



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.02.2023 Patentblatt 2023/06

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01D 5/30 ^(1968.09) **F01D 9/04** ^(1968.09)
F01D 17/16 ^(1968.09)

(21) Anmeldenummer: **22188200.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01D 9/042; F01D 5/3038; F01D 17/162;
F05D 2240/80; F05D 2250/90; F05D 2260/36

(22) Anmeldetag: **02.08.2022**

(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:
KH MA MD TN

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

(72) Erfinder: **Humhauser, Werner**
80995 München (DE)

(30) Priorität: **05.08.2021 DE 102021120384**

(54) **LEITSCHAUFELKRANZ FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE, STRÖMUNGSMASCHINE UND VERFAHREN ZUM MONTIEREN EINES LEITSCHAUFELKRANZES**

(57) Die Erfindung betrifft einen Leitschaufelkranz (2) für eine Strömungsmaschine (1), aufweisend zumindest eine Leitschaufel (3), zumindest einen Lagerkörper und zumindest zwei Innenringsegmente (6). Die Leitschaufel (3) weist einen Lagerzapfen (11) auf, der form-schlüssig in einer Lagerbuchse (20) des zumindest einen Lagerkörpers (4) angeordnet ist. Die zumindest zwei Innenringsegmente (6) weisen an ihren jeweiligen Außenradiusflächen, einen entlang einer Umlaufrichtung des Leitschaufelkranzes (2) verlaufenden Führungskanal (18) zur Aufnahme der Lagerkörper (4) auf, in den zumindest zwei gegenüberliegende und entlang der Umlaufrichtung des Leitschaufelkranzes (2) verlaufende Führungsvorsprünge (19) der Innenringsegmente (6) ragen. Der Lagerkörper (4) ist in dem Führungskanal (18) der Innenringsegmente (6) angeordnet, und die zumindest zwei Führungsvorsprünge (19) der Innenringsegmente (6) greifen in zumindest zwei Führungsnuten (15) des Lagerkörpers (4). Es ist vorgesehen, dass der Lagerzapfen (11) der Leitschaufel (3) eine Zapfennut (12) aufweist in welche die Führungsvorsprünge (19) des Innenringsegments (6) greifen.

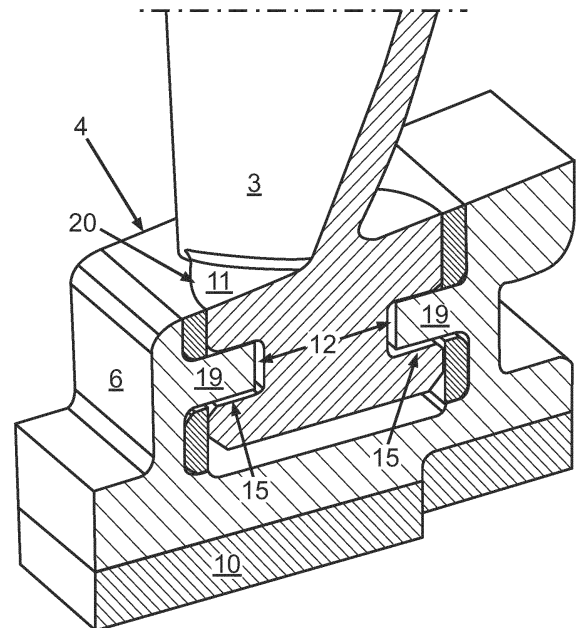


Fig.5

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Leitschaufelkranz für eine Strömungsmaschine. Weitere Aspekte der Erfindung betreffen eine Strömungsmaschine, aufweisend zumindest einen Leitschaufelkranz sowie ein Verfahren zum Montieren eines Leitschaufelkranzes für eine Strömungsmaschine.

[0002] Eine Beschaukelung einer Strömungsmaschine weist zwei Arten von Schaufeln auf, welche sich in ihren Funktionen voneinander unterscheiden. Laufschaufeln sind ein Teil des Rotors und für eine Umwandlung von Leistung vorgesehen. Die einzelnen Laufschaufeln sind dabei als Laufschaufelkranz an einer Welle des Rotors angeordnet. Leitschaufeln sind an einem Stator der Strömungsmaschine angeordnet. Die einzelnen Leitschaufeln sind dabei als Leitschaufelkranz angeordnet, welcher neben den Leitschaufeln einen Innenring aufweist. Dieser Innenring umläuft die Welle des Rotors und ist dazu vorgesehen, die einzelnen Leitschaufeln des Leitschaufelkranzes in einem Zentrum zu stabilisieren. Die einzelnen Leitschaufeln sind mit ihren radial inneren Enden in dem Innenring gelagert. Der Innenring besteht gewöhnlicherweise aus Innenringsegmenten, um eine Anordnung der radial inneren Enden während einer Montage zu ermöglichen. Die Aufgabe der Leitschaufeln besteht darin, die Strömung derart zu beeinflussen, dass diese in einem vorbestimmten Winkel auf die Laufschaufeln trifft. Leitschaufeln können dabei drehbar gelagert sein, so dass der Winkel unter welchem die Strömung auf die Laufschaufeln trifft variiert werden kann.

[0003] Um eine hohe Effizienz bei Strömungsmaschinen zu gewährleisten, ist es erforderlich, eine Leckage von Strömungen im Bereich des Innenrings zu minimieren. Zu diesem Zweck weisen die Innenringsegmente des Innenrings Dichtvorrichtungen auf. Diese sind dazu vorgesehen Strömungen in Spalten zwischen den inneren Enden der Leitschaufeln und den Innenringsegmenten zu reduzieren. Um Strömungen in einem Bereich zwischen der Welle und dem Innenring zu minimieren, sind in diesem Bereich Dichtungsringe angeordnet. Die Effizienzverluste aufgrund von Leckagen durch den Innenring können durch Dichtvorrichtungen wirkungsvoll reduziert werden. Leckströme zwischen dem Innenring und der Welle der Strömungsmaschine können durch die Dichtungsringe nur bedingt eingeschränkt werden. Dies liegt daran, dass im Laufe eines Betriebs der Strömungsmaschine eine

[0004] Änderung einer Krümmung des Innenrings erfolgen kann. Dabei kann die Krümmung des Innenrings bereichsweise zu- oder abnehmen. Aufgrund der Änderung der Krümmung kann der Abstand zwischen dem Innenring und der Welle bereichsweise zu- oder abnehmen. Bei einer Zunahme des Abstandes treten erhöhte Leckströme in diesem Bereich auf, welche die Effizienz der Strömungsmaschine reduzieren. Kommt es zu einer Reduzierung des Abstandes, können die Dichtungsringe in diesem Bereich an der Welle schleifen.

[0005] Diese Änderung der Krümmung wird auch als Cording bezeichnet. Eine Möglichkeit, das Cording zu reduzieren besteht darin, eine Anzahl der Innenringsegmente, aus welchen sich der Innenring zusammensetzt zu erhöhen. Dabei ergibt sich jedoch das Problem, dass die mechanische Stabilität der Lagerung des Innenrings durch die Leitschaufeln abnehmen kann.

[0006] In der EP 2 696 041 A1 sind ein Leitschaufelkranz einer Gasturbine sowie ein Montageverfahren offenbart. Der Leitschaufelkranz ist ein verstellbarer Leitschaufelkranz einer Strömungsmaschine, dessen Leitschaufeln jeweils einzeln in einem Lagerkörper gelagert sind, auf die in Umfangsrichtung betrachtet ein als Dichtungsträger wirkender, in zwei Halbringe unterteilter Innenring verformungsfrei aufgeschoben ist. Die Leitschaufeln werden dabei durch Lagerkörper in dem Innenring gelagert.

[0007] In der US 2014 0044526 A1 sind ein Leitschaufelkranz einer Gasturbine sowie ein Montageverfahren offenbart. Jede Leitschaufel des Leitschaufelkranzes ist in einem einzelnen Lagerkörper mit jeweils einer Lagerbohrung zur Führung eines Lagerzapfens der jeweiligen Leitschaufel gelagert. Der Innenring des Leitschaufelkranzes ist aus zwei Halbringen zusammengesetzt, die in Umfangsrichtung auf die Lagerkörper aufgeschoben sind. Die Lagerkörper berühren sich seitlich und weisen zwei zueinander entgegengesetzte und sich in Umfangsrichtung erstreckende entsprechende Führungsnuten auf. Die Halbringe weisen jeweils sich in Umfangsrichtung erstreckende Führungsvorsprünge auf, in die die Führungsnuten der Lagerkörper eingreifen.

[0008] Die US 9 605 549 B2 offenbart einen Leitschaufelkranz, mit einer Vielzahl an Leitschaufeln, wobei jede Leitschaufel in einem einzelnen Lagerkörper mit jeweils einer Lagerbohrung zur Führung eines Lagerzapfens der jeweiligen Leitschaufel gelagert ist und der Innenring aus zwei Halbringen zusammengesetzt ist, die in Umfangsrichtung auf die Lagerkörper aufgeschoben sind. Die Lagerkörper berühren sich seitlich und weisen zwei zueinander entgegengesetzte und sich in Umfangsrichtung erstreckende Führungsnuten auf. Die Halbringe weisen jeweils sich in Umfangsrichtung erstreckende Führungsvorsprünge auf, die in die Führungsnuten eingreifen.

[0009] Die EP 3 315 728 A1 beschreibt einen Leitschaufelkranz der zumindest ein Dämpfungselement aufweist, dass in einer Aufnahmerinne zur Aufnahme von Lagerkörpern zwischen den Lagerkörpern und einem Innenring angeordnet ist

[0010] In der US 10 494 944 B2 ist eine Dichtung am Innenring eines Leitschaufelkranzes offenbart. Der erfindungsgemäße Leitschaufelkranz umfasst einen Innenring, an dessen radial äußerer Oberfläche eine Aufnahmerinne in Umfangsrichtung verläuft, in der eine Mehrzahl an Lagerkörpern angeordnet ist. Der Leitschaufelkranz weist eine Mehrzahl an Leitschaufeln auf, die jeweils mit ihrem radial inneren Ende in einen der Lagerkörper eingesteckt sind und mindestens ein Dichtungselement zur Abdichtung wenigstens eines Spalts zwi-

schen dem Innenring und mindestens einem der Lagerkörper und/oder zwischen zwei Lagerkörpern aufweisen.

[0011] Die US 8 858 165 B2 offenbart eine variable Leitschaufelanordnung für ein Gasturbinentriebwerk, dass eine Leitschaufel, die um eine Drehachse schwenkbar ist, umfasst. Die Leitschaufel umfasst einen Klappenabschnitt, der in einem Fluidstrom positioniert werden kann, um einen Fluidstrom zu steuern.

[0012] Die US 6 210 106 B1 offenbart eine Dichtungsvorrichtung zum Abdichten von Leckagen um eine Zapfenbaugruppe eines Gasturbinentriebwerks mit einer variablen Schaufel, die drehbar von einem Triebwerksgehäuse getragen wird.

[0013] Die US 2016 0376900 A1 offenbart eine Statorvorrichtung für eine Strömungsmaschine mit einer Gehäuseeinrichtung und mehreren Leitschaufeln.

[0014] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Lösung bereitzustellen, welche eine stabile Lagerung des Innenrings durch Leitschaufeln ermöglicht.

[0015] Diese Aufgabe wird durch einen Leitschaufelkranz für eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9 sowie durch ein Verfahren zur Montage einer Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

[0016] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft einen Leitschaufelkranz für eine Strömungsmaschine. Bei der Strömungsmaschine kann es sich insbesondere um eine Turbine für ein Flugzeug handeln. Der Leitschaufelkranz weist zumindest eine Leitschaufel, zumindest einen Lagerkörper und zumindest zwei Innenringsegmente auf. Bei der Leitschaufel kann es sich um eine Schaufel handeln, welche dazu eingerichtet sein kann, einen Luftstrom derart zu leiten, dass dieser in einem vorbestimmten Winkel auf eine Laufschaufel auftrifft. Die Leitschaufel kann drehbar gelagert sein, um einen Winkel des Stroms variabel verändern zu können. Der Lagerkörper ist dazu vorgesehen, die Leitschaufel aufzunehmen und somit eine Lagerung der Leitschaufeln in den zumindest zwei Innenringsegmenten zu ermöglichen. Die Innenringsegmente sind dazu vorgesehen, radial innere Enden der Leitschaufel mechanisch zu stabilisieren und somit einen stabilen Betrieb des Leitschaufelkranzes zu ermöglichen.

[0017] Die Leitschaufel weist einen Lagerzapfen auf, der formschlüssig in einer Lagerbuchse des zumindest einen Lagerkörpers angeordnet ist. Mit anderen Worten weist die Leitschaufel einen verjüngten Abschnitt an einem ihrem radial inneren Ende auf, der dazu vorgesehen ist, eine Lagerung der Leitschaufel in dem Lagerkörper zu ermöglichen. Der Lagerzapfen kann beispielsweise zylinderförmig sein. Der Lagerzapfen der Leitschaufel ist dabei in der Lagerbuchse des Lagerkörpers angeordnet. Die Lagerbuchse kann beispielsweise komplementär zu

einer Form des Lagerzapfens gestaltet sein.

[0018] Die zumindest zwei Innenringsegmente weisen an jeweiligen Außenradiusflächen einen entlang einer Umlaufrichtung des Leitschaufelkranzes verlaufenden Führungskanal zur Aufnahme der Lagerkörper auf, in den zumindest zwei gegenüberliegende und entlang der Umlaufrichtung des Leitschaufelkranzes verlaufende Führungsvorsprünge der Innenringsegmente ragen. Die zumindest zwei Innenringsegmente können den Innenring des Leitschaufelkranzes bilden. Mit anderen Worten weisen die Innenringsegmente den Führungskanal aufweisen, welcher entlang der Umlaufrichtung des Leitschaufelkranzes um den Innenring verläuft, um eine Anordnung der Leitschaufeln in dem Innenring zu ermöglichen. Der Führungskanal kann dabei auf jeweiligen Außenradiusflächen des Innenrings angeordnet sein. Mit anderen Worten ist der Führungskanal in einer radial nach außen gerichteten Fläche des Innenrings ausgehöhlet. Der Führungskanal weist zumindest zwei gegenüberliegende und entlang der Umlaufrichtung des Leitschaufelkranzes verlaufende Führungsvorsprünge auf. Die Führungsvorsprünge sind dazu eingerichtet, eine formschlüssige Lagerung des Lagerkörpers in dem Führungskanal zu ermöglichen. Der Lagerkörper ist in den Führungskanal der Innenringsegmente angeordnet. Die zumindest zwei Führungsvorsprünge der Innenringsegmente greifen in zumindest zwei Führungsnuten des Lagerkörpers. Mit anderen Worten ist der Lagerkörper derart in dem Führungskanal angeordnet, dass die zwei Führungsvorsprünge der Innenringsegmente in die zumindest zwei Führungsnuten des Lagerkörpers greifen.

[0019] Es ist vorgesehen, dass der Lagerzapfen der Leitschaufel eine Zapfennut aufweist, in welche die Führungsvorsprünge des Innenringsegments greifen. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass die Führungsvorsprünge der Innenringsegmente sowohl in die Führungsnuten des Lagerkörpers, als auch in die Zapfennut des Lagerzapfens der Leitschaufel greifen. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass der Lagerzapfen der Leitschaufel direkt mit dem Innenringsegment verbunden ist. Dadurch kann eine stabilere mechanische Verbindung zwischen der Leitschaufel und dem Innenringsegment erreicht sein als bei üblichen Verbindungen über den Lagerkörper.

[0020] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Zapfennut um eine Lagerzapfenlängsachse des Lagerzapfens verläuft. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass die Zapfennut um den Lagerzapfen herum verläuft. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der Lagerzapfen radialsymmetrisch ist und einen um einen gesamten Umlauf des Lagerzapfens verlaufende Ausnehmung als die Zapfennut aufweist.

[0021] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass ein Zapfennutradius des Lagerzapfens in einem Längsbereich der jeweiligen Zapfennut höchstens halb so groß ist wie ein Zapfenradius außerhalb der Zapfennut. Mit anderen Worten weist der Lagerzapfen im Bereich der Zapfennut einen Radius auf, der höchstens halb so groß ist wie der Radius des Lagerzapfens außerhalb

der Zapfennut. Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Lagerzapfen einen inneren Leitschaufelteller und einen äußeren Leitschaufelteller aufweist, welche durch die Zapfennut voneinander getrennt sind. Durch die Weiterbildung ergibt sich der Vorteil, dass die zwei Leitschaufelteller eine vorbestimmte Lagerung des Lagerzapfens in dem Lagerkörper und dem Innenringsegment ermöglichen.

[0022] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Lagerzapfen an einem axialen Lagerzapfenende eine parallel zur Lagerzapfenachse verlaufende Bohrung aufweist, welche einen Stift des Lagerkörpers aufnimmt. Mit anderen Worten befindet sich an einem Ende des Lagerzapfens eine Bohrung, in welcher ein Stift des Lagerkörpers angeordnet ist. Durch die Weiterbildung ergibt sich der Vorteil, dass eine zentrierte Anordnung des Lagerzapfens in der Lagerbuchse des Lagerkörpers ermöglicht ist.

[0023] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Innenringsegmente einen Mittelpunktswinkel von 30 Grad, 45 Grad, 60 Grad, 90 Grad oder 180 Grad aufweisen. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass die Innenringsegmente eine Krümmung aufweisen, so dass sich der Innenring aus 12, 8, 6, 4 oder 2 Innenringsegmenten zusammensetzt. Durch die Weiterbildung ergibt sich der Vorteil, dass der Innenring aus mehreren der Innenringsegmente zusammengesetzt ist, wodurch Krümmungsänderungen aufgrund des Cordings reduziert sein können.

[0024] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Lagerkörper zumindest teilweise aus Metall und/oder einem Carbon besteht. Mit anderen Worten weist der Lagerkörper eine Legierung aus Metall und/oder Carbon auf.

[0025] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass an den Innenradien der Innenringsegmente Dichtungskörper angeordnet sind. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass der Innenring an einer der Welle eines Rotors zugewandten Seite Dichtungskörper aufweist, welche einen Luftstrom in einem Bereich zwischen dem Innenring und der Welle reduzieren. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass eine Effizienz der Strömungsmaschine erhöht werden kann.

[0026] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, welche zumindest einen Leitschaufelkranz aufweist. Bei der Strömungsmaschine kann es sich insbesondere um eine Strömungsmaschine eines Flugzeugs, beispielsweise eine Flugzeugturbine handeln.

[0027] Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Montieren eines Leitschaufelkranzes für eine Strömungsmaschine. Es ist vorgesehen, dass in einem Schritt des Verfahrens ein formschlüssiges Anordnen eines Lagerzapfens einer Leitschaufel in einer Lagerbuchse eines Lagerkörpers durchgeführt wird. Der Lagerkörper wird in einem, an einer Außenradiusfläche eines Innenringsegments entlang einer Umlaufrichtung des Leitschaufelkranzes verlaufenden Führungskanal aufgefä-

delt, wobei zumindest zwei gegenüber liegende und entlang der Umlaufrichtung des Leitschaufelkranzes verlaufende und in den Führungskanal ragende Führungsvorsprünge des Innenringsegments in zumindest zwei Führungsnuten des Lagerkörpers geführt werden und die zumindest zwei Führungsvorsprünge des Innenringsegments in eine Zapfennut des Lagerzapfens der Leitschaufel geführt werden. Die Innenringsegmente werden aneinander zu einem Innenring angeordnet.

[0028] Die im Zusammenhang mit dem Leitschaufelkranz gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung und der Strömungsmaschine gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung vorgestellten Merkmale sowie deren Vorteile gelten entsprechend für das erfindungsgemäße Verfahren zum Montieren eines Leitschaufelkranzes gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung und umgekehrt.

[0029] 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 Querschnitt durch einen Leitschaufelkranz;

FIG. 2 eine weitere Darstellung des Leitschaufelkranzes der **Fig. 1**.

FIG. 3 eine schematische dreidimensionale Ansicht, welche eine Anordnung des Lagerkörpers in dem Innenringsegment darstellt;

FIG. 4 die Lage der Führungsvorsprünge der Innenringsegmente in der Zapfennut; und

FIG. 5 wie die Führungsvorsprünge des Innenringsegments in die Führungsnut der Leitschaufel und die Führungsnuten des Lagerkörpers greifen.

[0030] **FIG. 1** zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen Leitschaufelkranz. Bei dem schematisch dargestellten Leitschaufelkranz 2 kann es sich um den Leitschaufelkranz 2 einer Strömungsmaschine 1 handeln, wobei es sich bei der Strömungsmaschine 1 insbesondere um eine Turbine eines Luftfahrzeugs handeln

kann. Der Leitschaukelkranz 2 kann dazu vorgesehen sein, einen Verlauf einer Luftströmung zu beeinflussen, so dass diese in einem vorbestimmten Winkel auf Laufschaukeln eines Laufschaufelkranzes der Strömungsmaschine 1 auftrifft. Der Leitschaukelkranz 2 kann zumindest eine Leitschaukel 3 aufweisen, welche in einem Lagerkörper 4 angeordnet sein kann. Der Lagerkörper 4 kann dazu vorgesehen sein, eine Lagerung der Leitschaukel 3 in einem Innenringsegment 6 eines Innenrings 5 des Leitschaukelkranzes 2 zu ermöglichen. Der Innenring 5 des Leitschaukelkranzes 2 kann dazu vorgesehen sein, die Leitschaukeln 3 des Leitschaukelkranzes 2 in einem inneren Bereich der Strömungsmaschine 1 mechanisch zu stabilisieren. Um einen Effizienzverlust durch Leckströme zu minimieren, kann es vorgesehen sein, dass ein Abstand 7 zwischen dem Innenring 5 und einer Rotorkomponente 8 durch einen Innenringfirt 9 und einen Dichtungskörper 10 des Innenrings 5 abgedichtet ist. Um einerseits eine Reduzierung des Leckstroms in dem Abstand 7, als auch Reibungsverluste, welche durch ein Reiben des Innenringfirts 9 an dem Dichtungskörper 10 auftreten können, zu verhindern, ist es erforderlich, dass der Abstand 7 während eines Betriebs der Strömungsmaschine 1 konstant bleibt. Aufgrund des so genannten Cordings, einer Änderung der Krümmung des Innenrings 5 während des Betriebs kann es dazu kommen, dass der Abstand 7 während des Betriebs zunimmt und somit aufgrund des höheren Leckstroms zwischen dem Innenring 5 und der Rotorkomponente 8 ein Effizienzverlust auftritt. In dem Fall, dass der Abstand 7 zwischen dem Innenring 5 und der Rotorkomponente 8 abnimmt, kann es aufgrund von Reibung zwischen dem Innenringfirt 9 und dem Dichtungskörper 10 ebenfalls zu Effizienzverlusten kommen. Das so genannte Cording kann sich beispielsweise durch eine Reduzierung eines Innenwinkels der Innenringsegmente 6 des Innenrings 5 verwirklichen. Dadurch ist es möglich, dass ein Innenring 5 aus mehr als zwei Innenringsegmenten 6 bestehen kann. Hierfür ist es jedoch erforderlich, eine stabilere Anordnung der Innenringsegmente 6 an den Leitschaukeln 3 zu ermöglichen. Die Erfindung sieht vor, diese mechanische Stabilisierung durch eine direkte Anbindung der Innenringsegmente 6 an den Leitschaukeln 3 zu ermöglichen.

[0031] Zu diesem Zweck kann es vorgesehen sein, dass ein Lagerzapfen 11 der Leitschaukel 3 eine Zapfennut 12 aufweist, welche um den Lagerzapfen 11 verlaufen kann. Der Lagerzapfen 11 kann dabei derart gestaltet sein, dass ein Zapfenradius 13 des Lagerzapfens 11 in einem Axialbereich außerhalb der Zapfennut 12 doppelt so groß ist wie ein Zapfennutradius 14 in einem axialen Bereich der Zapfennut 12. Der Lagerzapfen 11 kann in einer Lagerbuchse 15 des Lagerkörpers 4 angeordnet sein. Um eine optimale Anordnung des Lagerzapfens 11 in dem Lagerkörper 4 zu ermöglichen, kann der Lagerkörper 4 einen Führungsstift 16 aufweisen, welcher in eine Bohrung 17 des Lagerzapfens 11 greifen kann. Die Bohrung 17 kann parallel zu einer Lagerzapfenachse verlaufen. Um eine Anordnung des Lagerkörpers 4 in

dem Innenringsegment 6 zu ermöglichen, kann das Innenringsegment 6 einen Führungskanal 18 aufweisen, welcher entlang einer Umlaufrichtung um den Innenring 5 des Leitschaukelkranzes 2 verlaufen kann. In den Führungskanal 18 können zwei gegenüber liegende Führungsvorsprünge 19 des Innenringsegments 6 hineinragen. In einem zusammengebauten Zustand kann der Lagerkörper 4 mit dem Lagerzapfen 11 derart in dem Führungskanal 18 angeordnet sein, dass die zwei Führungsvorsprünge 19 des Innenringsegments 6 sowohl in Führungsnuten 15 des Lagerkörpers 4, als auch in die Zapfennut 12 des Lagerzapfens 11 der Leitschaukel 3 greifen. Dadurch besteht eine direkte mechanische Verbindung, zwischen der Leitschaukel 3 und dem Innenringsegment 6 wodurch eine mechanisch stabilere Lagerung der Innenringsegmente 6 an den Leitschaukeln 3 ermöglicht ist. Dadurch ist es möglich, die Größe der Innenringsegmente 6 zu reduzieren, so dass diese beispielsweise Mittelpunktswinkel von 30 Grad, 45 Grad, 60 Grad, 90 Grad oder 180 Grad einschließen. Durch die Zapfennut 12 des Lagerzapfens 11 kann der Lagerzapfen 11 zwei Teller 21, 22 aufweisen, wobei es sich um einen inneren Teller 22 und einen äußeren Teller 21 handeln kann. Der innere Teller 22 kann dabei in axialer Richtung näher am Innenring 5 angeordnet sein, während der äußere Teller 21 in axialer Richtung näher an der Leitschaukel 3 angeordnet sein kann. Die Teller 21, 22 können rund sein, um eine Drehung der Leitschaukel 3 in dem Lagerkörper 4 zu ermöglichen. Der Lagerkörper 4 kann Carbon und/oder Metall enthalten.

[0032] FIG. 2 zeigt eine weitere Darstellung des Leitschaukelkranzes der Fig. 1.

[0033] FIG. 3 zeigt eine schematische dreidimensionale Ansicht, welche eine Anordnung des Lagerkörpers in dem Innenringsegment darstellt.

[0034] FIG. 4 zeigt die Lage der Führungsvorsprünge 19 der Innenringsegmente 6 in der Zapfennut 12, um eine Lagerung der Leitschaukel 3 in dem Innenringsegment 6 zu ermöglichen. In FIG. 4 ist zu erkennen, wie die Führungsvorsprünge 19 des Innenringsegments 6 in den Lagerkörper 4 an den Führungsnuten 15 eingreifen, um diesen in dem Führungskanal 18 zu stabilisieren. Zu erkennen ist ebenfalls die Lagerbuchse 20 des Lagerkörpers 4 mit einer runden Öffnung, um eine Drehung der Leitschaukel 3 zu ermöglichen.

[0035] FIG. 5 zeigt, wie die Führungsvorsprünge 19 des Innenringsegments 6 in die Zapfennut 12 des Lagerzapfens 11 der Leitschaukel 4 und die Führungsnuten 15 des Lagerkörpers 4 greifen, um die Leitschaukel 4 und den Lagerkörper 4 in dem Führungskanal 18 zu befestigen.

[0036] FIG. 6 zeigt einen Ablauf eines Verfahrens zum Montieren eines Leitschaukelkranzes für eine Strömungsmaschine. Es kann vorgesehen sein, dass in einem ersten Schritt P1 des Verfahrens ein formschlüssiges Anordnen des Lagerzapfens 11 der Leitschaukel 3 in der Lagerbuchse 20 eines Lagerkörpers 4 durchgeführt wird.

[0037] Der Lagerkörper 4 kann in einem zweiten Schritt P2 in dem, an einer Außenradiusfläche eines Innenringsegments 6 entlang der Umlaufrichtung des Leitschaukelkranzes 2 verlaufenden Führungskanal 17 aufgefädelt werden. Dabei können die zumindest zwei gegenüberliegende und entlang der Umlaufrichtung des Leitschaukelkranzes 2 verlaufende und in den Führungskanal 17 ragende Führungsvorsprünge 19 des Innenringsegments 6 in die zumindest zwei Führungsnuten 15 des Lagerkörpers 4 geführt werden. Zugleich können die zumindest zwei Führungsvorsprünge 19 des Innenringsegments 6 in die Zapfennut 12 des Lagerzapfens 11 der Leitschaukel 3 geführt werden.

[0038] In einem dritten Schritt P3 können die Innenringsegmente 6 aneinander zu einem Innenring 5 angeordnet werden.

[0039] In dem Stand der Technik wird zwar die Reduzierung der Leitschaukelteilerleckage, sowie die mögliche Miniaturisierung der Geometrie für zukünftige kleine Verdichtergrößen gelöst, nicht aber das Problem des Cordings, das Entkrümmens beziehungsweise das Überkrümmen des Innenring-Halbringes. Das Cording kann zu starken Spaltschwankungen im Bereich der Trennebenen des Innenrings 5 führen. Diese Spaltschwankungen führen bei Öffnung durch erhöhte Leckagen zu einem Wirkungsgradabfall, beziehungsweise bei erhöhter Spaltschließung zu einer Überlastung der Einlauffähigkeit des Innenringfirms 9.

[0040] In der hier beschriebenen Idee wird das als Dichtungsträger verwendete Innenringsegment 6 nicht nur über die Führungsnuten 15 mit den Lagerkörpern 4 verbunden, sondern gleichzeitig mit den Tellern 21, 22 der Leitschaukeln 3. Das bedeutet, dass beim Auffädeln des Dichtungsträgers auf die Lagerkörper 4 durchdringen die Führungsvorsprünge 19 oder Haken des Dichtungsträgers auch die Zapfennut 12, die in den Teller oder dem Lagerzapfen 11 der Leitschaukel 3 eingedreht wurde. Damit ist der Dichtungsträger radial mit dem Lagerzapfen 11 der Leitschaukel 3 verbunden und wird in seiner radialen Lage so über die Leitschaukel 3 vom Außengehäuse (in der Regel dem Splitcase) geführt und gesteuert. Der Dichtungsträger muss somit nicht mehr zwingend ein Halbring sein, sondern kann auch in kleinere Segmente geteilt werden, die somit weniger Cording aufweisen.

Bezugszeichenliste:

[0041]

- | | |
|---|-------------------|
| 1 | Strömungsmaschine |
| 2 | Leitschaukelkranz |
| 3 | Leitschaukel |
| 4 | Lagerkörper |
| 5 | Innenring |
| 6 | Innenringsegment |
| 7 | Abstand |
| 8 | Rotorkomponente |
| 9 | Innenringfirm |

- | | |
|-------|--------------------|
| 10 | Dichtungskörper |
| 11 | Lagerzapfen |
| 12 | Zapfennut |
| 13 | Zapfenradius |
| 5 14 | Zapfennutradius |
| 15 | Führungsnuten |
| 16 | Führungsstift |
| 17 | Bohrung |
| 18 | Führungskanal |
| 10 19 | Führungsvorsprünge |
| 20 | Lagerbuchse |
| 21 | Äußerer Teller |
| 22 | Innerer Teller |
| P1 | Verfahrensschritt |
| 15 P2 | Verfahrensschritt |
| P3 | Verfahrensschritt |

Patentansprüche

1. Leitschaukelkranz (2) für eine Strömungsmaschine (1), aufweisend zumindest eine Leitschaukel (3), zumindest einen Lagerkörper und zumindest zwei Innenringsegmente (6), wobei

- die Leitschaukel (3) einen Lagerzapfen (11) aufweist, der formschlüssig in einer Lagerbuchse (20) des zumindest einen Lagerkörpers (4) angeordnet ist,
- die zumindest zwei Innenringsegmente (6) an ihren jeweiligen Außenradiusflächen, einen entlang einer Umlaufrichtung des Leitschaukelkranzes (2) verlaufenden Führungskanal (18) zur Aufnahme der Lagerkörper (4) aufweisen, in den zumindest zwei gegenüberliegende und entlang der Umlaufrichtung des Leitschaukelkranzes (2) verlaufende Führungsvorsprünge (19) der Innenringsegmente (6) ragen, und
- der Lagerkörper (4) in dem Führungskanal (18) der Innenringsegmente (6) angeordnet ist, und die zumindest zwei Führungsvorsprünge (19) der Innenringsegmente (6) in zumindest zwei Führungsnuten (15) des Lagerkörpers (4) greifen bzw. diese durchgreifen,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Lagerzapfen (11) der Leitschaukel (3) zumindest eine Zapfennut (12) aufweist in welche zumindest einer der Führungsvorsprünge (19) des Innenringsegments (6) greift.

2. Leitschaukelkranz (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zapfennut (12) um eine Lagerzapfenlängsachse des Lagerzapfens (11) verläuft.
3. Leitschaukelkranz (2) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Zapfennutradius (14) des

Lagerzapfens (11) in einem Längsbereich der jeweiligen Zapfennut (12) höchstens halb so groß ist, wie ein Zapfenradius (13) außerhalb der Zapfennut (12).

4. Leitschaukelkranz (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lagerzapfen (11) einen inneren Leitschaufelteller (22) und einen äußeren Leitschaufelteller (21) aufweist, welche durch die Zapfennut (12) getrennt sind. 5
10
5. Leitschaukelkranz (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lagerzapfen (11) an einem axialen Lagerzapfenende eine parallel zur der Lagerzapfenlängsachse verlaufende Bohrung (17) aufweist, welche einen Stift des Lagerkörpers (4) aufnimmt. 15
6. Leitschaukelkranz (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenringsegmente (6) einen Mittelpunktswinkel von 30 Grad, 45 Grad, 60 Grad, 90 Grad oder 180 Grad aufweisen. 20
7. Leitschaukelkranz (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lagerkörper zumindest teilweise aus Metall und/oder einem Carbon bestehen. 25
8. Leitschaukelkranz (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Innenradien der Innenringsegmente (6) Dichtungskörper (10) angeordnet sind. 30
9. Strömungsmaschine (1) aufweisend zumindest einen Leitschaukelkranz (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 35
10. Verfahren zum Montieren eines Leitschaukelkranzes (2) für eine Strömungsmaschine (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, umfassend folgende Schritte: 40
 - Formschlüssiges Anordnen eines Lagerzapfens (11) einer Leitschaukel (3) in einer Lagerbuchse (20) eines Lagerkörpers (4); 45
 - Auffädeln des Lagerkörpers (4) in einen, an einer Außenradiusfläche eines Innenringsegments (6) entlang einer Umlaufrichtung des Leitschaukelkranzes (2) verlaufenden Führungskanals (18), wobei zumindest zwei gegenüberliegende und entlang der Umlaufrichtung des Leitschaukelkranzes (2) verlaufende und in den Führungskanal (18) ragende Führungsvorsprünge (19) des Innenringsegments (6) in zumindest zwei Führungsnuten (15) des Lagerkörpers (4) geführt werden, 50
 - die zumindest zwei Führungsvorsprünge (19) des Innenringsegments (6) in eine Zapfennut 55

(12) des Lagerzapfens (11) der Leitschaukel (3) geführt werden; und
- die Innenringsegmente (6) aneinander zu einem Innenring (5) angeordnet werden.

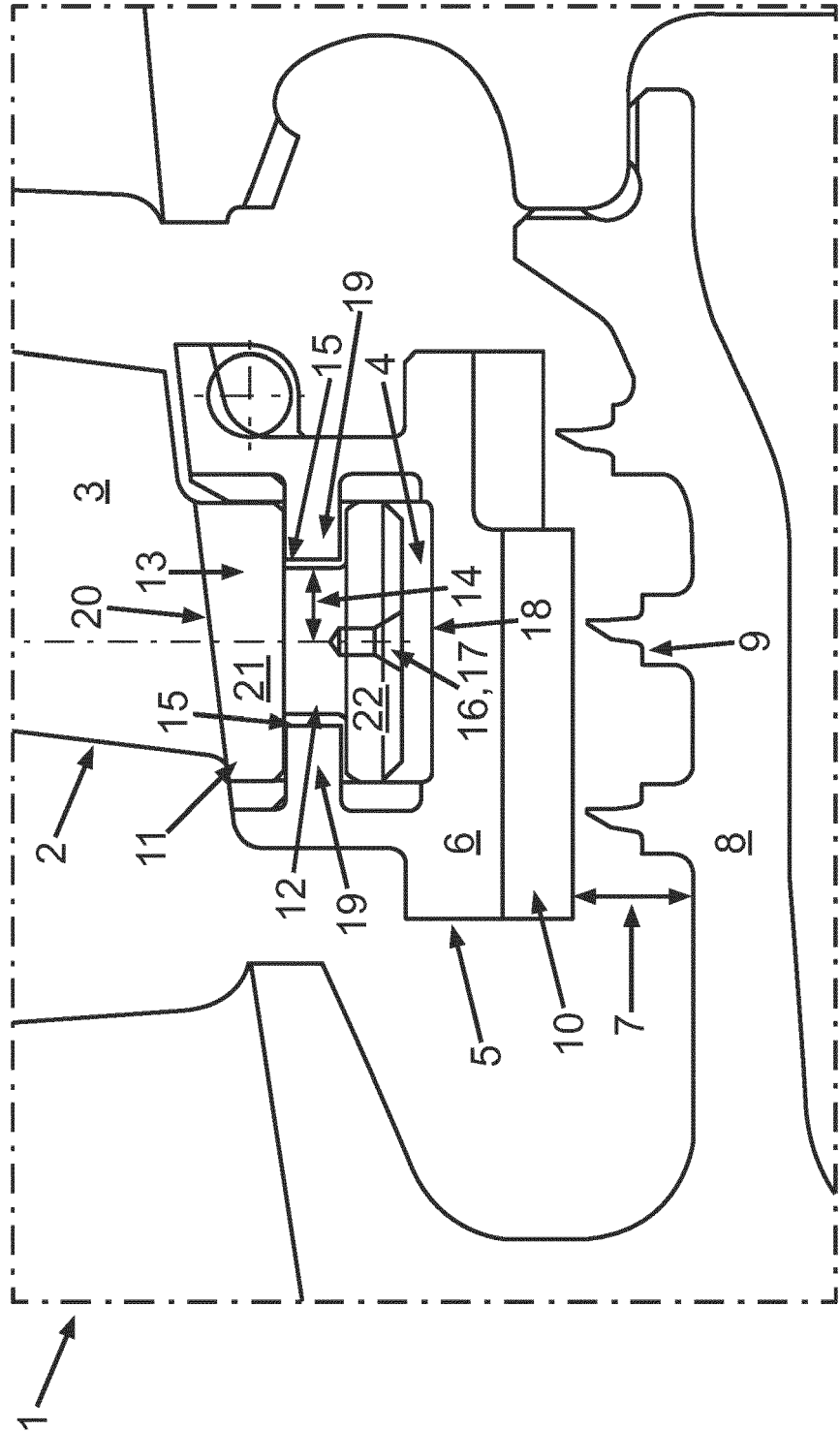


Fig. 1

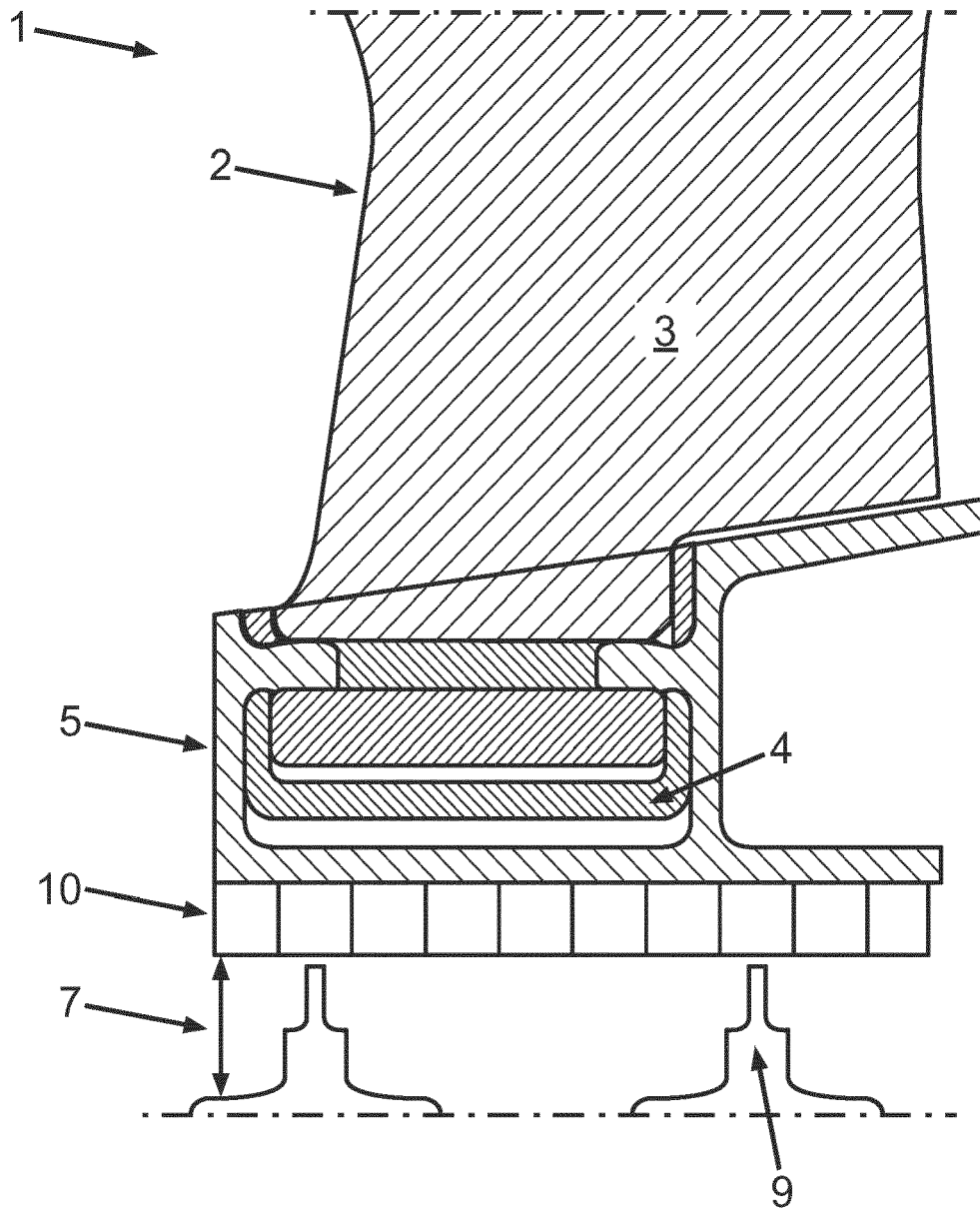


Fig.2

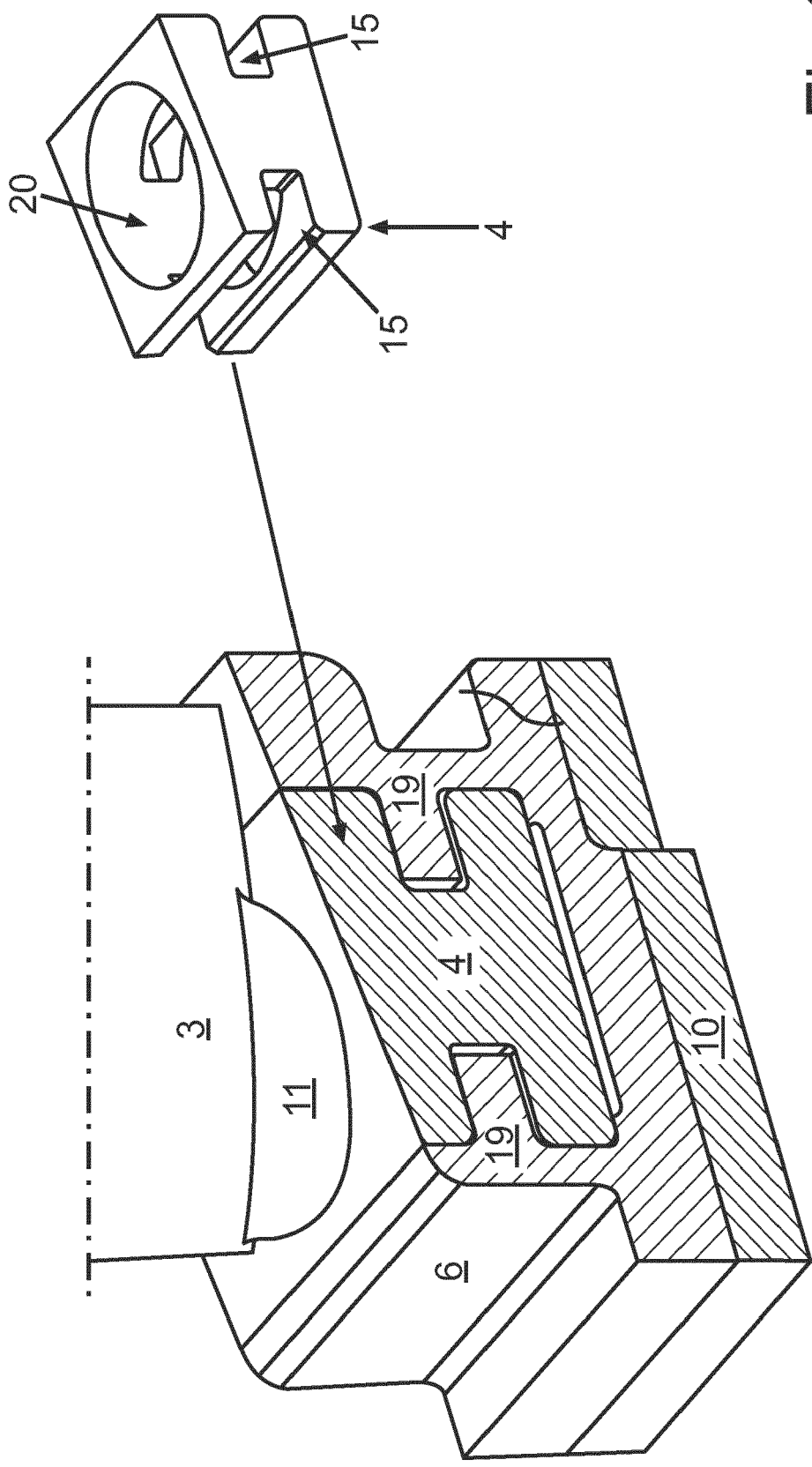


Fig.3

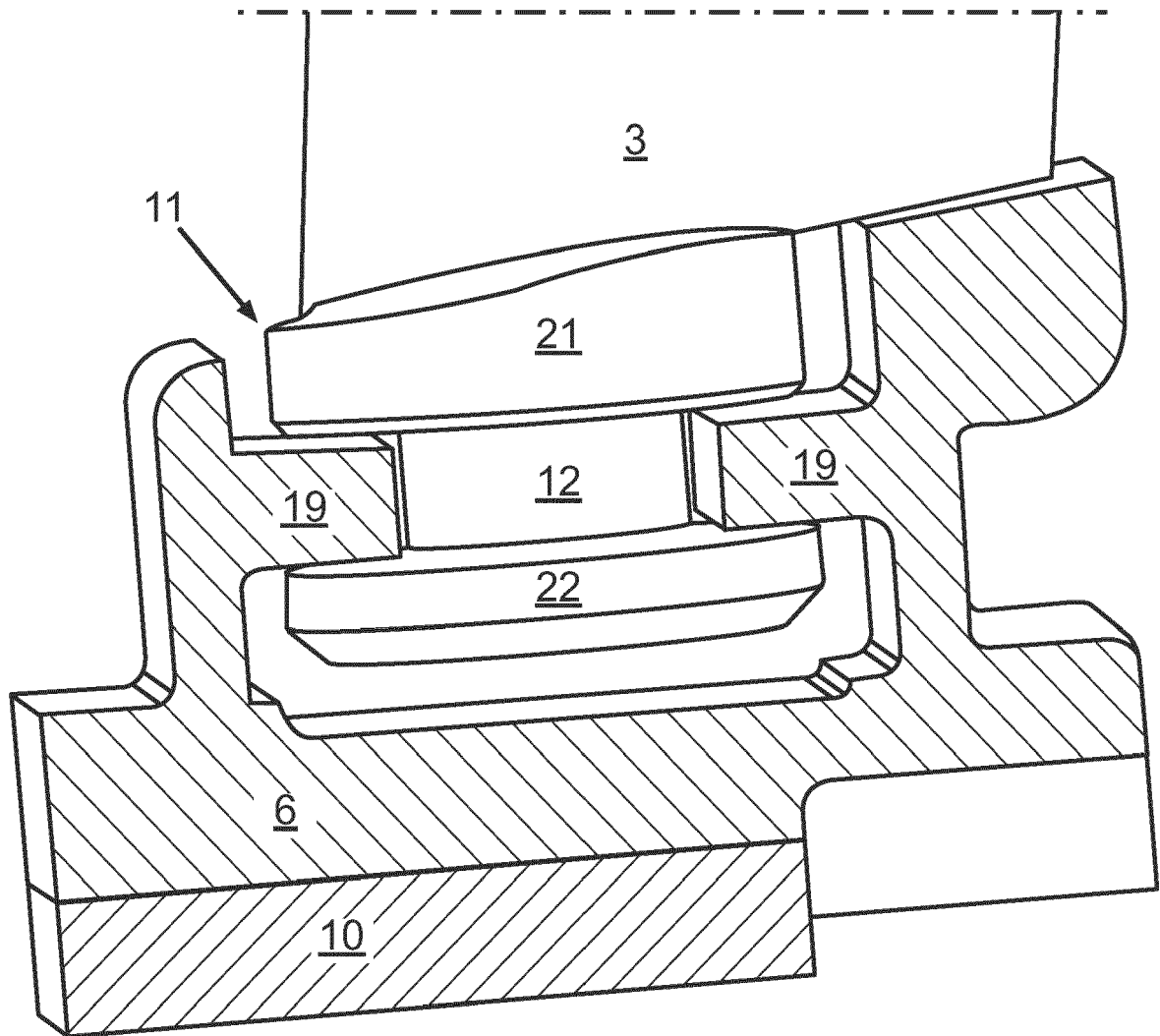


Fig.4

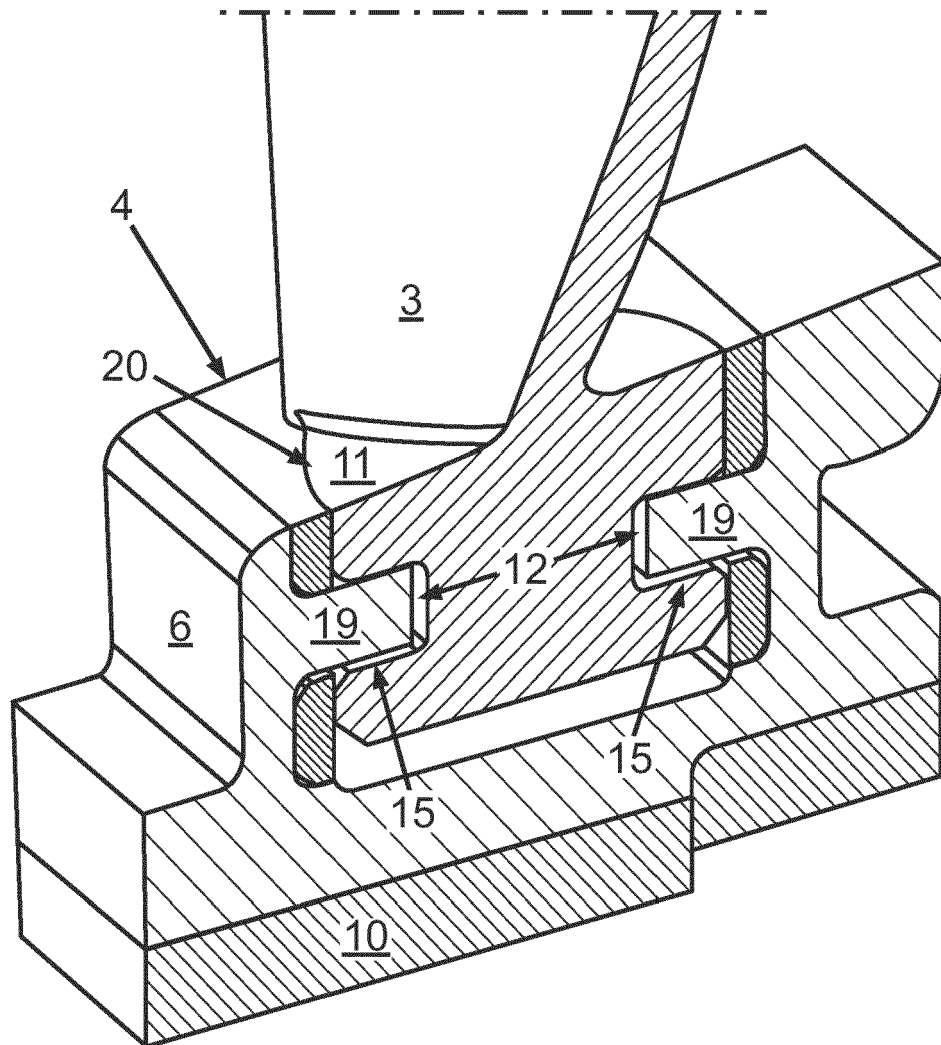


Fig.5

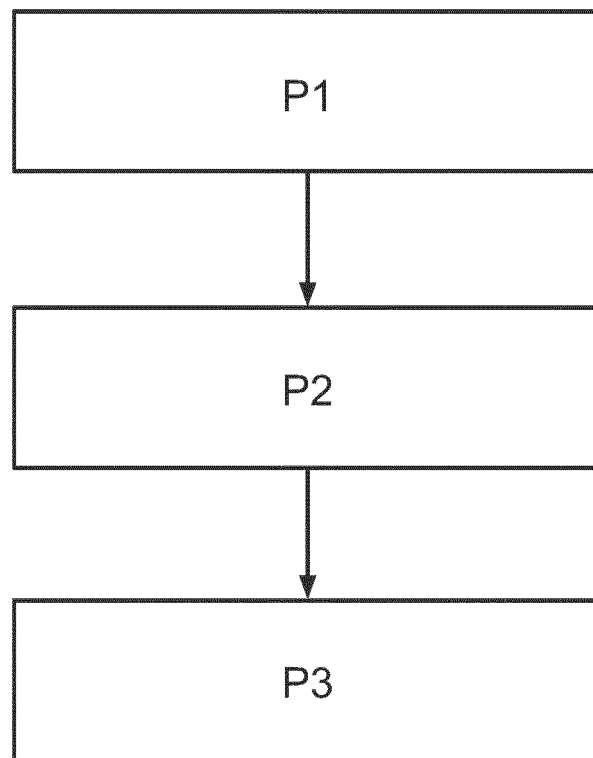


Fig.6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 18 8200

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	FR 2 775 731 A1 (SNECMA [FR]) 10. September 1999 (1999-09-10) * Seite 4, Zeile 20 - Seite 6, Zeile 16; Abbildungen 1-3 *	1-4, 6-9	INV. F01D5/30 F01D9/04 F01D17/16
X	EP 2 093 380 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 26. August 2009 (2009-08-26) * Absätze [0017], [0018], [0022], [0024], [0034]; Abbildungen 2, 4, 6 *	1-4, 6-9	
A	EP 3 170 987 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 24. Mai 2017 (2017-05-24) * Absätze [0036] - [0041]; Abbildungen 2, 3 *	1-10	
A	EP 0 696 675 A1 (SNECMA [FR]) 14. Februar 1996 (1996-02-14) * Abbildung 5 *	1-10	
A	EP 1 586 744 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 19. Oktober 2005 (2005-10-19) * Absätze [0014] - [0026]; Abbildung 3 *	1-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A, D	EP 2 696 041 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 12. Februar 2014 (2014-02-12) * Absätze [0027] - [0030]; Abbildungen 1-3 *	1-10	F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. November 2022	Prüfer Teusch, Reinhold
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 22 18 8200

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

16-11-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	FR 2775731	A1	10-09-1999	CA	2263255 A1	05-09-1999
				DE	69900004 T2	01-03-2001
				EP	0947668 A1	06-10-1999
				FR	2775731 A1	10-09-1999
				JP	3877032 B2	07-02-2007
				JP	H11315702 A	16-11-1999
				US	6129512 A	10-10-2000

20	EP 2093380	A2	26-08-2009	EP	2093380 A2	26-08-2009
				US	2009208338 A1	20-08-2009

	EP 3170987	A1	24-05-2017	KEINE		

25	EP 0696675	A1	14-02-1996	DE	69505074 T2	11-03-1999
				EP	0696675 A1	14-02-1996
				FR	2723614 A1	16-02-1996
				US	5636968 A	10-06-1997

30	EP 1586744	A2	19-10-2005	CA	2503930 A1	14-10-2005
				EP	1586744 A2	19-10-2005
				JP	4920198 B2	18-04-2012
				JP	2005299667 A	27-10-2005
				US	2005232756 A1	20-10-2005

35	EP 2696041	A1	12-02-2014	EP	2696041 A1	12-02-2014
				US	2014044526 A1	13-02-2014

40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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 2696041 A1 **[0006]**
- US 20140044526 A1 **[0007]**
- US 9605549 B2 **[0008]**
- EP 3315728 A1 **[0009]**
- US 10494944 B2 **[0010]**
- US 8858165 B2 **[0011]**
- US 6210106 B1 **[0012]**
- US 20160376900 A1 **[0013]**