

(19)



(11)

EP 3 327 257 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.05.2018 Patentblatt 2018/22

(51) Int Cl.:
F01D 17/16^(2006.01) F04D 29/56^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17202362.4**

(22) Anmeldetag: **17.11.2017**

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

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG**
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)

(72) Erfinder: **SCHMIDTKE, Sabrina**
10317 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Maikowski & Ninnemann**
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Postfach 15 09 20
10671 Berlin (DE)

(30) Priorität: **23.11.2016 DE 102016122639**

(54) LEITSCHAUFELBAUGRUPPE MIT AUSGLEICHSEINRICHTUNG

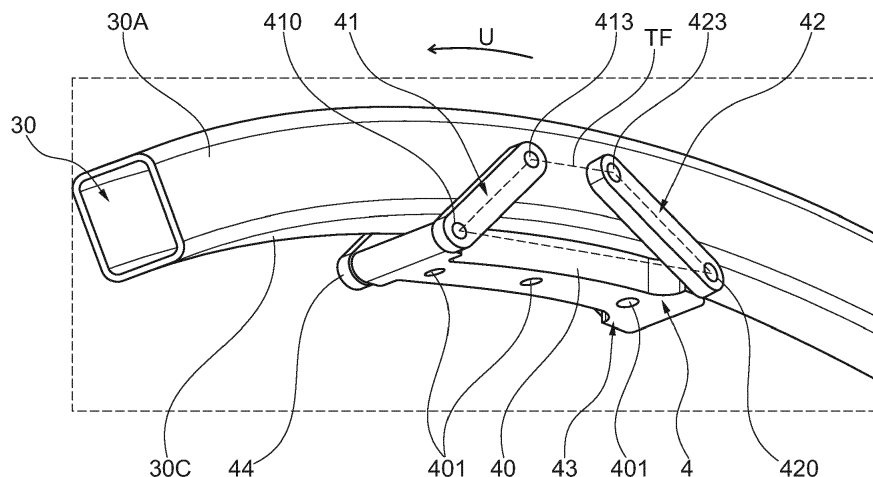
(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Leitschaukelbaugruppe (L), mit wenigstens einer Leitschaukelreihe (13a - 13c) und einem sich entlang einer Umfangsrichtung (U) um eine Mittelachse (M) erstreckenden Gehäuse (1) für die wenigstens eine Leitschaukelreihe (13a

- 13c), wobei die wenigstens eine Leitschaukelreihe (13a - 13c) mehrere Leitschaukeln (11) umfasst, die jeweils mittels einer Verstelleinrichtung (3) der Leitschaukelbaugruppe (L) verstellbar an dem Gehäuse (1) gelagert sind, und wobei

- die Verstelleinrichtung (3) mindestens ein Verstellelement (30) zur Verstellung der Leitschaukeln (11) umfasst, das zu einer Außenseite des Gehäuses (1), bezüglich der Mittelachse (M), radial beabstandet ist, und

- eine Ausgleichseinrichtung (4) vorgesehen ist, über die ein radialer Abstand (a) des Verstellelements (30) zu der Außenseite des Gehäuses (1) vorgegeben ist und die unterschiedliche Wärmeausdehnungen des Verstellelements (30) einerseits und des Gehäuses (1) andererseits zumindest teilweise kompensiert,

Erfindungsgemäß weist die Ausgleichseinrichtung (4) ein zwischen dem Verstellelement (30) und der Außenseite des Gehäuses (1) angeordnetes Ausgleichselement (40) auf, welches über wenigstens ein an dem Verstellelement (30) angelenktes Verbindungselement (41 - 44) der Ausgleichseinrichtung (4) mit dem Verstellelement (30) verbunden ist, wobei das wenigstens eine Verbindungselement (41 - 44) an dem Ausgleichselement (40) angelenkt ist.

**Fig. 1A****EP 3 327 257 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft insbesondere eine Leitschaufelbaugruppe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Es ist allgemein bekannt, in Triebwerken, zum Beispiel Turbomaschinen und insbesondere Gasturbinentriebwerken verstellbare Leitschaufeln für die Beeinflussung der Strömung in Abhängigkeit von der Drehzahl rotierender Laufschaufeln vorzusehen. Insbesondere bei Gasturbinentriebwerken werden üblicherweise verstellbare Leitschaufeln im Bereich des Verdichters eingesetzt, wobei die Leitschaufeln in Abhängigkeit der Verdichterdrehzahl verstellt werden. Die verstellbaren Leitschaufeln werden hierbei in der englischen Fachsprache als *variable stator vanes* kurz "VSV" bezeichnet.

[0003] Die verstellbaren Leitschaufeln sind hier üblicherweise Bestandteil einer Leitschaufelreihe und innerhalb eines Gehäuses angeordnet, in dem auch die rotierenden Laufschaufeln angeordnet sind. Die einzelnen Leitschaufeln sind dabei in der Praxis jeweils über einen Lagerzapfen verstellbar an dem Gehäuse gelagert. Innerhalb des Gehäuses ist üblicherweise eine drehbare Lagerung einer Leitschaufel an einer Nabe, z.B. eines Verdichters, vorgesehen. An dem Gehäuse ist jeder Lagerzapfen drehbar in einer zugehörigen Lageröffnung in der Wandung des Gehäuses gelagert. Dabei durchgreift der Lagerzapfen diese Lageröffnung entlang einer Erstreckungsrichtung des Lagerzapfens, sodass ein Ende des Lagerzapfens an einer Außenseite des Gehäuses zugänglich ist, um durch Drehung des Lagerzapfens die entsprechende Leitschaufel verstellen zu können.

[0004] Hierbei greift üblicherweise jeweils ein Hebel an einem Zapfenende an, der an einem Verstellelement in Form eines Verstellrings eines Verstellmechanismus befestigt ist, um durch Verstellung des Verstellelements und mehrerer hieran angelenkter Hebel gleichzeitig mehrere Leitschaufeln zu verstellen. Eine solche, gattungsgemäße Leitschaufelbaugruppe mit verstellbaren Leitschaufeln für einen Verdichter eines Gasturbinentriebwerks zeigt beispielsweise die US 9,309,778 B2. Die Lagerzapfen der Leitschaufeln, die häufig auch als Spindeln bezeichnet werden, sind in der Praxis in radial vorstehenden, hülsenförmigen Lagerfortsätzen des Gehäuses vorgesehen. Diese Lagerfortsätze sind an einer Wandung des Gehäuses ausgeformt und stellen die drehbare Lagerung und Abstützung der Lagerzapfen sicher.

[0005] Das wenigstens eine Verstellelement der für die Verstellung der Leitschaufeln vorgesehenen Verstelleinrichtung stützt sich üblicherweise an einer Außenseite des Gehäuses ab und ist relativ hierzu in Umfangsrichtung verstellbar, um eine Drehung der Leitschaufeln um ihre jeweilige Drehachse zu bewirken. Um das Verstellelement dabei in einem definierten radialen Abstand zur Außenseite des Gehäuses zu halten, ist es bekannt, eine oder mehrere Ausgleichseinrichtungen vorzusehen. Eine Ausgleichseinrichtung ist hierbei vor allem dazu vorgesehen, um beim Betrieb eines Triebwerks, in dem sich das Gehäuse, in Abhängigkeit des Zyklus, stärker als das Verstellelement erwärmt, zu vermeiden, dass das Gehäuse das Verstellelement radial nach außen verlagert und hierdurch die Verstellgenauigkeit des Verstellelements reduziert wird oder sogar ein Verformen oder ein Verklemmen des Verstellelements auftritt. Über eine Ausgleichseinrichtung ist ein radialer Abstand des Verstellelements zu der Außenseite des Gehäuses vorgegeben und es werden unterschiedliche Wärmeausdehnungen des Verstellelements einerseits und des Gehäuses andererseits kompensiert, um das Verstellelement in einer definierten Lage relativ zu dem Gehäuse zu halten, z.B. ein ringförmiges Verstellelement bezüglich des Gehäuses zentriert zu halten. Hierfür sind beispielsweise sind mehrere Ausgleichseinrichtungen entlang der Umfangsrichtung verteilt angeordnet, um das Verstellelement an unterschiedlichen Stellen gegen das Gehäuse abzustützen und zu diesem zu zentrieren.

[0006] Aus der DE 10 2014 219 552 A1 ist beispielsweise eine Ausgleichseinrichtung mit einem Abstandshalter bekannt, der in einem Ausgleichselement in Form einer Buchse gehalten ist. Diese Buchse weist einen höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten auf als das Verstellelement und deren Abstandshalter, über den sich das Verstellelement an einer Außenseite des Gehäuses abstützen kann. Im Betrieb des Triebwerks erwärmen sich sowohl das Gehäuse der Leitschaufelbaugruppe als auch die als Ausgleichselement fungierende Buchse und das Verstellelement. Die Wärmeausdehnung der Buchse führt hierbei zu einer Verlagerung des hieran befestigten Abstandshalter radial nach außen, während die Wärmeausdehnung des Verstellelements und des Abstandshalters zu einer Verlagerung radial nach innen führen. Durch den höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten der Buchse erfolgt im Ergebnis eine temperaturbedingte radiale Verlagerung des Abstandshalters nach außen, die im Wesentlichen mit der temperaturbedingt auftretenden radialen Dehnung des Gehäuses korrespondiert. Die unterschiedlichen Wärmeausdehnungen des Gehäuses und des Verstellelements werden dementsprechend im Wesentlichen ausgeglichen und ein radialer Abstand zwischen dem Abstandshalter und der Außenseite des Gehäuses wird im Wesentlichen konstant gehalten. Auf diese Weise kann auch eine Zentrierung des Verstellelements zu dem Gehäuse im Betrieb des Triebwerks aufrechterhalten werden.

[0007] Bei der aus der DE 10 2014 219 552 A1 bekannten Leitschaufelbaugruppe ist jedoch die Montage der Ausgleichseinrichtung vergleichsweise aufwendig. Insbesondere muss der Abstandshalter relativ zu der Buchse und dem Verstellelement nahezu exakt positioniert werden, um die gewünschte Kompensation zu erreichen. Zudem ist die Buchse in eine Durchgangsbohrung des Verstellelements eingesetzt, sodass bei der Auslegung der einzelnen Komponenten der Ausgleichseinrichtung insbesondere aufwendig berücksichtigt werden muss, welche Wärmeübertragung sich zwischen dem Verstellelement und der hierin platzierten Buchse ergibt.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ausgehend von dem eingangs genannten Stand der Technik

eine verbesserte Leitschaukelbaugruppe bereitzustellen.

[0009] Diese Aufgabe wird mit einer Leitschaukelbaugruppe des Anspruchs 1 gelöst.

[0010] Erfindungsgemäß weist die Ausgleichseinrichtung der Leitschaukelbaugruppe hierbei ein zwischen dem Verstellelement und der Außenseite des Gehäuses angeordnetes Ausgleichselement auf, welches über wenigstens ein an dem Verstellelement angelenktes Verbindungselement der Ausgleichseinrichtung mit dem Verstellelement verbunden ist. Das Ausgleichselement, das eine Anlagefläche für die Anlage an der Außenseite des Gehäuses definiert, ist dabei in einer Ausführungsvariante über das Verbindungselement derart an dem Verstellelement gelagert, dass bei einer Wärmeausdehnung des Ausgleichselements eine radiale Verlagerung der Anlagefläche bezüglich des Verstellelements auftritt. Diese temperaturbedingt auftretende radiale Verlagerung kann eine gegenüber dem Verstellelement größere, temperaturbedingte radiale Ausdehnung des Gehäuses kompensieren, also bewirken, dass ein radialer Abstand des Ausgleichselements zu der Außenseite des Gehäuses im Wesentlichen beibehalten wird und sich auch bei Erwärmung der Leitschaukelbaugruppe ein definierter (veränderter) radialer Abstand zwischen dem Verstellelement und dem Gehäuse einstellt, über den eine vorgegebene Relativlage des Verstellelements zu dem Gehäuse aufrechterhalten wird - z.B. das Verstellelement zu dem Gehäuse zentriert bleibt.

[0011] Bei der erfindungsgemäßen Lösung führt somit eine Temperaturerhöhung somit zu einer stärkeren Ausdehnung des Ausgleichselements als des Verbindungselements, über das das Ausgleichselement mit dem Verstellelement verbunden ist. Dies kann z.B. dadurch erreicht werden, dass das Ausgleichselement einen höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist als das wenigstens eine Verbindungselement. Insbesondere wenn das Verbindungselement und das Ausgleichselement aus einem Material mit (weitestgehend) identischen Wärmeausdehnungskoeffizienten oder aus demselben Material gefertigt sind, kann in einer Variante vorgesehen sein, dass das mindestens eine Ausgleichselement aufgrund seiner Abmessungen und Anordnung nahe des Gehäuses (im Vergleich zu dem Verbindungselement) im Betrieb des Triebwerks eine gegenüber dem Verbindungselement stärkere temperaturbedingte Erwärmung erfährt als das Verbindungselement. Beispielsweise ist das Verbindungselement kürzer und/oder schmaler ausgebildet als das Ausgleichselement, sodass eine Temperaturänderung in der Umgebung des Gehäuses auf das Verbindungselement hinsichtlich einer sich ändernden Ausdehnung weniger Einfluss hat als auf das Ausgleichselement.

[0012] Für die Verlagerbarkeit des Ausgleichselements relativ zu dem Verstellelement bei einer Erwärmung oder Abkühlung des Ausgleichselements ist das wenigstens eine Verbindungselement ebenfalls an dem Ausgleichselement angelenkt. Das wenigstens eine Verbindungselement kann hebelartig ausgestaltet und mit einem Hebelende an dem Verstellelement angelenkt sein. Bei einer hebelartigen Ausgestaltung des wenigstens einen Verbindungselements kann ein Hebelende des Verbindungselements an dem Verstellelement angelenkt sein und ein anderes Hebelende des Verbindungselements an dem Ausgleichselement angelenkt sein.

[0013] Beispielsweise ist das Ausgleichselement derart mit dem wenigstens einen Verbindungselement gekoppelt und hierüber mit dem Verstellelement verbunden, dass sich bei einer temperaturbedingten Dehnung des Ausgleichselements entlang der Umfangsrichtung ein radialer Abstand zwischen dem Ausgleichselement und dem Verstellelement ändert. Beispielsweise kann sich bei einer Dehnung des Ausgleichselements (thermische Expansion) der radiale Abstand verkleinern und bei einer temperaturbedingten Schrumpfung (thermische Kontraktion) der radiale Abstand vergrößern.

[0014] Grundsätzlich kann das Ausgleichselement geometrisch unterschiedlich ausgestaltet sein. In einer Ausführungsvariante ist es längserstreckt ausgebildet und weist eine Längserstreckung entlang der Umfangsrichtung auf. In diesem Zusammenhang kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Ausgleichselement stabförmig ist.

[0015] Grundsätzlich kann das Ausgleichselement über ein einzelnes Verbindungselement, das an dem Verstellelement angelenkt ist, mit dem Verstellelement verbunden sein, während es zum Beispiel an einer weiteren Stelle starr an dem Verstellelement fixiert ist, gegebenenfalls über eine weitere Komponente. In einem Ausführungsbeispiel werden jedoch demgegenüber mindestens zwei Verbindungselemente für die Verbindung des Ausgleichselements mit dem Verstellelement vorgesehen, die an entlang der Umfangsrichtung zueinander beabstandeten Stellen an dem Verstellelement angelenkt sind. Das Ausgleichselement ist hier dementsprechend über mindestens zwei Verbindungselemente an dem Verstellelement der Verstelleinrichtung gelagert, sodass durch eine Wärmeausdehnung des Ausgleichselements Schwenkbewegungen der Verbindungselemente verursacht werden, die wiederum zu einer radialen Verlagerung des Ausgleichselements führen. Die Anlenkung der beiden Verbindungselemente und ihre Verbindung mit dem Ausgleichselement ist hierbei beispielsweise derart, dass bei einer Wärmeausdehnung des Ausgleichselements die zwei Verbindungselemente um verschiedene Schwenkachse an dem Verstellelement verschwenkt werden, und zwar in zueinander entgegengesetzte Schwenkrichtungen (bei vorzugsweise im Wesentlichen parallelem Verlauf der beiden Schwenkachsen).

[0016] Bei einer hierauf basierenden Ausführungsvariante ist beispielsweise vorgesehen, dass die mindestens zwei Verbindungselemente mit dem Verstellelement und dem Ausgleichselement derart verbunden sind, dass sich ein Abschnitt des Verstellelements, an dem zwei Verbindungselemente (der mindestens zwei Verbindungselemente) angelenkt sind, diese zwei Verbindungselemente und das Ausgleichselement entlang der Mittelachse betrachtet an Kanten einer virtuellen Trapezkontur entlang erstrecken. Die vorstehend genannten Abschnitte und Elemente sind somit in einer Ansicht entlang der Mittelachse betrachtet trapezförmig angeordnet. Hierbei erstreckt sich dann beispielsweise das

Ausgleichselement entlang einer Basis der virtuellen Trapezkontur und die zwei Verbindungselemente erstrecken sich entlang zweier Schenkel der virtuellen Trapezkontur. Der Verstellelementabschnitt, an dem die zwei Verbindungselemente angelenkt sind, definiert wiederum die gegenüber der Basis kürzere Grundseite der virtuellen Trapezkontur, die parallel zu der Basis verläuft und die über die zwei hierzu abgewinkelt verlaufenden Schenkel mit der Basis verbunden ist. In dieser Konfiguration wird durch Anlenkung der Verbindungselemente an dem Verstellelement einerseits und an dem Ausgleichselement andererseits infolge einer Wärmeausdehnung des Ausgleichselements, das gegebenenfalls auf der Außenseite des Gehäuses aufliegt, die Trapezkontur gestaucht und folglich ein radialer Abstand des Ausgleichselements zu dem Verstellelement reduziert. Dieser veränderte radiale Abstand zwischen dem Verstellelement und dem Ausgleichselement kompensiert im Wesentlichen eine radiale Wärmeausdehnung des Gehäuses in Richtung des sich temperaturbedingt ebenfalls, jedoch geringer radial nach außen ausdehnenden Verstellelements, sodass die Relativlage des Ausgleichselements zu der Außenseite des Gehäuses im Wesentlichen unverändert bleibt, auch wenn sich temperaturbedingt das Gehäuse und das Verstellelement unterschiedlich stark ausdehnen.

[0017] Die virtuelle Trapezkontur, entlang der sich insbesondere die zwei Verbindungselemente und das Ausgleichselement in einer Ausführungsvariante erstrecken, kann der Kontur eines gleichschenkeligen Trapezes entsprechen. Die beiden Verbindungselemente erstrecken sich somit - als Schenkel der Trapezkontur - mit einer identischen wirksamen Länge zwischen zwei Verbindungsstellen an dem Verstellelement einerseits und dem Ausgleichselement andererseits und erstrecken sich zu dem Ausgleichselement unter identischen Innenwinkeln.

[0018] In einer Ausführungsvariante ist das Ausgleichselement über vier Verbindungselemente mit dem Verstellelement verbunden, die jeweils an dem Verstellelement angelenkt sind und paarweise einander gegenüberliegend an zwei Seiten des Verstellelements angeordnet sind, die bezogen auf die Mittelachse voneinander abgewandt sind. Beispielsweise befindet sich ein erstes Paar Verbindungselemente an einem ersten Ende des Ausgleichselements, während sich ein weiteres, zweites Paar von Verbindungselementen an einem entlang der Umfangsrichtung beabstandeten Ende des Ausgleichselements befindet. Die zwei Verbindungselemente eines Paares von Verbindungselementen sind dann beispielsweise an dem Verstellelement einander gegenüberliegend an zwei voneinander abgewandten (axialen vorderen und hinteren) Stirnseiten eines im Querschnitt rechteckförmigen oder kreisförmigen Verstellelements angeordnet. Die vorstehend erläuterte Ausführungsvariante ist hierbei unabhängig von einer Querschnittsform des Ausgleichselements oder des Verstellelements.

[0019] Das Verstellelement kann grundsätzlich z.B. rohrförmig oder hülsenförmig oder als Vollwelle ausgebildet sein und/oder einen rechteckförmigen oder kreisförmigen Querschnitt aufweisen.

[0020] Grundsätzlich kann sich das Verstellelement über die Ausgleichseinrichtung und insbesondere das Ausgleichselement der Ausgleichseinrichtung an der Außenseite des Gehäuses abstützen. Es kann jedoch natürlich auch bestimmte (Betriebs-) Zyklen des Triebwerks geben, in denen ein kleiner radialer Abstand zwischen dem Ausgleichselement und dem Gehäuse entsteht (insbesondere wenn das Verstellelement eine höhere Temperatur aufweist als das Gehäuse).

[0021] Alternativ oder ergänzend können mehrere entlang der Umfangsrichtung zueinander beabstandete, jeweils mit dem Verstellelement gekoppelte Ausgleichseinrichtungen vorgesehen sein. Bei mehreren Ausgleichseinrichtungen einer Leitschaukelbaugruppe können diese insbesondere einer Zentrierung des Verstellelements bezüglich des Gehäuses dienen, an dem die Leitschaukeln verstellbar gelagert sind. Durch die entlang des Umfangs verteilt angeordneten Ausgleichseinrichtungen, bei denen jeweils wenigstens ein an dem Verstellelement angelenktes Verbindungselement und ein Ausgleichselement (z.B. mit im Vergleich zu dem wenigstens einen Verbindungselement höherem Wärmeausdehnungskoeffizienten) vorgesehen sind, kann bei einer temperaturbedingten unterschiedlichen Wärmeausdehnung des Verstellelements einerseits und des Gehäuses andererseits erreicht werden, dass das Verbindungselement bezüglich des Gehäuses zentriert verbleibt. Eine Verstellbarkeit der Leitschaukeln mittels des Verstellelements und insbesondere eine durch die Verstelleinrichtung erzielbare Verstellgenauigkeit wird damit durch die unterschiedlich großen Wärmeausdehnungen (bei gleicher Temperaturveränderung) nicht oder nicht nennenswert beeinträchtigt.

[0022] In einem Ausführungsbeispiel ist an dem Ausgleichselement mindestens ein separates Gleitelement befestigt, das eine Gleitfläche zur Anlage an der Außenseite des Gehäuses aufweist. Über die Gleitfläche des Gleitelements ist hierbei zum Beispiel eine reibungsreduzierte Anlage des Ausgleichselements an dem Gehäuse gegeben, sodass das Ausgleichselement über das Gleitelement gleitend an dem Gehäuse anliegen kann. Das Ausgleichselement ist derart bei einer temperaturbedingten Dehnung des Ausgleichselements und/oder einer Verstellung des Verstellelements unter Überwindung einer vergleichsweise geringen Haftreibung (in Relation zu einer direkten Anlage des Ausgleichselements selbst an dem Gehäuse) relativ zu dem Gehäuse verlagerbar. Alternativ oder ergänzend kann vorgesehen sein, dass das mindestens eine separate Gleitelement mit einem Fixierungsabschnitt in eine Bohrung des Ausgleichselements eingesteckt ist. Ein solcher Fixierungsabschnitt für die Verbindung des Gleitelements mit dem Ausgleichselement weist beispielsweise Mittel für die formschlüssige und kraftschlüssige Fixierung in der Bohrung des Ausgleichselements auf. In einer Weiterbildung sind hierfür beispielsweise radial vorstehende Raststege oder Rastlamellen an dem Fixierungsabschnitt des Gleitelements vorgesehen. Derart kann das Gleitelement mit seinem Fixierungsabschnitt problemlos in die Bohrung des Ausgleichselements eingesteckt werden und ist hierin durch das Einstecken automatisch verliersicher arretiert.

[0023] Das Verstellelement kann als einteiliger oder mehrteiliger Verstellring ausgebildet und/oder ringsegment- oder ringförmig ausgebildet sein. Wie einleitend bereits erläutert, handelt es sich üblicherweise bei einem Verstellelement für eine Leitschaukelbaugruppe, mittels dem die Leitschaukeln um ihre radiale Drehachse drehbar sind, um ein sich umfangsseitig erstreckendes und an dem Gehäuse verlagerbar gehaltenes einteiliges oder mehrteiliges Verstellelement in Form eines Verstellrings. Ein solcher Verstellring kann bei einer Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Leitschaukelbaugruppe über wenigstens eine Ausgleichseinrichtung oder mehrere entlang des Umfangs verteilt angeordnete Ausgleichseinrichtungen bezüglich des Gehäuses zentriert sein und hierüber bei einer Temperaturerhöhung zentriert bezüglich des Gehäuses gehalten werden.

[0024] Beispielsweise ist das Ausgleichselement zumindest teilweise aus Magnesium hergestellt respektive weist das Ausgleichselement Magnesium als Herstellungsmaterial auf. Alternativ oder ergänzend kann das wenigstens eine Verbindungselement zumindest teilweise aus Titan, insbesondere einer Titanlegierung hergestellt sein respektive weist das Verbindungselement als Herstellungsmaterial zumindest teilweise Titan insbesondere eine Titanlegierung auf.

[0025] Mit der erfindungsgemäßen Lösung kann ein Triebwerk, insbesondere ein Gasturbinentriebwerk, mit wenigstens einer erfindungsgemäßen Leitschaukelbaugruppe bereitgestellt werden, das eine verbesserte Kompensation temperaturbedingt auftretender und unterschiedlicher Wärmeausdehnungen eines Verstellelements für die Verstellung von Leitschaukeln einerseits und einem Gehäuse für die Lagerung der Leitschaukeln andererseits ermöglicht.

[0026] Die beigefügten Figuren veranschaulichen exemplarisch mögliche Ausführungsvarianten der erfindungsgemäßen Lösung.

[0027] Hierbei zeigen:

Figuren 1A - 1D in unterschiedlichen Ansichten und jeweils ausschnittsweise eine Ausgleichseinrichtung einer Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Leitschaukelbaugruppe mit einem Verstellelement zur Verstellung von Leitschaukeln der Leitschaukelreihe;

Figuren 2A-2B verschiedene perspektivische Ansichten der Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Leitschaukelbaugruppe, mit dem Verstellelement und der Ausgleichseinrichtung in einem an ein Gehäuse der Leitschaukelbaugruppe montierten Zustand (ohne Darstellung der Leitschaukeln);

Figur 3A ausschnittsweise und in vergrößerter geschnittener Ansicht ein Ausgleichselement der Ausgleichseinrichtung mit einem hieran befestigten Gleitelement zur Anlage an einer Außenseite des Gehäuses;

Figur 3B in perspektivischer Ansicht das Gleitelement der Figur 3A in Einzeldarstellung;

Figur 4 ausschnittsweise und in perspektivischer Ansicht eine aus dem Stand der Technik bekannte Anordnung mit mehreren Leitschaukelbaugruppen mit je einer Leitschaukelreihe und mehreren Laufschaufelbaugruppen;

Figur 5 in Schnittdarstellung schematisch ein Gasturbinentriebwerk, in dem wenigstens eine erfindungsgemäße Leitschaukelbaugruppe Verwendung findet.

[0028] Die Figur 5 veranschaulicht schematisch und in Schnittdarstellung ein (Gasturbinen-) Triebwerk T, bei dem die einzelnen Triebwerkskomponenten entlang einer Mittelachse oder Rotationsachse M hintereinander angeordnet sind. An einem Einlass oder Intake E des Triebwerks T wird Luft entlang einer Eintrittsrichtung E mittels eines Fans F angesaugt. Angetrieben wird dieser Fan F über eine Welle, die von einer Turbine TT in Drehung versetzt wird. Die Turbine TT schließt sich hierbei an einen Verdichter V an, der beispielsweise einen Niederdruckverdichter 11 und einen Hochdruckverdichter 12 aufweist, sowie gegebenenfalls noch einen Mitteldruckverdichter. Der Fan F führt einerseits dem Verdichter V Luft zu sowie andererseits einem Bypasskanal B zur Erzeugung des Schubs. Die über den Verdichter V geförderte Luft gelangt schließlich in einen Brennkammerabschnitt BK, in dem die Antriebsenergie zum Antreiben der Turbine TT erzeugt wird. Die Turbine TT weist hierfür eine Hochdruckturbine 13, eine Mitteldruckturbine 14 und eine Niederdruckturbine 15 auf. Die Turbine TT betreibt über die bei der Verbrennung freiwerdende Energie den Fan F an, um dann über die in den Bypasskanal B geförderte Luft den erforderlichen Schub zu erzeugen. Die Luft verlässt hierbei den Bypasskanal B im Bereich eines Auslasses A am Ende des Triebwerks T, an dem die Abgase aus der Turbine TT nach außen strömen. Der Auslass A weist hierbei üblicherweise eine Schubdüse auf.

[0029] Der Verdichter V umfasst mehrere in axialer Richtung hintereinander liegende Reihen von Laufschaufeln 110 und dazwischenliegende Reihen von Leitschaukeln 111 im Bereich des Niederdruckverdichters 11. Die um die Mittelachse M rotierenden Reihen von Laufschaufeln 110 und die Reihen stationärer Leitschaukeln 111 sind abwechselnd entlang der Mittelachse M angeordnet und in einem (Verdichter-) Gehäuse 1 des Verdichters V aufgenommen. Die einzelnen Leitschaukeln 111 sind an dem ein- oder mehrteiligen Gehäuse 1 verstellbar gelagert - üblicherweise zusätzlich zu einer

radial inneren Lagerung an der Nabe des Verdichters V.

[0030] Die Figur 4 zeigt hierbei ausschnittsweise in größerem Detaillierungsgrad eine aus dem Stand der Technik bekannte Anordnung von Laufschaufelreihen 12a bis 12d und Leitschaufelreihen 13a bis 13c für den Niederdruckverdichter 11. Die Leitschaufeln 111 der hintereinander angeordneten Leitschaufelreihen 13a, 13b und 13c sind verstellbar an dem Gehäuse 1 gelagert, um die Stellung der Leitschaufeln 111 in Abhängigkeit von der Verdichterdrehzahl ändern zu können. Hierfür ist ein Lagerzapfen 111a jeder Laufschaufel 111 drehbar in einer Lageröffnung gelagert, die durch einen hülsenförmigen und radial nach außen vorspringenden Lagerfortsatz 10 des Gehäuses 1 ausgebildet ist. Jeder Lagerzapfen 111a ist in einem zugehörigen Lagerfortsatz 10 um eine Drehachse D drehbar gelagert und abgestützt. Dabei durchgreift jeder Lagerzapfen 111a seinen zugeordneten Lagerfortsatz 10, sodass an der Außenseite des Gehäuses 1 ein Zapfenende 111b aus dem Lagerfortsatz 10 herausragt.

[0031] An den einzelnen Zapfenenden 111b kann somit jeweils ein Verstellhebel 31 einer Verstelleinrichtung 3 angreifen, um den Lagerzapfen 111a drehen und damit die Stellung der zugehörigen Leitschaufel 111 einer Leitschaufelgruppe ändern zu können. Die Hebel 31 einer Leitschaufelreihe 13a, 13b oder 13c sind dabei jeweils an einem Verstellelement in Form eines Verstellrings 30 der Verstelleinrichtung 3 angelenkt. Der häufig mehrteilige, in wenigstens zwei Segmente unterteilte - Verstellring 30 erstreckt sich umfangsseitig entlang der äußeren Mantelfläche des Gehäuses 1. Durch Verstellung des Verstellrings 30 können somit die hieran angelenkten Verstellhebel 31 und mehrere, üblicherweise alle Leitschaufeln 111 einer Leitschaufelreihe 13a, 13b oder 13c verstellt werden. Die einzelnen Verstellringe 30 für die einzelnen Leitschaufelreihen 13a, 13b und 13c sind hierbei üblicherweise unabhängig voneinander verstellbar.

[0032] Ein Verstellring 30 stützt sich an einer Außenseite des Gehäuses 1 ab, beispielsweise an einer umfangsseitig umlaufenden Anlagefläche 114. Der Verstellring 30 ist hierbei in radialer Richtung zu der Außenseite des Gehäuses 1 und vorliegend zu der Anlagefläche 114 um einen radialen Abstand a beabstandet. Dieser radiale Abstand a wird über mehrere entlang des Umfangs verteilt angeordnete Ausgleichseinrichtungen vorgegeben, über die der Verstellring 30 an der Außenseite des Gehäuses 1 abgestützt ist und den Verstellring 30 bezüglich des Gehäuses 1 zentriert halten sollen. Im Betrieb des Gasturbinentriebwerks T besteht hierbei aber die Schwierigkeit, dass sich das Gehäuse 1 temperaturbedingt und in Anhängigkeit vom Zyklus stärker radial nach außen ausdehnt als der Verstellring 30. Es kann somit zu Ungenauigkeiten bei der Verstellung der Leitschaufeln 111 mithilfe des Verstellrings 30 oder gar zu einem Verklemmen oder Verformen des Verstellrings 30 kommen. Hier soll die erfindungsgemäße Lösung Abhilfe schaffen, zu der eine mögliche Ausführungsvariante anhand der Figuren 1A bis 1D, 2A bis 2B und 3A bis 3B näher veranschaulicht ist.

[0033] Hiernach ist eine Ausgleichseinrichtung 4 mit einem längserstreckten, stabförmigen Ausgleichselement 40 vorgesehen. Über die Ausgleichseinrichtung 4 werden unterschiedliche Wärmeausdehnungen des Verstellrings 30 einerseits und des Gehäuses 1 andererseits kompensiert, indem ein Ausgleichselement 40 vorgesehen wird, das über mehrere an dem Verstellring 30 angelenkte Verbindungshebel 41 - 44 (mit niedrigerem Wärmeausdehnungskoeffizienten) mit dem Verstellring 30 derart verbunden ist, dass sich das Ausgleichselement 40 durch eine temperaturbedingt auftretende Dehnung (thermische Expansion oder Kontraktion) radial relativ zu dem Verstellring 30 verlagern kann. Hierfür weist das vorliegend nach Art eines (Flach-) Stabes ausgebildete Ausgleichselement 40 einen höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten auf als die Verbindungshebel 41 - 44, über die das Ausgleichselement 40 radial verlagerbar an dem Verstellring 30 zwischen dem Verstellring 30 und der Außenseite des Gehäuses 1 gehalten ist. Ferner ist die Temperaturkompensation dadurch unterstützt, dass das die Verbindungshebel 41 - 44 kürzer und schmaler ausgebildet sind als das Ausgleichselement 40 und das Ausgleichselement 40 näher zu dem Gehäuse 1 (im Vergleich zu den Verbindungshebeln 41 - 44) angeordnet ist. Im Betrieb des Triebwerks T hat damit die temperaturbedingte Ausdehnung weniger Einfluss auf die Verbindungshebel 41 - 44 als auf das Ausgleichselement 40.

[0034] Jeder der vorliegend vier Verbindungshebel 41 - 44 ist an einem Hebelende über eine erste Gelenkverbindung 413, 423, 433 oder 443 an dem Verstellring 30 angelenkt und an seinem anderen Hebelende über eine zweite Gelenkverbindung 410, 420, 430 oder 440 an dem Ausgleichselement 40. Die Verbindungshebel 41 - 44 sind paarweise einander gegenüberliegend an den zwei Stirnseiten 30A und 30B des Verstellrings angeordnet und halten das Ausgleichselement 40 radial zu einer Unterseite 30C des Verstellrings 30, die einer der Außenseite des Gehäuses 1 zugewandt ist, und zwischen dem Verstellring 30 und der Außenseite des Gehäuses 1 radial verlagerbar. Die Anbindung der Verbindungshebel 40 - 44 an das Ausgleichselement 40 erfolgt hierbei jeweils im Bereich eines Längsendes des längserstreckenden Ausgleichselements 4. Die Verbindungshebel 41 - 44 sind hierbei an voneinander abgewandten ersten und zweiten Stirnseiten 30A und 30B des - hier im Querschnitt rechteckförmigen - Verstellrings 30 angeordnet. Die erste Stirnseite 30A bildet dabei im bestimmungsgemäß montierten Zustand einer insbesondere den Verstellring 30 und die Ausgleichseinrichtung 4 umfassenden Leitschaufelbaugruppe L eine vordere Stirnseite, während die zweite Stirnseite 30B eine rückwärtige oder hintere Stirnseite des Verstellrings 30 bildet.

[0035] Der Verstellring 3 kann über das Ausgleichselement 40 gegen das Gehäuse 1 abgestützt sein. Hierfür kann das Ausgleichselement mit einer unteren Seite an der Anlagefläche 114 des Gehäuses 1 aufliegen, wie dies anhand der perspektivischen Darstellungen der Figuren 2A und 2B veranschaulicht ist.

[0036] In einer Achsrichtung entlang der Mittelachse M betrachtet erstreckt sich das Ausgleichselement 4 zusammen

mit zwei an der ersten oder zweiten Stirnseite 30A oder 30B angelenkten Verbindungshebeln 41, 42 oder 43, 44 und einem Abschnitt des Verstellrings 3, an dem die ersten Gelenkverbindungen 413, 423 (433, 443) definiert sind, entlang einer virtuellen Trapezkontur TF. Das Ausgleichselement 40 erstreckt sich dabei in Umfangsrichtung U an einer längeren Grundseite respektive Basis dieser Trapezkontur TF, während sich die beiden einander zugewandten Verbindungshebel 41, 42 oder 43, 44 einer Stirnseite 30A oder 30B entlang zweier Schenkel dieser Trapezkontur TF erstrecken. Die kürzere Grundseite der Trapezkontur TF wird durch einen Abschnitt des Verstellrings 30 gebildet. Durch diese trapezförmige Anordnung und Anlenkung der Verbindungshebel 41 - 44 ist erreicht, dass sich das Ausgleichselement 40 bei einer temperaturbedingten Wärmeausdehnung relativ zu der Unterseite 30C des Verstellrings 30 verlagert und sich damit ein radialer Abstand b (vergleiche Figur 1C) des Ausgleichselements 40 zu der Unterseite 30C des Verstellrings 30 infolge einer Wärmeausdehnung des Ausgleichselements 40 verändern kann.

[0037] Dehnt sich das Ausgleichselement 40 beispielsweise entlang der Umfangsrichtung U aus, schwenken die einander zugewandten Verbindungshebel 41, 42 und 43, 44 einer Stirnseite 30A oder 30B in zueinander entgegengesetzte Schwenkrichtungen, da die mit dem Ausgleichselement 40 verbundenen Hebelenden weiter zueinander beabstandet werden. Die virtuelle Trapezkontur TF wird somit gestaucht. Das Ausgleichselement 40 nähert sich der Unterseite 30C des Verstellrings 30 an. Kühlt umgekehrt das Ausgleichselement 40 ab, schwenken die einer Stirnseite 30A oder 30B zugeordneten Verbindungshebel 41, 42 oder 43, 44 mit ihren mit dem Ausgleichselement 40 verbundene Enden jeweils aufeinander zu. Die virtuelle Trapezkontur TF wird gestreckt. Das Ausgleichselement 40 verlagert sich somit von der Unterseite 30C des Verstellrings 30 weg radial nach innen. Auf diese Art und Weise gleicht die Ausgleichseinrichtung 4 eine temperaturbedingt auftretende Ausdehnung des Gehäuses 1 radial nach außen bezüglich des sich schwächer temperaturbedingt radial nach außen ausdehnenden Verstellrings 30 aus und hält einen radialen Abstand des Ausgleichselements 40 zu der Anlagefläche 114 des Gehäuses 1 im Wesentlichen aufrecht. Dies schließt insbesondere einen radialen Abstand von 0 cm und damit eine direkte Anlage des Ausgleichselement 40 über deren Anlagefläche an dem Gehäuse 1 ein, bei dem das Ausgleichselement 40 an der Außenseite des Gehäuses 1 anliegt und hierüber der Verstellring 30 in radialer Richtung bezüglich der Mittelachse M abgestützt ist. Durch die temperaturbedingte radiale Verlagerung des Ausgleichselements 40 relativ zu dem Verstellring 3 wird der Fall sichergestellt, dass der Verstellring 3 nicht oder allenfalls geringfügig durch das sich radial nach außen ausdehnende Gehäuse 1 abschnittsweise lokal verlagert wird. Stattdessen wird der Verstellring 30 zentriert zu dem Gehäuse 1 gehalten.

[0038] Um eine temperaturbedingte Längung oder Schrumpfung des Ausgleichselements 40 entlang der Umfangsrichtung U auch bei Anlage an der Anlagefläche 114 des Gehäuses 1 durch einen etwaigen reibschlüssigen Kontakt nicht zu behindern und im Übrigen das Ausgleichselement 40 an der Anlagefläche 114 entlang der Umfangsrichtung U ohne Weiteres verschieben zu können, wenn über den Verstellring 30 die Leitschaukeln 111 verstellt werden sollen, kann an dem Ausgleichselement 40 wenigstens ein separates Gleitelement 5 befestigt sein. Ein Gleitelement 5 ist vorliegend nach Art eines Stopfens ausgebildet und in entlang der Umfangsrichtung U zueinander beabstandete Bohrungen 401 des Ausgleichselements 40 eingesteckt, sodass ein scheibenförmiger, eine Gleit- oder Kontaktfläche 50 ausbildender Kopf an der Unterseite des Ausgleichselements 40 aus der jeweiligen Bohrung 401 vorsteht. Über diese Gleit- oder Kontaktfläche 50 liegt das Ausgleichselement 40 an der Anlagefläche 114 des Gehäuses 1 an. Jedes Gleitelement 5 ist hierbei über einen Fixierungsabschnitt 51 in die jeweiligen Bohrung 401 des Ausgleichselements 4 eingesteckt und hierin über radial zu einer Längsachse des Zapfens vorspringende Rasterlamellen 510 in der jeweiligen Bohrung 401 fixiert. Dies ist anhand der vergrößerten Darstellung der Figuren 3A und 3B veranschaulicht. In Abweichung von dem Vorsehen wenigstens eines in eine Bohrung einsteckbaren Gleitelements kann eine entsprechende Gleit- / Kontaktfläche 50 an der Unterseite des Ausgleichselements 40 selbstverständlich auch über ein Gleitelemente gebildet sein, das zum Beispiel durch Kleben an dem Ausgleichselement 40 fixiert ist.

[0039] Durch die Anordnung der Ausgleichseinrichtung 4 an dem entlang der Umfangsrichtung U verstellbaren Verstellring 30 und damit die Anbindung des radial verlagerbaren Ausgleichselements 40, das an der Außenseite des Gehäuses 1 anliegt und gegen das sich der Verstellring 30 an dem Gehäuse 1 abstützt, an dem Verstellring 30 ist eine Integration der Ausgleichseinrichtung 4 an einer Leitschaukelbaugruppe L ohne oder allenfalls geringe konstruktive Veränderung an dem Gehäuse 1 möglich. Lediglich an dem Verstellring 30 müssen die einzelnen Komponenten der Ausgleichseinrichtung 4 festgelegt werden. Um über mehrere Ausgleichseinrichtungen 4 eine Zentrierung des Verstellrings 30 bezüglich des Gehäuses 1 auch im Betrieb des Gasturbinentriebwerks T sicherzustellen, sind beispielsweise wenigstens drei entlang der Umfangsrichtung U um 120° zueinander versetzte, vier um jeweils 90° zueinander versetzte oder fünf um jeweils 72° zueinander versetzte Ausgleichseinrichtungen 4 an dem Verstellring 30 vorgesehen. Grundsätzlich kann jedoch auch eine andere Anzahl entlang der Umfangsrichtung U verteilt an dem Verstellring 30 angeordneter Ausgleichseinrichtungen 4 vorgesehen sein.

Bezugszeichenliste

[0040]

1	Gehäuse
10	Lagerfortsatz
11	Niederdruckverdichter
110	Laufschaufel
5 111	Leitschaufel
111a	Lagerzapfen
111b	Zapfenende
114	Anlagefläche
12	Hochdruckverdichter
10 12a - 12d	Laufschaufelreihe
13	Hochdruckturbine
13a - 13c	Leitschaufelreihe
14	Mitteldruckturbine
15	Niederdruckturbine
15 3	Verstelleinrichtung
30	Verstellring (Verstellelement)
30A, 30B	1. / 2. Stirnseite
30C	Unterseite
31	Verstellhebel
20 4	Ausgleichseinrichtung
40	Ausgleichselement
401	Bohrung
41, 42, 43, 44	Verbindungshebel (Verbindungselement)
410, 420, 430, 440	(Zweite) Gelenkverbindung
25 413, 423, 433, 443	(Erste) Gelenkverbindung
5	Gleitelement
50	Gleit- / Kontaktfläche
51	Fixierungsabschnitt
510	Rastlamellen
30 A	Auslass
a	Abstand
B	Bypasskanal
b	Abstand
BK	Brennkammerabschnitt
35 D	Drehachse / Spindelachse
E	Einlass / Intake
F	Fan
L	Leitschaufelbaugruppe
M	Mittelachse / Rotationsachse
40 R	Eintrittsrichtung
T	Gasturbinentriebwerk
TF	Trapezkontur
TT	Turbine
U	Umfangsrichtung
45 V	Verdichter

Patentansprüche

- 50 1. Leitschaufelbaugruppe, mit wenigstens einer Leitschaufelreihe (13a - 13c) und einem sich entlang einer Umfangsrichtung (U) um eine Mittelachse (M) erstreckenden Gehäuse (1) für die wenigstens eine Leitschaufelreihe (13a - 13c), wobei die wenigstens eine Leitschaufelreihe (13a - 13c) mehrere Leitschaufeln (11) umfasst, die jeweils mittels einer Verstelleinrichtung (3) der Leitschaufelbaugruppe (L) verstellbar an dem Gehäuse (1) gelagert sind, und wobei
- 55 - die Verstelleinrichtung (3) mindestens ein Verstellelement (30) zur Verstellung der Leitschaufeln (111) umfasst, das zu einer Außenseite des Gehäuses (1), bezüglich der Mittelachse (M), radial beabstandet ist, und
- eine Ausgleichseinrichtung (4) vorgesehen ist, über die ein radialer Abstand (a) des Verstellelements (30) zu der Außenseite des Gehäuses (1) vorgegeben ist und die unterschiedliche Wärmeausdehnungen des Verstell-

lelement (30) einerseits und des Gehäuses (1) andererseits zumindest teilweise kompensiert,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Ausgleichseinrichtung (4) ein zwischen dem Verstellelement (30) und der Außenseite des Gehäuses (1) angeordnetes Ausgleichselement (40) aufweist, welches über wenigstens ein an dem Verstellelement (30) angelenktes Verbindungselement (41 - 44) der Ausgleichseinrichtung (4) mit dem Verstellelement (30) verbunden ist, wobei das wenigstens eine Verbindungselement (41 - 44) an dem Ausgleichselement (40) angelenkt ist.

2. Leitschaukelbaugruppe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausgleichselement (40) einen höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist als das wenigstens eine Verbindungselement (41 - 44).

3. Leitschaukelbaugruppe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine Verbindungselement (41 - 44) hebelartig ausgestaltet und mit einem Hebelende an dem Verstellelement (30) angelenkt ist.

4. Leitschaukelbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausgleichselement (40) derart mit dem wenigstens einen Verbindungselement (41 - 44) gekoppelt und hierüber mit dem Verstellelement (30) verbunden ist, dass sich bei einer temperaturbedingten Dehnung des Ausgleichselements (40) entlang der Umfangersrichtung (U) ein radialer Abstand (b) zwischen dem Ausgleichselement (40) und dem Verstellelement (30) verändert.

5. Leitschaukelbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Verstellelement (30) mindestens zwei Verbindungselemente (41 - 44) entlang der Umfangersrichtung (U) zueinander beabstandeten Stellen angelenkt sind, die jeweils mit dem Ausgleichselement (40) verbunden sind.

6. Leitschaukelbaugruppe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens zwei Verbindungselemente (41 - 44) mit dem Verstellelement (30) und dem Ausgleichselement (40) derart verbunden sind, dass sich ein Abschnitt des Verstellelements (30), an dem zwei Verbindungselemente (41, 42; 43, 44) angelenkt sind, diese zwei Verbindungselemente (41, 42; 43, 44) und das Ausgleichselement (40) entlang der Mittelachse (M) betrachtet an Kanten einer virtuellen Trapezkontur (TF) entlang erstrecken.

7. Leitschaukelbaugruppe nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Ausgleichselement (40) an einer Basis der virtuellen Trapezkontur (TF) und die zwei Verbindungselemente (41, 42; 43, 44) an zwei Schenkeln der virtuellen Trapezkontur (TF) entlang erstrecken.

8. Leitschaukelbaugruppe nach dem Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die virtuelle Trapezkontur (TF) der Kontur eines gleichschenkligen Trapezes entspricht.

9. Leitschaukelbaugruppe nach einem Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausgleichselement (40) über vier Verbindungselemente (41 - 44) mit dem Verstellelement (30) verbunden ist, die jeweils an dem Verstellelement (30) angelenkt sind und paarweise einander gegenüberliegend an zwei Seiten (30A, 30B) des Verstellelements (30) angeordnet sind, die bezogen auf die Mittelachse (M) voneinander abgewandt sind.

10. Leitschaukelbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Verstellelement (30) über die Ausgleichseinrichtung (4) an der Außenseite des Gehäuses (1) abstützt.

11. Leitschaukelbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** entlang der Umfangersrichtung (U) mehrere zueinander beabstandete, jeweils mit dem Verstellelement (30) gekoppelte Ausgleichseinrichtungen (4) vorgesehen sind.

12. Leitschaukelbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Ausgleichselement (40) mindestens ein separates Gleitelement (5) befestigt ist, das eine Gleitfläche (50) zur Anlage an der Außenseite des Gehäuses (1) aufweist, und/oder mindestens ein separates Gleitelement (5) mit einem Fixierungsabschnitt (51) in eine Bohrung (401) des Ausgleichselements (40) eingesteckt ist.

13. Leitschaukelbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstellelement als einteiliger oder mehrteiliger Verstellring (30) ausgebildet und/oder ringsegment- oder ringförmig ist.

14. Leitschaukelbaugruppe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aus-

EP 3 327 257 A1

gleichselement (40) zumindest teilweise aus Magnesium hergestellt ist und/oder das wenigstens eine Verbindungselement (41 - 44) zumindest teilweise aus Titan, insbesondere einer Titanlegierung hergestellt ist.

15. Triebwerk mit wenigstens einer Leitschaufelbaugruppe (L) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 14.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

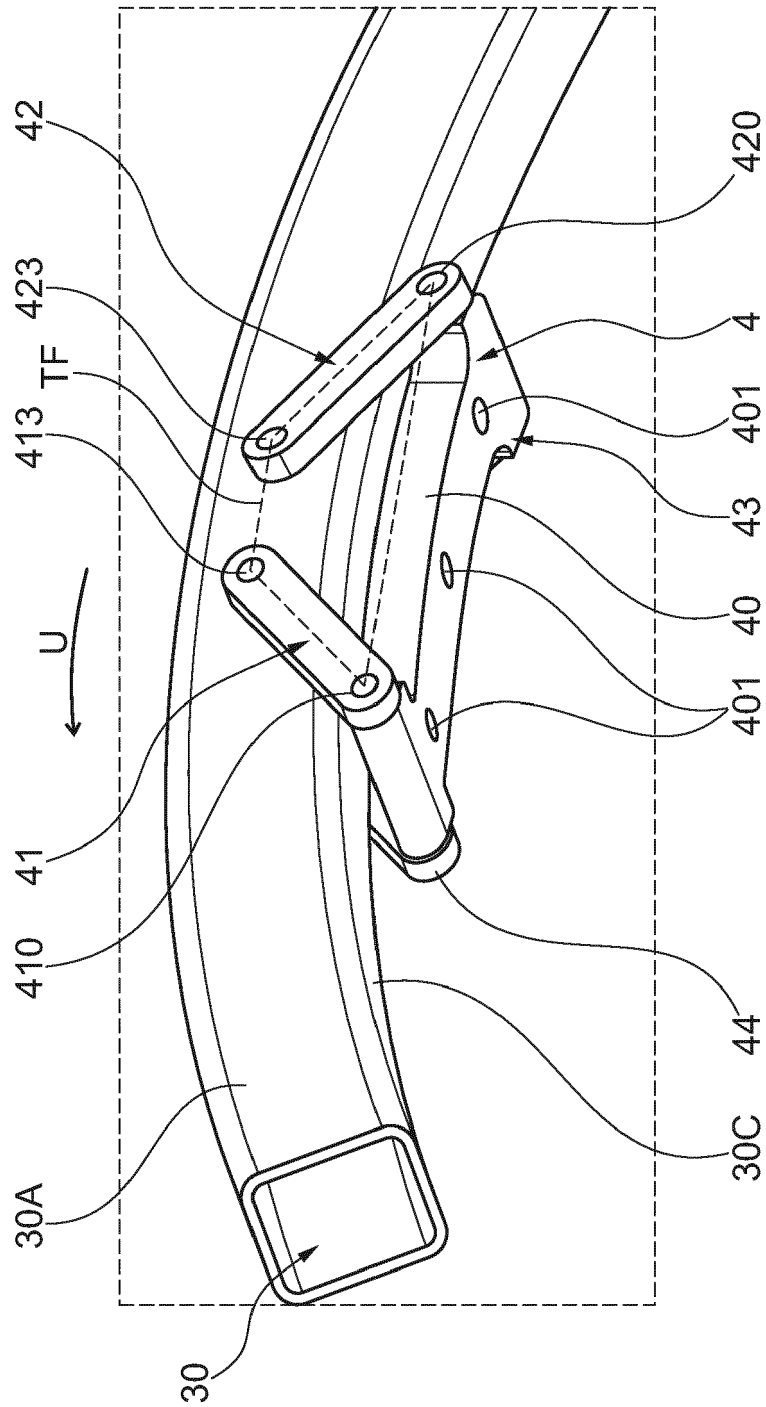


Fig. 1A

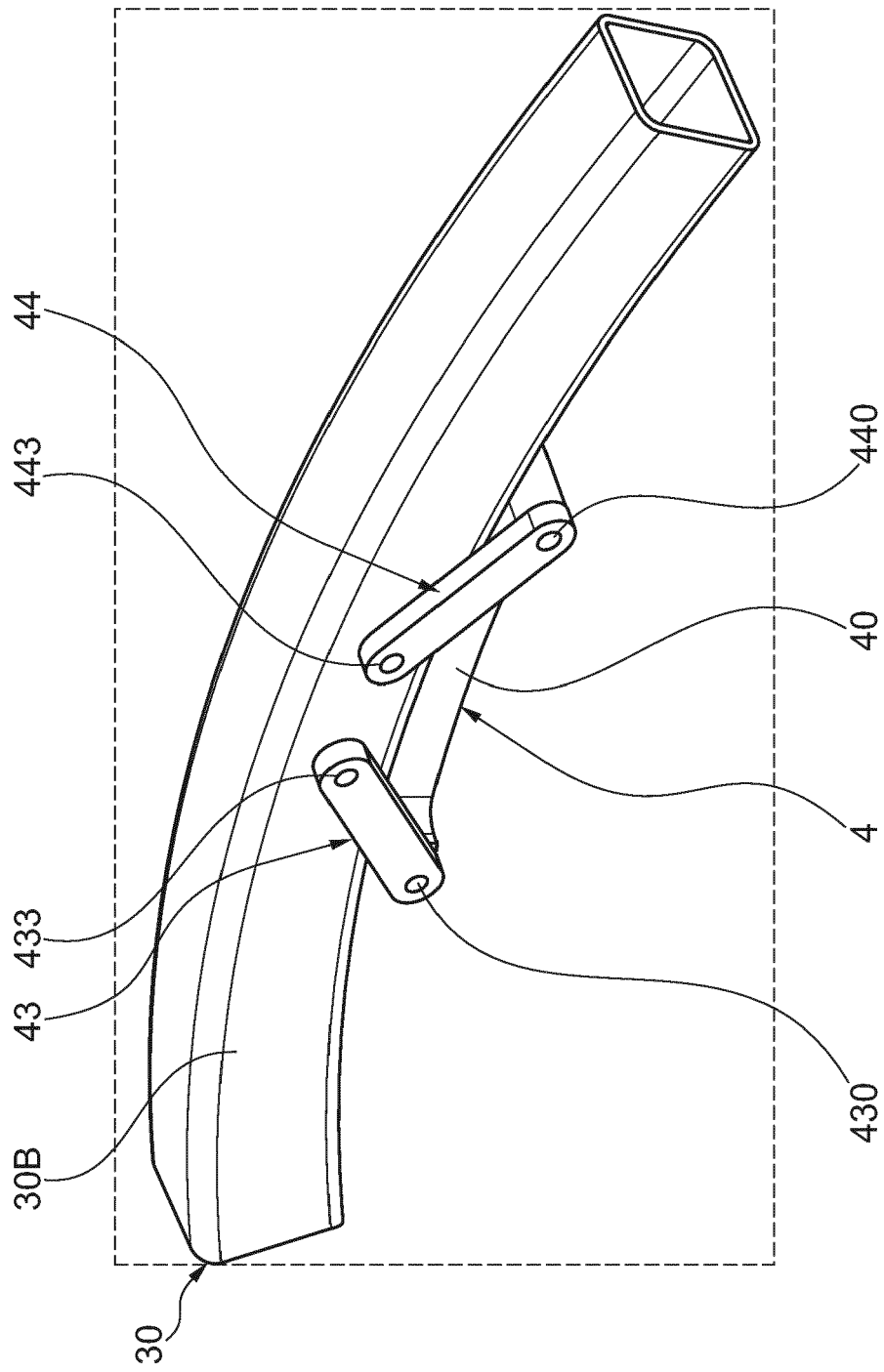
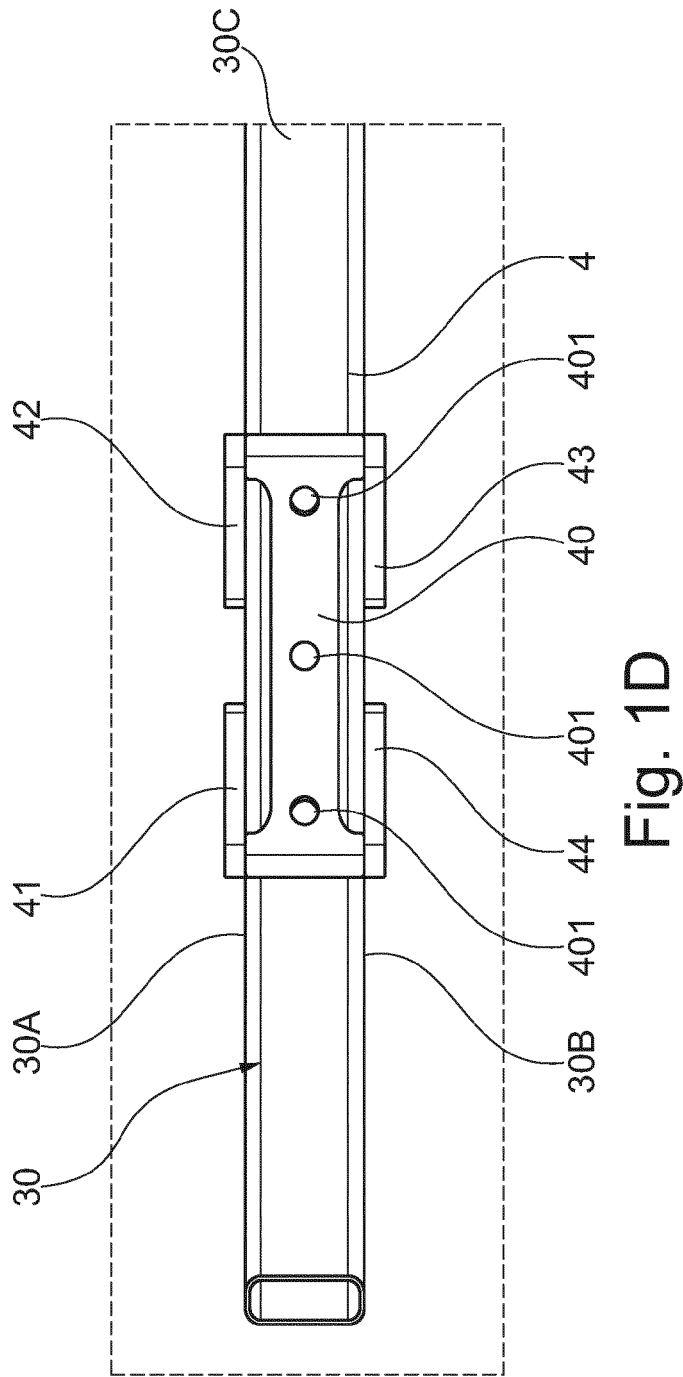
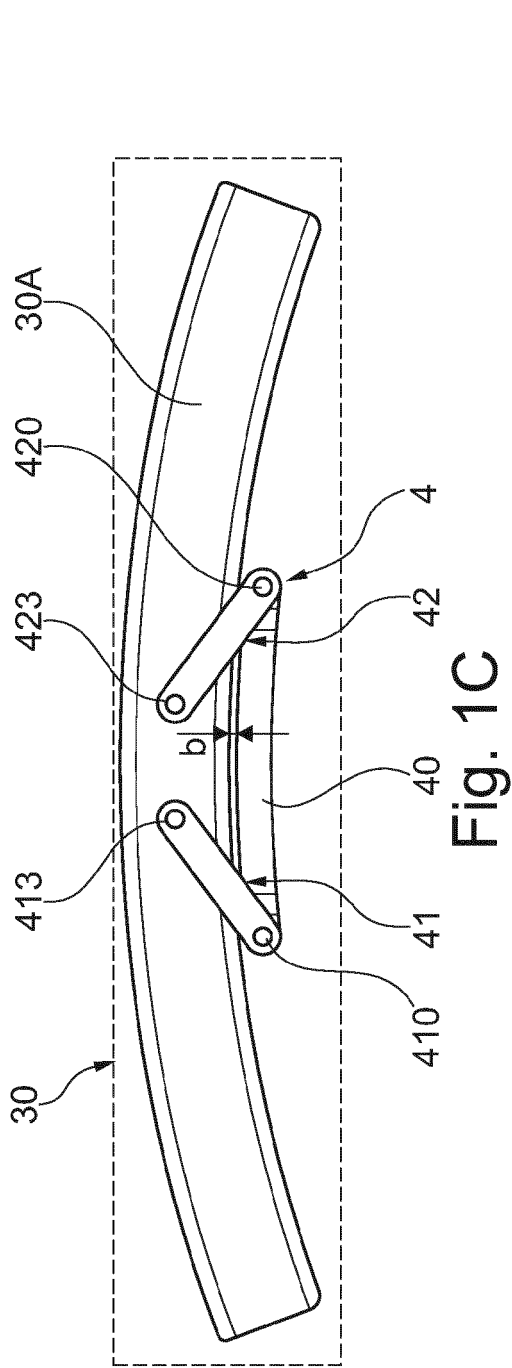


Fig. 1B



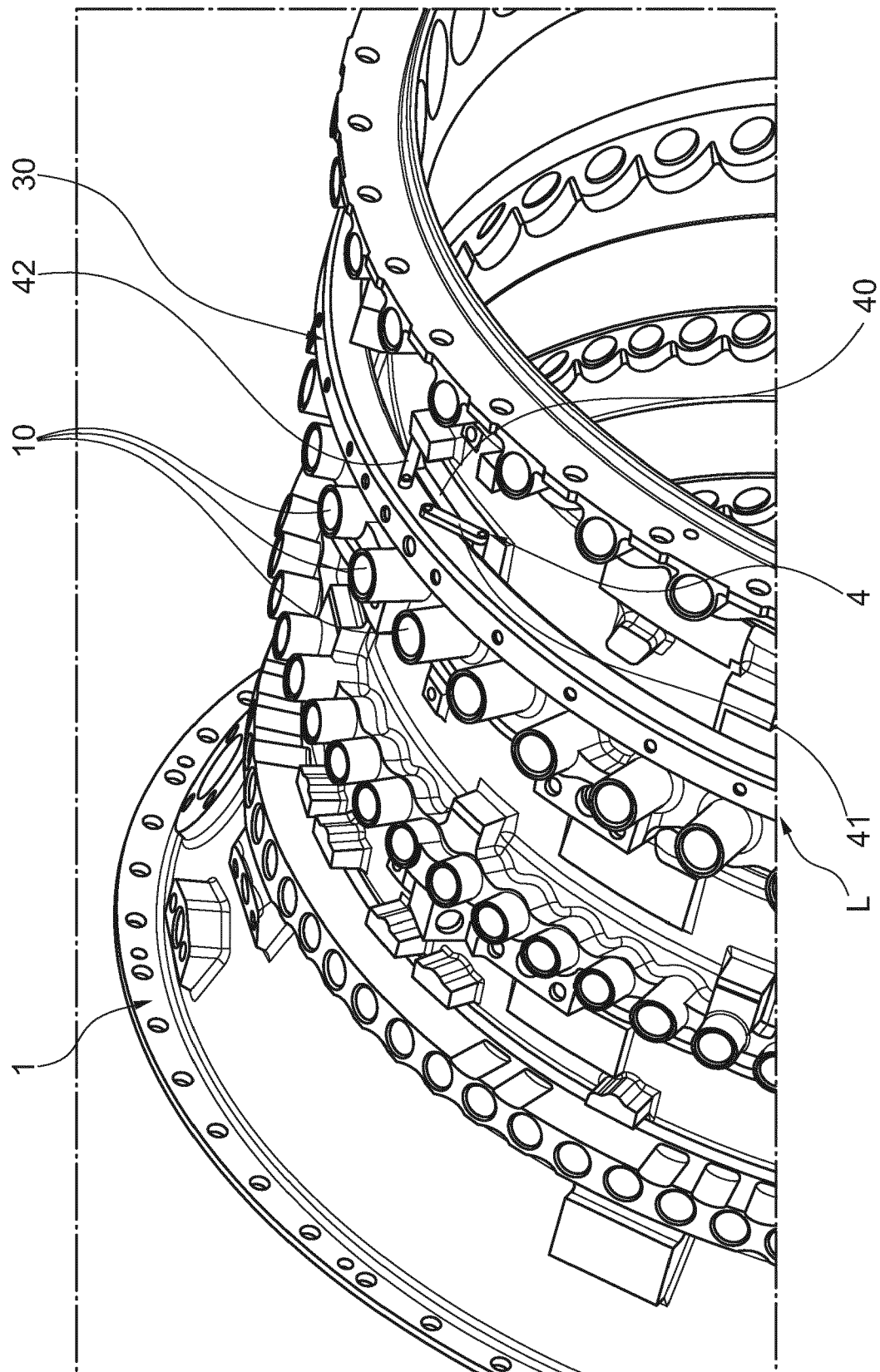


Fig. 2A

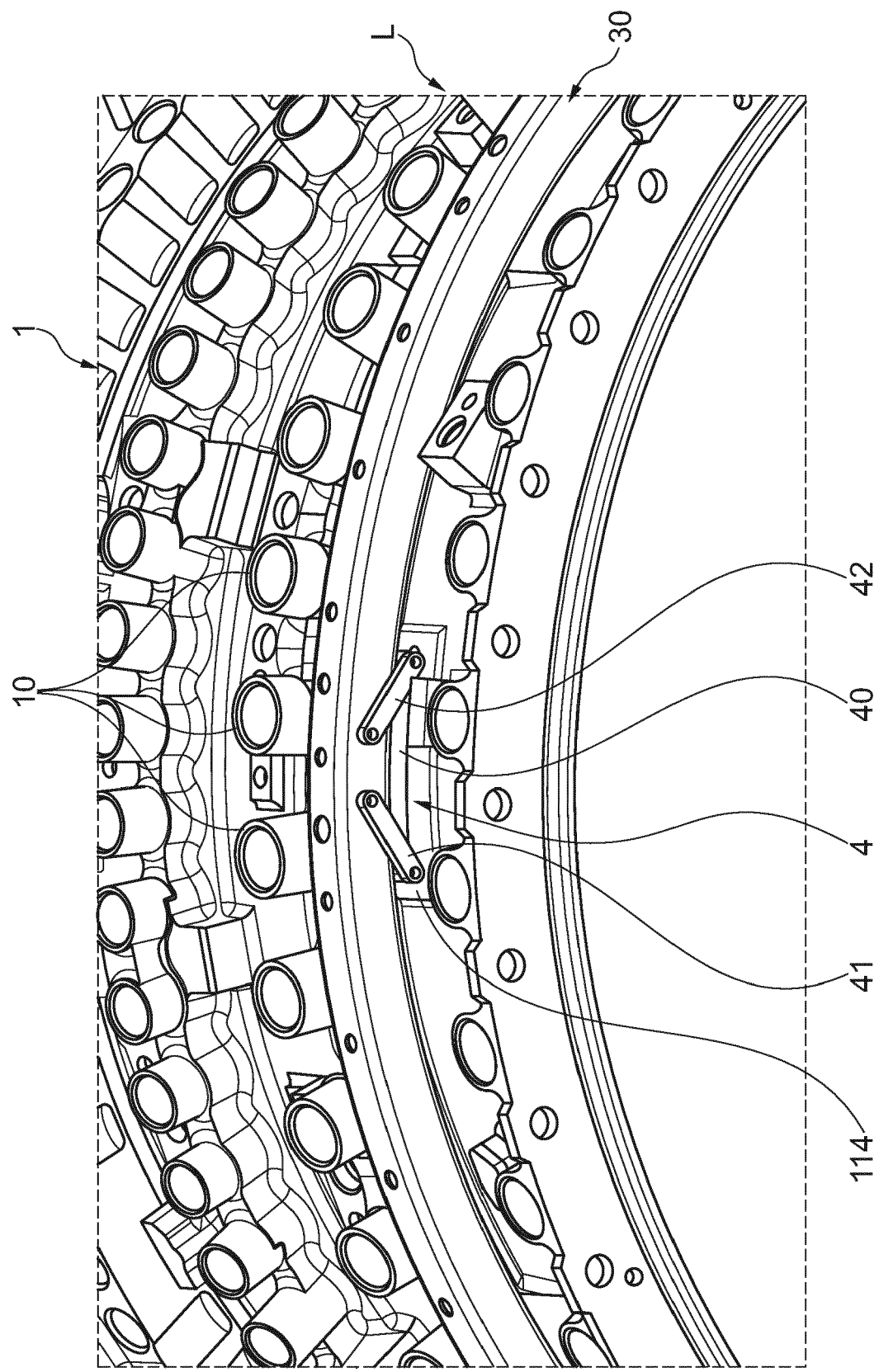


Fig. 2B

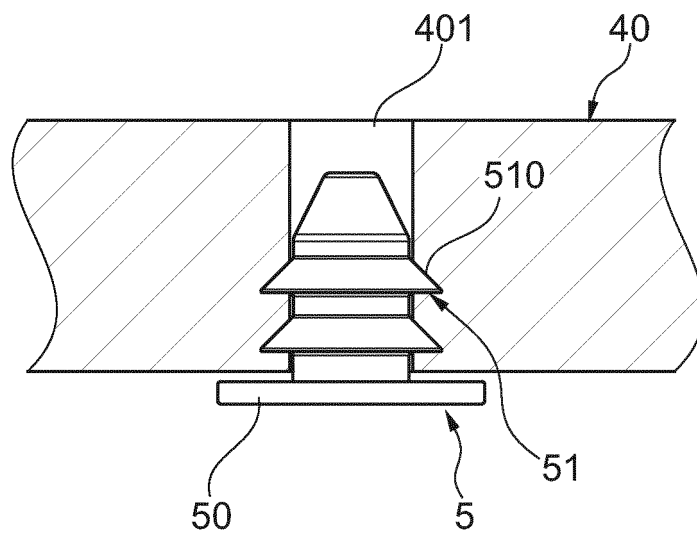


Fig. 3A

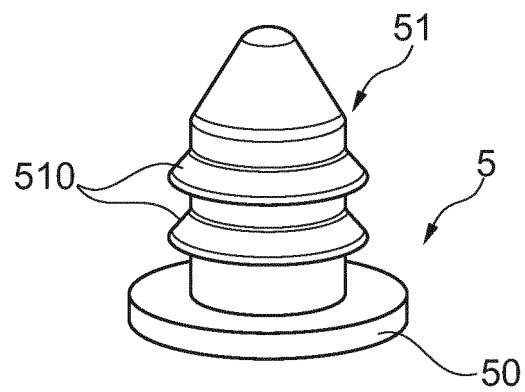
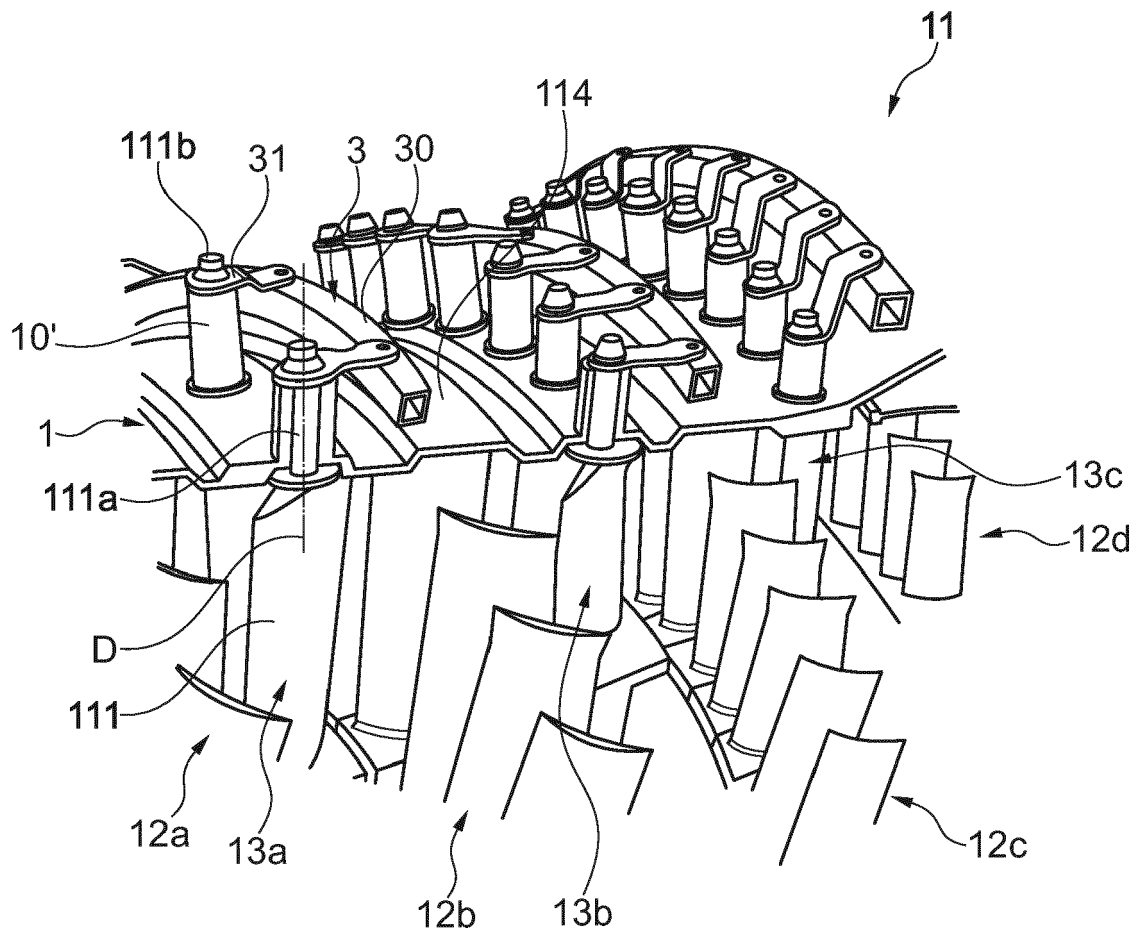


Fig. 3B



Stand der Technik

Fig. 4

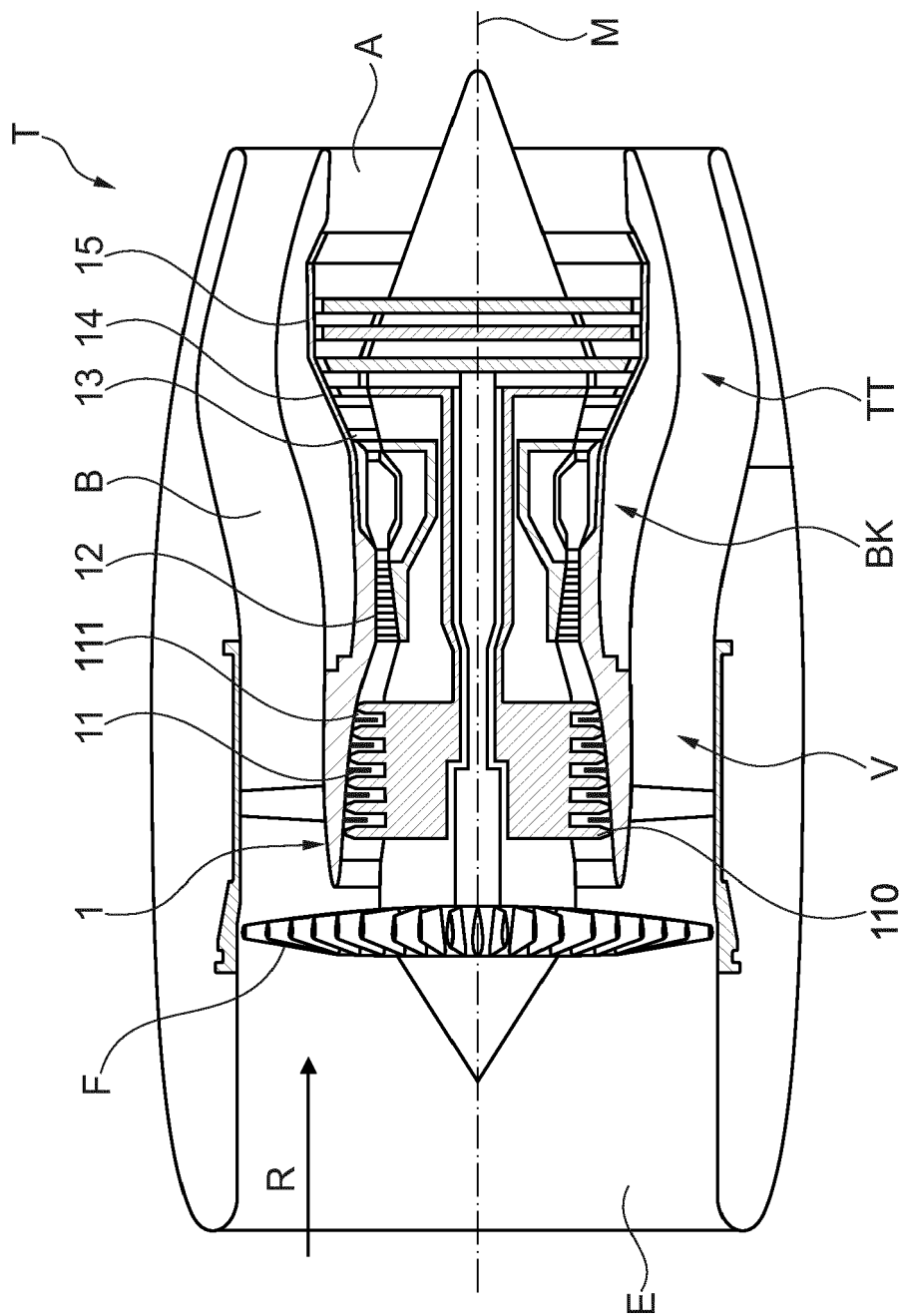


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 20 2362

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 3 841 788 A (SLJUSAREV J ET AL) 15. Oktober 1974 (1974-10-15)	1-3,10, 11,13-15	INV. F01D17/16
Y	* Spalte 4, Zeile 40 - Spalte 6, Zeile 30;	12	F04D29/56
A	Abbildungen 1-3 *	4-9	
X	FR 3 024 996 A1 (SNECMA [FR]) 26. Februar 2016 (2016-02-26)	1,10,11, 13,15	
	* Seite 6, Zeile 11 - Seite 8, Zeile 19; Abbildungen 1-3 *		
Y	US 2006/133925 A1 (BOURU MICHEL [FR]) 22. Juni 2006 (2006-06-22)	12	
	* Seite 3, Absatz 44; Abbildung 7 *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D F04D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. März 2018	Prüfer Rau, Guido
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 17 20 2362

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.

19-03-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 3841788	A	15-10-1974	DE 2253030 A1		09-05-1974
				US 3841788 A		15-10-1974
15	FR 3024996	A1	26-02-2016	KEINE		
	US 2006133925	A1	22-06-2006	CA 2530137 A1		16-06-2006
				CN 1804376 A		19-07-2006
				EP 1672223 A2		21-06-2006
20				FR 2879686 A1		23-06-2006
				JP 2006170209 A		29-06-2006
				US RE42523 E		05-07-2011
				US 2006133925 A1		22-06-2006
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

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

- US 9309778 B2 [0004]
- DE 102014219552 A1 [0006] [0007]