung des Innenrings geringeren Relativbewegungen der Ringsegmente, sind die Lagerbuchsen zudem einem erheblich geringeren Verschleiß unterworfen.

[0021] Weitere Vorteile ergeben sich, indem das Innenringssystem und der Eintrittsleitschaufelkranz Teil einer Niederdruckverdichterstufe und/oder einer Mitteldruckverdichterstufe und/oder einer Hochdruckverdichterstufe und/oder einer Hochdruckturbinenstufe und/oder einer Mitteldruckturbinenstufe und/oder einer Niederdruckturbinenstufe der Strömungsmaschine sind. Mit anderen Worten ist das Innenringssystem Teil einer ersten Stufe eines ND-, MD- und/oder HD-Verdichters bzw. einer ND-, MD, und/oder HD-Turbine der Strömungsmaschine. Hierdurch können die vorteilhaften Eigenschaften des Innenringssystems für unterschiedlich

aufgebaute Strömungsmaschinentypen bzw. an unterschiedlichen Stellen innerhalb der Strömungsmaschine realisiert werden.

[0022] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und den Ausführungsbeispielen. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen, sowie die nachfolgend in den Ausführungsbeispielen genannten und/oder alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es sind somit auch Ausführungen von der Erfindung als umfasst und offenbart anzusehen, die in den Ausführungsbeispielen nicht explizit gezeigt und erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombinationen aus den erläuterten Ausführungen hervorgehen und erzeugbar sind. Es sind auch Ausführungen und Merkmalskombinationen als offenbart anzusehen, die somit nicht alle Merkmale eines ursprünglich formulierten unabhängigen Anspruchs aufweisen. Dabei zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Strömungsmaschine im Bereich einer ersten Stufe eines Verdichters;

Fig. 2 einen schematischen Ausschnitt einer alternativen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strömungsmaschine im Bereich einer ersten Stufe eines Verdichters; und

Fig. 3 einen schematischen Ausschnitt einer weiteren alternativen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strömungsmaschine im Bereich einer ersten Stufe eines Verdichters.

[0023] Fig. 1 zeigt einen schematischen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Strömungsmaschine 10 im Bereich einer ersten Stufe eines Verdichters 12. Die Strömungsmaschine 10 ist vorliegend als Flugtriebwerk ausgebildet. Der Verdichter 12, bei dem es sich beispielsweise um einen ein- oder mehrstufigen Nieder-, Mittel- oder Hochdruckverdichter handeln kann, umfasst als erste Stufe einen Eintrittsleitschaufelkranz 14, welcher eine Vielzahl von Leitschaufeln 16 (inlet guide vanes, IGV) aufweist, die bezogen auf eine Kranzlongsachse A jeweils einen radial äußeren Endbereich (nicht gezeigt) und einen radial inneren Endbereich 18 umfassen, wobei der Endbereich 18 auch als Schaufelfuß bezeichnet werden kann. Die radial inneren Endbereiche 18 der Leitschaufeln 16 sind zusammen mit jeweiligen Lagerbuchsen 20 in Ausnehmungen 22 angeordnet. Die Ausnehmungen 22 werden gemeinsam durch ein erstes Ringsegment 24a und ein zweites Ringsegment 24b eines axial geteilten Innenrings 26 gebildet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das erste Ringsegment 24a bezüglich einer Primärströmung der Strömungsmaschine 10 stromauf und das zweite Ringsegment 24b bezüglich

der Primärströmung stromab angeordnet. Zur Verbesserung der mechanischen und aerodynamischen Eigenschaften ist der Innenring 26 mit einem Zwischengehäuse 28 (IMC) zum Aufnehmen struktureller Lasten verschraubt. Hierzu weisen im vorliegenden Ausführungsbeispiel das erste Ringsegment 24a und das zweite Ringsegment 24b mehrere über den Umfang des Zwischengehäuses 28 verteilte Paare miteinander fluchtender Montageöffnungen 30a, 30b auf, durch welche jeweils eine Schraube 32 zum Zwischengehäuse 28 geführt und in einer entsprechenden, vorliegend mit einem Gewinde versehenen Montageöffnung 30c des Zwischengehäuses 28 verschraubt ist. Alternativ können auch andere Befestigungsvarianten wie beispielsweise Kontermuttern oder dergleichen vorgesehen sein. Die Verschraubung erfolgt vorliegend von der stromabwärtigen Seite des Innenrings 26 her. Dieses ermöglicht vorteilhaft die Demontage der Ringsegmente 24a, 24b ohne komplette Demontage der gesamten Lagerstruktur.

[0024] Man erkennt, dass das erste Ringsegment 24a im gezeigten Ausführungsbeispiel eine Nut 34 umfasst, in welcher ein Vorsprung 36 des zweiten Ringsegments 24b spielbehaftet angeordnet ist. Hierdurch wird eine relative Bewegbarkeit des zweiten Ringsegments 24b gegenüber dem ersten Ringsegment 24a eingeschränkt, wodurch die mechanische Stabilität erhöht und die Montage des Innenrings 26 erleichtert werden. Das erste Ringsegment 24a ist über ein radial äußeres, vorliegend als O-Ring ausgebildetes Dichtelement 38 gegen das Zwischengehäuse 28 abgedichtet. Eine radial untere Dichtung kann entfallen, da die Dichtung für das Luftsystem über den radialen Sitz zwischen dem vorderen und hinteren Ringsegment 24a, 24b erfolgt. Der Entfall einer Dichtung führt zu geringeren Kosten, sowohl bei der Herstellung als auch bei der Wartung der Strömungsmaschine 10.

[0025] Das zweite Ringsegment 24b umfasst weiterhin im Bereich seines stromabwärtigen Endes eine Aufnahme 40, in welcher eine Bürstendichtung 42 montiert ist, über welche eine Abdichtung des Innenrings 26 gegenüber einem Rotor 44 des Verdichters 12 erreicht wird. Die Bürstendichtung 42 umfasst ein Bürstendichtungsgehäuse 46, welches über zwei Klemmbleche 48 in der Aufnahme 40 fixiert ist. Weiterhin umfasst das zweite Ringsegment 24b im Bereich der Aufnahme 40 einen Anschlag 50 zum axialen Abstützen der Bürstendichtung 42.

[0026] Zur relativen Ausrichtung können das erste und das zweite Ringsegment 24a, 24b über wenigstens einen Passstift (nicht gezeigt) relativ zueinander bzw. relativ zu einer Umfangersichtung des Zwischengehäuses 28 ausgerichtet werden.

[0027] Durch die genauere Positionierung der Montagebohrungen 30a-c und damit auch der Lagerbuchsen 20 wird der Buchsenverschleiß reduziert. Geringerer Verschleiß bedeutet auch Reduzierung der Wartungskosten. Die genauere Positionierung und ein geringerer Buchsenverschleiß führt auch zu einer verbesserten Po-

sitionierung der Leitschaufeln 16 im Betreib und somit zu einer verbesserten Aerodynamik.

[0028] Fig. 2 zeigt einen schematischen Ausschnitt einer alternativen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strömungsmaschine 10 im Bereich einer ersten Stufe eines Verdichters 12. Der grundsätzliche Aufbau entspricht dabei dem im Zusammenhang mit Fig. 1 diskutierten. Im Unterschied zum vorhergehenden Ausführungsbeispiel weist das erste Ringsegment 24a keine Nut 34 oder Vertiefung aus. Dementsprechend besitzt auch das zweite Ringsegment 24b keinen Vorsprung 36.

[0029] Fig. 3 zeigt einen schematischen Ausschnitt einer weiteren alternativen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strömungsmaschine 10 im Bereich einer ersten Stufe eines Verdichters 12. Man erkennt, dass der Innenring 26 im vorliegenden Beispiel lediglich über das zweite Ringsegment 24b mit dem Zwischengehäuse 28 verschraubt ist. Das erste Ringsegment 24a ist demgegenüber schwimmend gelagert und wird über das verschraubte zweite Ringsegment 24b, die Lagerbuchse 20, den Schauffelfuß 18 und das Zwischengehäuse 28 lagegesichert. Die Verschraubung des zweiten Ringsegments 24a mit dem Zwischengehäuse 28 erfolgt im Unterschied zu den vorherigen Ausführungsbeispielen von der stromaufwärtigen Seite des Innenrings 26, so dass das zweite Ringsegment 24b in seiner Montageöffnung 30b ein entsprechendes Innengewinde aufweist. Zur Abdichtung weist das erste Ringsegment 24a ein radial oberes und ein radial unteres Dichtelement 38 auf, die jeweils als O-Ring ausgebildet sind. Der grundsätzlich optionale Anschlag 50 ist gestrichelt dargestellt.

Bezugszeichenliste:

[0030]

10	Strömungsmaschine
12	Verdichter
14	Eintrittsleitschaufelkranz
16	Leitschaufeln
18	Endbereich
20	Lagerbuchse
22	Ausnehmungen
24a	Ringsegment
24b	Ringsegment
26	Innenring
28	Zwischengehäuse
30a	Montageöffnung
30b	Montageöffnung
30c	Montageöffnung
32	Schraube
34	Nut
36	Vorsprung
38	Dichtelement
40	Aufnahme
42	Bürstendichtung
44	Rotor
46	Bürstendichtungsgehäuse

48	Klemmbleche
50	Anschlag

5 Patentansprüche

1. Innenringsystem für einen Eintrittsleitschaufelkranz (14) einer Strömungsmaschine (10), umfassend:

- ein Zwischengehäuse (28) zum Aufnehmen struktureller Lasten; und
- einen Innenring (26), welcher axial in ein erstes und in ein zweites Ringsegment (24a, 24b) geteilt ist, die gemeinsam Ausnehmungen (22) zur Lagerung radial innerer Endbereiche (18) von Leitschaufeln (16) des Eintrittsleitschaufelkranzes (14) bilden,

wobei zumindest das zweite Ringsegment (24b) mittels Verschraubungen am Zwischengehäuse (28) festgelegt ist.

2. Innenringsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Ringsegment (24a) bezüglich einer Primärströmung der Strömungsmaschine stromauf und das zweite Ringsegment (24b) bezüglich der Primärströmung stromab anzuordnen ist.

3. Innenringsystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und das zweite Ringsegment (24a, 24b) mehrere Paare miteinander fluchtender Montageöffnungen (30a, 30b) aufweisen, durch welche jeweils eine Schraube (32) der Verschraubungen zum Zwischengehäuse (28) geführt ist.

4. Innenringsystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Ringsegment (24a) schwimmend am zweiten Ringsegment (24b) und am Zwischengehäuse (28) gelagert und das zweite Ringsegment (24b) mit dem Zwischengehäuse (28) verschraubt ist und/oder dass das erste Ringsegment (24a) am zweiten Ringsegment (24b), am Zwischengehäuse (28) und an in den Ausnehmungen (22) anzuordnenden Lagerelementen (20) der Leitschaufeln (16) abzustützen ist.

5. Innenringsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Ringsegment (24a) eine Nut (34) umfasst, in welcher ein Vorsprung (36) des zweiten Ringsegments (24b) angeordnet ist.

6. Innenringsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Ringsegment (24a) über ein radial äußeres

und/oder über ein radial inneres Dichtelement (38), insbesondere einen O-Ring, gegen das Zwischengehäuse (28) und/oder gegen das zweite Ringsegment (24b) abgedichtet ist.

7. Innenringsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenring (26) von einer stromabwärtigen Seite und/oder von einer stromaufwärtigen Seite mit dem Zwischengehäuse (28) verschraubt ist. 5
8. Innenringsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eines der Ringsegmente (24b) wenigstens eine Aufnahme (40) zur Anordnung einer Bürstendichtung (42) umfasst. 10
9. Innenringsystem nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und/oder zweite Ringsegment (24a, 24b) im Bereich der Aufnahme (40) Mittel (50) zum axialen Abstützen der Bürstendichtung (42) umfasst. 20
10. Innenringsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und das zweite Ringsegment (24a, 24b) über wenigstens einen Passstift relativ zueinander und/oder relativ zu einer Umfangsrichtung des Zwischengehäuses (28) ausgerichtet sind. 25
11. Innenring (26) für ein Innenringsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, welcher axial in ein erstes und in ein zweites Ringsegment (24a, 24b) geteilt ist, die im montierten Zustand gemeinsam Ausnehmungen (22) zur Lagerung radial innerer Endbereiche (18) von Leitschaufeln (16) des Eintrittsleitschaufelkranzes (14) bilden, wobei zumindest das zweite Ringsegment (24b) Montageöffnungen (30b) zur Verschraubung mit dem Zwischengehäuse (28) des Innenringsystems aufweist. 30
12. Zwischengehäuse (28) für ein Innenringsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei das Zwischengehäuse (28) Montageöffnungen (30c) zum Verschrauben zumindest des zweiten Ringsegments (24b) des Innenrings (26) des Innenringsystems umfasst. 35
13. Strömungsmaschine (10), insbesondere Flugtriebwerk, umfassend 40
 - ein Innenringsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10; und
 - einen Eintrittsleitschaufelkranz (14), welcher eine Vielzahl von Leitschaufeln (16) aufweist, die bezogen auf eine Kranzlängsachse (A) jeweils einen radial äußeren und einen radial inneren Endbereich (18) umfassen, wobei die ra-

dial inneren Endbereiche (18) der Leitschaufeln (16) in den gemeinsam durch das erste und das zweite Ringsegment (24a, 24b) des Innenrings (26) gebildeten Ausnehmungen (22) angeordnet sind.

14. Strömungsmaschine (10) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitschaufeln (16) verstellbar sind und/oder dass die radial inneren Endbereiche (18) der Leitschaufeln (16) über Lagerbuchsen (20) in den Ausnehmungen (22) gehalten sind. 55
15. Strömungsmaschine (10) nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innenringsystem und der Eintrittsleitschaufelkranz (14) Teil einer Niederdruckverdichterstufe und/oder einer Mitteldruckverdichterstufe und/oder einer Hochdruckverdichterstufe und/oder einer Hochdruckturbinenstufe und/oder einer Mitteldruckturbinenstufe und/oder einer Niederdruckturbinenstufe der Strömungsmaschine (10) sind. 60

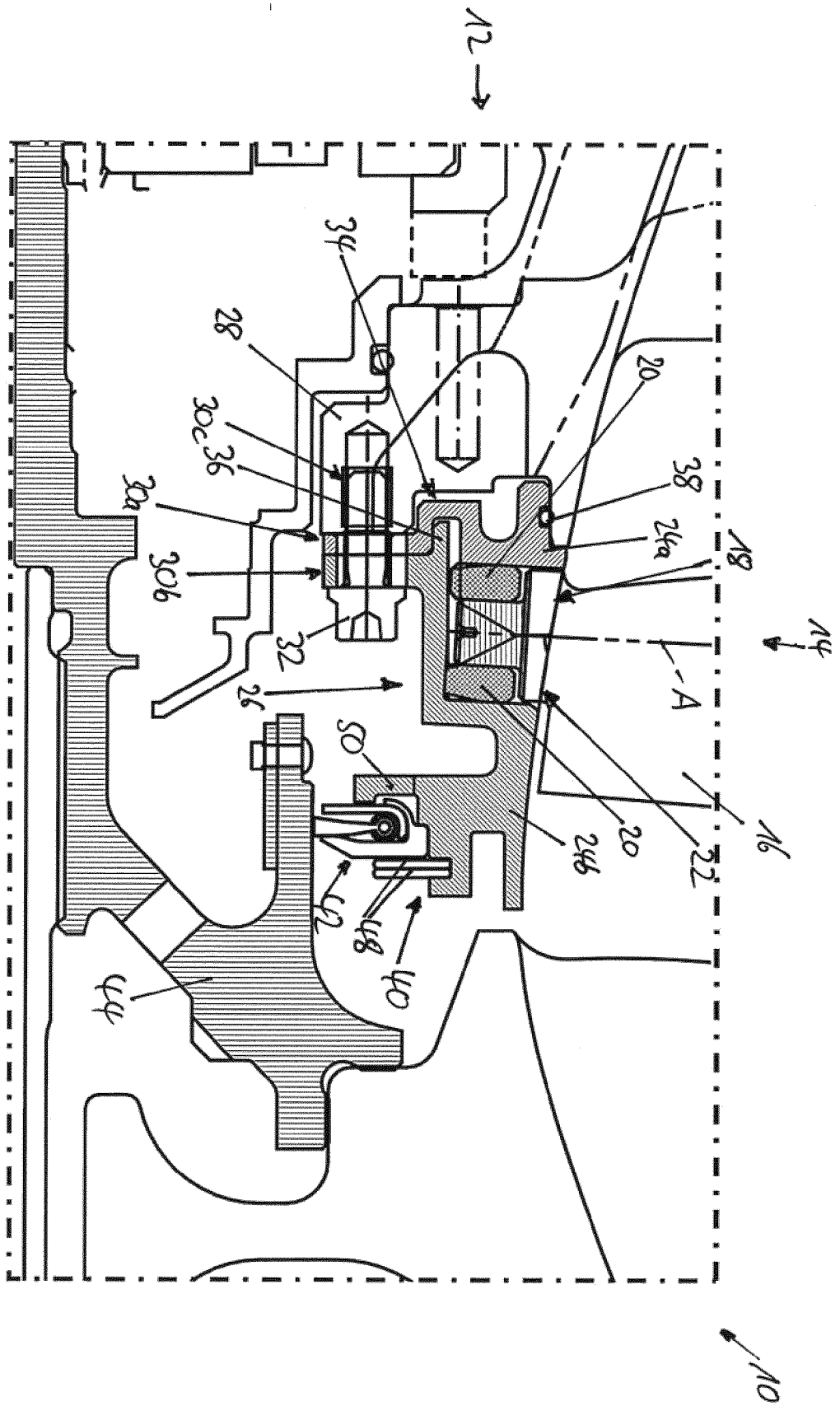


Fig. 1

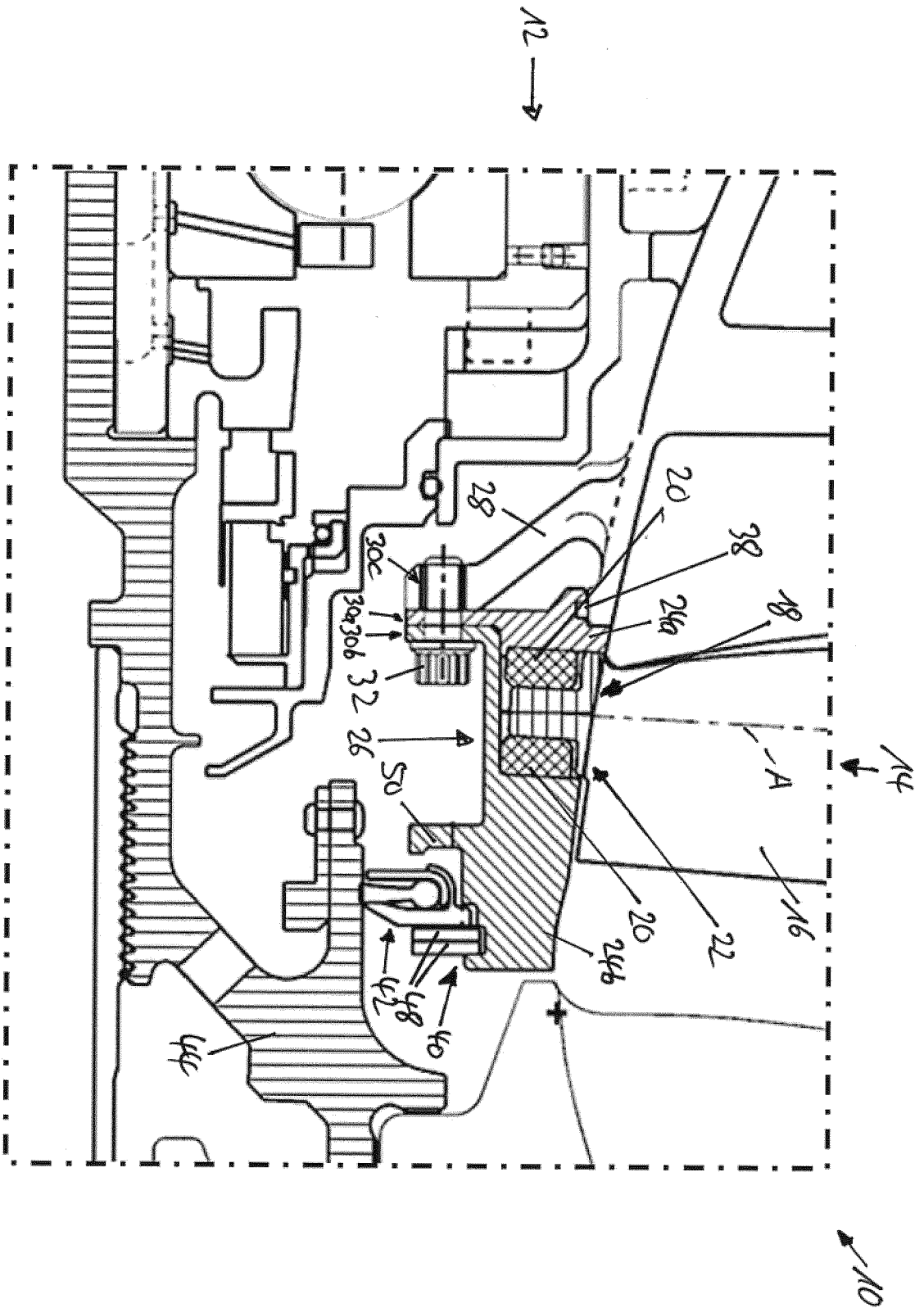


Fig. 2

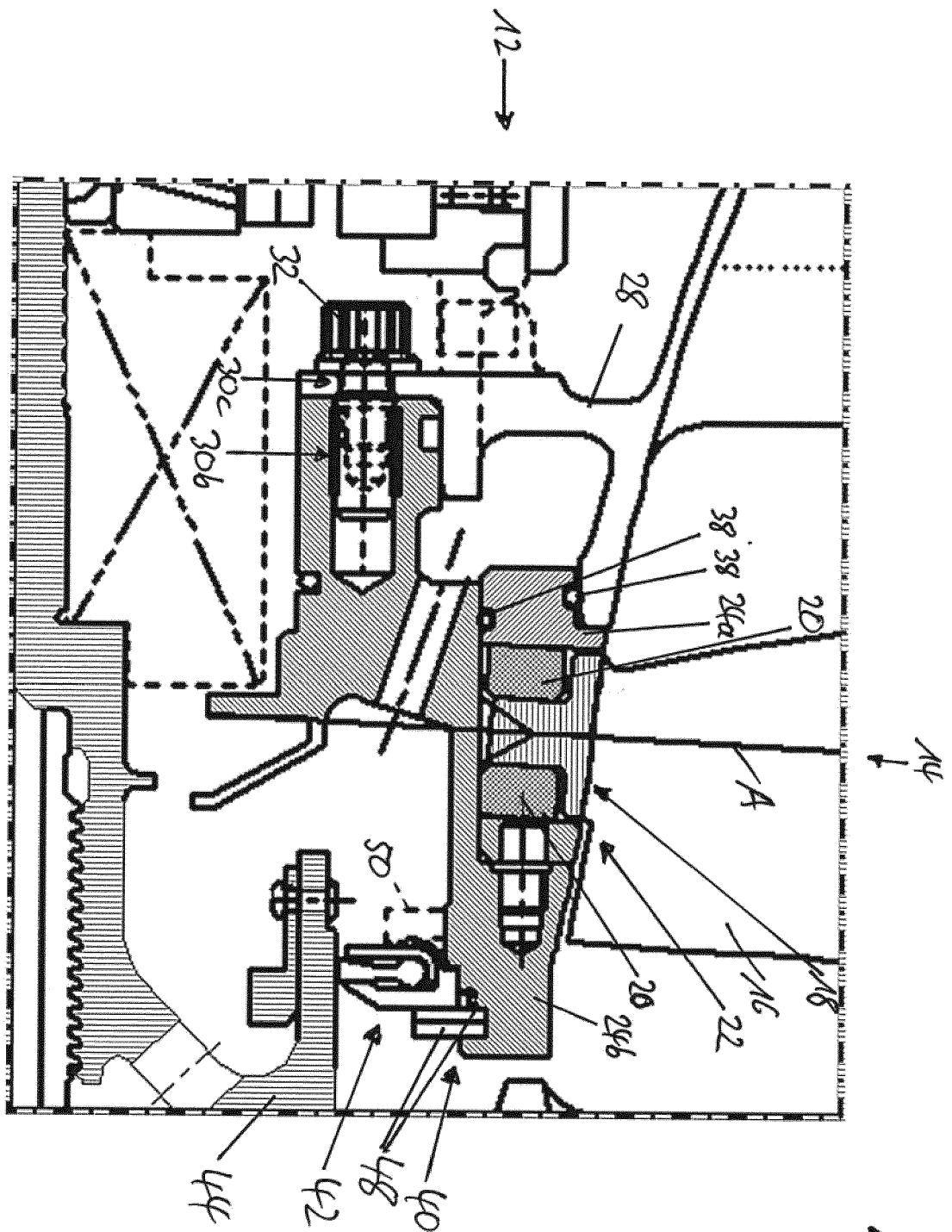


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 19 8116

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 314 654 A (SPENCER THENAULT GEORGES ET AL) 18. April 1967 (1967-04-18) * Abbildung 2 *	1-15	INV. F01D17/16
X	EP 2 261 467 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 15. Dezember 2010 (2010-12-15) * Abbildung 6 *	1-15	
X	EP 2 472 066 A1 (ROLLS ROYCE CORP [US]; ROLLS ROYCE NAM TECH INC [US]) 4. Juli 2012 (2012-07-04) * Abbildung 2a *	1-15	
X	WO 2014/046965 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 27. März 2014 (2014-03-27) * Abbildung 3 *	1-15	
A	WO 2015/149732 A2 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 8. Oktober 2015 (2015-10-08) * Abbildungen *	8,9	
A	DE 10 2014 205986 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 1. Oktober 2015 (2015-10-01) * Abbildungen *	8,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 4. Mai 2016	Prüfer Raspo, Fabrice
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 15 19 8116

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-05-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3314654 A	18-04-1967	KEINE	
EP 2261467 A2	15-12-2010	EP 2261467 A2	15-12-2010
		US 2010310358 A1	09-12-2010
		US 2012257963 A1	11-10-2012
EP 2472066 A1	04-07-2012	CA 2762810 A1	30-06-2012
		EP 2472066 A1	04-07-2012
		US 2012171020 A1	05-07-2012
WO 2014046965 A1	27-03-2014	CA 2881861 A1	27-03-2014
		EP 2898206 A1	29-07-2015
		JP 2015531041 A	29-10-2015
		US 2015226116 A1	13-08-2015
		WO 2014046965 A1	27-03-2014
WO 2015149732 A2	08-10-2015	DE 102014205986 A1	01-10-2015
		EP 2955335 A1	16-12-2015
		US 2015275683 A1	01-10-2015
		WO 2015149732 A2	08-10-2015
DE 102014205986 A1	01-10-2015	DE 102014205986 A1	01-10-2015
		EP 2955335 A1	16-12-2015
		US 2015275683 A1	01-10-2015
		WO 2015149732 A2	08-10-2015

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 1319844 B1 [0002]