

(19)



(11)

**EP 2 787 177 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**08.10.2014 Patentblatt 2014/41**

(51) Int Cl.:  
**F01D 9/04 (2006.01) F01D 17/16 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13161909.0**

(22) Anmeldetag: **02.04.2013**

(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**

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

(72) Erfinder: **Böck, Alexander**  
**82288 Kottgeisering (DE)**

**(54) Axiale Strömungsmaschine und Montageverfahren**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine axiale Strömungsmaschine, die einen Stator mit verstellbaren Leitschaufeln (1a) umfasst, wobei innere Zapfen (1b) der Leitschaufeln mittels Buchsen (2) in einem Innenring aufgenommen sind, der in Umfangsrichtung der Strömungsmaschine in mindestens zwei Segmente (3) aufgeteilt und in axialer Richtung der Strömungsmaschine einstückig ist, und wobei ein Dichtungsträger, der in Segmente (4) aufgeteilt ist, an dem Innenring montiert.

Um Undichtigkeiten zwischen einem Innenring und einem Dichtungsträger zu verhindern und gleichzeitig eine einfache Montage zu ermöglichen, ist der Dichtungs-

träger mit dem Innenring mittels einer Spreizeinrichtung verspannt, die in Segmente () aufgeteilt ist und gegenüber den zugehörigen Segmenten des Innenrings und den Segmenten des Dichtungsträgers eine verlängerte Bogenlänge aufweist, und ein Segment der Spreizeinrichtung mindestens ein Spreizband (5a, 5b) mit Spreizelementen umfasst, die entlang der Umfangsrichtung ausgerichtet und ebenfalls entlang der Umfangsrichtung voneinander beabstandet sind und vom dem Spreizband aus in radialer Richtung der Strömungsmaschine nach außen abstehen.

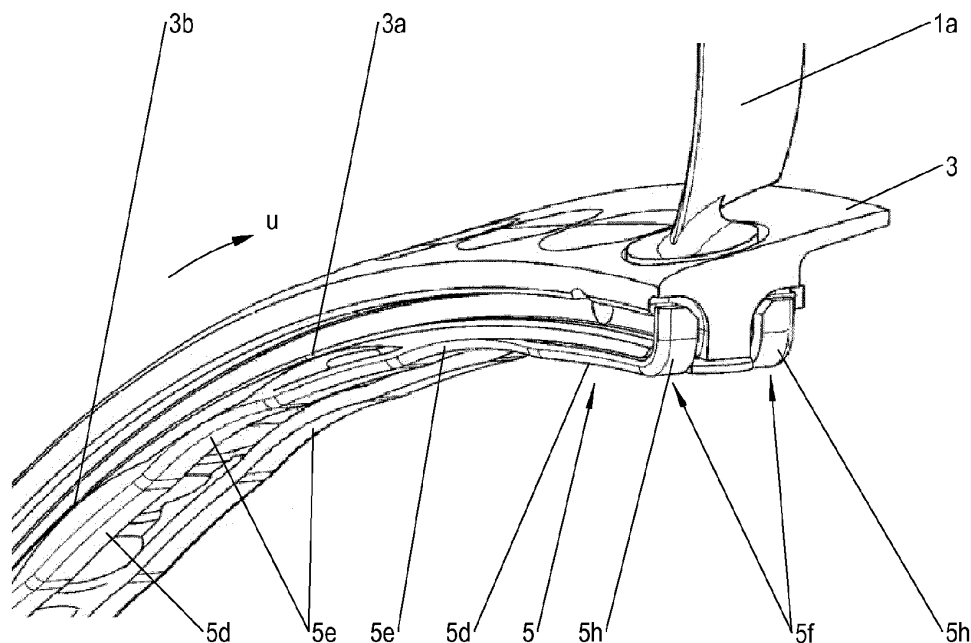


Fig. 3c

**EP 2 787 177 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine axiale Strömungsmaschine, eine Verwendung der axialen Strömungsmaschine und ein Verfahren zur Montage der axialen Strömungsmaschine.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind axiale Strömungsmaschinen bekannt, bei denen verstellbare Leitschaufeln mittels Buchsen in Öffnungen eines segmentierten Innenrings befestigt sind. An dem Innenring ist ein ebenfalls segmentierter Dichtungsträger befestigt, der die Leitschaufelkanäle gegenüber einem Rotor abdichtet, z.B. mittels einer am Dichtungsträger vorhandenen Wabenstruktur.

**[0003]** Die DE 10 2006 024 085 A1 offenbart eine Strömungsmaschine mit einem Dichtungsträger, dessen Segmente in Umfangsrichtung der Strömungsmaschine auf zugehörige Segmente des Innenrings aufgeschoben werden. Die Befestigung erfolgt mittels einer in Umfangsrichtung ausgebildeten Nutenverbindung. Diese Nutenverbindung benötigt jedoch für die Montage ein Spiel, an dem im Betrieb Undichtigkeiten und Positionsungenauigkeiten auftreten können.

**[0004]** Aus der DE 39 17 937 A1 ist eine Strömungsmaschine ohne Innenring bekannt, bei der mehrere Federsegmente zwischen Leitschaufelfüßen und Segmenten eines Dichtungsträgers montiert werden. Die Abdichtung zwischen den Leitschaufelfüßen und den Segmenten des Dichtungsträgers erfolgt mittels einer im Längsschnitt der Strömungsmaschine C-förmigen Feder. Nachteilig ist hierbei, dass die C-förmige Feder eine relativ große Bauhöhe in radialer Richtung der Strömungsmaschine aufweist.

**[0005]** Die DE 10 2004 006 706 A1 beschreibt ebenfalls eine Strömungsmaschine ohne Innenring, bei der Blattfedern aus Federstahl zwischen Leitschaufelfüßen und Segmenten des Dichtungsträgers angeordnet sind. Die Befestigung des Dichtungsträgers an den Leitschaufeln erfolgt mit Hilfe von Drahtsegmenten. Bei einer Verwendung eines Innenrings könnten jedoch Schwierigkeiten bei der Montage einer längeren Blattfeder über den Umfang eines größeren Segmentes auftreten. Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine axiale Strömungsmaschine zu schaffen, bei der Undichtigkeiten zwischen einem Innenring und einem Dichtungsträger verhindert werden und gleichzeitig eine einfache Montage möglich ist.

**[0006]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer axialen Strömungsmaschine nach Anspruch 1 gelöst. Weiterhin wird die Aufgabe mit einem Verfahren zur Montage der axialen Strömungsmaschine nach Anspruch 12 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

**[0007]** Erfindungsgemäß besteht die Lösung der Aufgabe in einer axialen Strömungsmaschine, die einen Stator mit verstellbaren Leitschaufeln umfasst, wobei innere Zapfen der Leitschaufeln mittels Buchsen in einem Innenring aufgenommen sind, der in Umfangsrichtung der

Strömungsmaschine in mindestens zwei Segmente aufgeteilt und in axialer Richtung der Strömungsmaschine einstückig ist, und wobei ein Dichtungsträger, der in Segmente aufgeteilt ist, an dem Innenring montiert ist.

**[0008]** Der Dichtungsträger ist mit dem Innenring mittels einer Spreizeinrichtung verspannt, die in Segmente aufgeteilt ist und gegenüber den zugehörigen Segmenten des Innenrings und den Segmenten des Dichtungsträgers eine verlängerte Bogenlänge aufweist, und ein Segment der Spreizeinrichtung umfasst mindestens ein Spreizband mit Spreizelementen, die entlang der Umfangsrichtung ausgerichtet und ebenfalls entlang der Umfangsrichtung voneinander beabstandet sind und vom dem Spreizband aus in radialer Richtung der Strömungsmaschine nach außen abstehen.

**[0009]** Diese Anordnung bietet den Vorteil, dass die vom Spreizband abstehenden Spreizelemente eine Federspannung zwischen den Segmenten des Innenrings und den Segmenten des Dichtungsträgers erzeugen können, wobei die Spreizeinrichtung aufgrund ihrer Struktur auch stabil und einfach zu montieren ist. Außerdem werden jeweils ein Segment des Innenrings und ein Segment des Dichtungsträgers über die gesamte Bogenlänge abgedichtet.

**[0010]** Die Anordnung ist außerdem einfach auslegbar und kostengünstig. Die Genauigkeit der Positionierung der Segmente des Innenrings an den Segmenten des Dichtungsträgers wird ebenfalls verbessert.

**[0011]** Insbesondere weist das Spreizband zumindest in einem in axialer Richtung der Strömungsmaschine mittleren Abschnitt eine durchgehende Form entlang der Umfangsrichtung auf, und die Spreizelemente sind einstückig mit dem Spreizband ausgebildet.

**[0012]** Diese spezielle Struktur der Spreizeinrichtung bietet eine besonders gute Stabilität und Herstellbarkeit.

**[0013]** In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Spreizeinrichtung mindestens ein Spreizband, an dem die Spreizelemente in Form von gefedernten Abschnitten angeordnet sind, die bei der Montage des Segments des Dichtungsträgers in Taschen des Segments des Innenrings eingreifen und nach der Montage des Segments des Dichtungsträgers außerhalb der Taschen in radialer Richtung der Strömungsmaschine durch Federspannung am Segment des Innenrings anliegen.

**[0014]** Durch das Zusammenwirken von Taschen und Spreizelementen ist die Spreizeinrichtung bei einem definierten Montageschritt kontrolliert verspannbar.

**[0015]** In einer ersten Ausführungsform sind die Spreizelemente als Laschen ausgebildet, die in axialer Richtung der Strömungsmaschine beidseitig am Spreizband angeordnet sind. Die Laschen sind ein einfach herstellbares Mittel, mit dem die Spreizspannung sicher erzeugt werden kann.

**[0016]** In einer zweiten Ausführungsform umfasst das Segment der Spreizeinrichtung zwei parallele Spreizbänder, die in axialer Richtung der Strömungsmaschine geführt sind. Die Aufteilung in zwei Spreizbänder spart

Gewicht und ermöglicht ein kontrolliertes Verspannen des Segments des Innenrings mit dem Segment des Dichtungsträgers in einem oder in zwei Schritten. Vorzugsweise sind die Spreizelemente als bogenförmige Abschnitte der Spreizbänder ausgebildet. Die bogenförmigen Abschnitte ermöglichen einen guten Kraftfluss innerhalb der Spreizeinrichtung und erzeugen eine sichere Federspannung.

**[0017]** Die Länge der einzelnen Taschen kann entlang der Umfangsrichtung zunehmen oder abnehmen, so dass eine sequentielle Verspannung ermöglicht wird. Durch die sequentielle Verspannung wird der temporäre Kraftaufwand bei der Montage reduziert.

**[0018]** Insbesondere sind die in der axialen Richtung stromabwärtigen Taschen sowie die zugehörigen Spreizelemente versetzt gegenüber den stromaufwärtigen Taschen und den zugehörigen Spreizelementen angeordnet. Die versetzte Anordnung ermöglicht ein Verspannen, bei dem in der Umfangsrichtung ein geringerer Abstand zwischen den einzelnen Verspannungsstellen an den Spreizelementen erzielt wird.

**[0019]** In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung bildet jedes gegenüber den Segmenten des Innenrings und den Segmenten des Dichtungsträgers verlängerte Segment der Spreizeinrichtung mindestens ein Zugende aus, das nach dem Verspannen des Segments des Dichtungsträgers zumindest teilweise abtrennbar, am Segment des Innenrings umbiegbar und in mindestens eine zugehörigen Vertiefung im Segment des Innenrings versenkbar ist.

**[0020]** Das Zugende ist ein Montagehilfsmittel, das nach der Montage gekürzt werden kann, so dass nur noch ein Teil des Zugendes übrig bleibt, mittels dessen die Spreizeinrichtung am Innenring gesichert wird. Das Abtrennen und Umbiegen des übrigbleibenden Teils des Zugendes ist einfach durchführbar.

**[0021]** In einer weiteren speziellen Weiterbildung der Erfindung ist das Segment der Spreizeinrichtung aus Blechmaterial geformt. Somit ist die Spreizeinrichtung in wenigen Schritten und aus einem gängigen Material herstellbar, so dass insgesamt auch eine kostengünstige Fertigung möglich ist.

**[0022]** Besonders vorteilhaft ist die Verwendung der axialen Strömungsmaschine als Verdichter in einer Gasturbine, insbesondere in einem Strahltriebwerk. In einem solchen Verdichter ist eine Abdichtung besonders wichtig, um Strömungsverluste durch Leckagen und damit Wirkungsgradverluste zu minimieren.

**[0023]** Weiterhin besteht die Lösung der Aufgabe in einem Verfahren zur Montage der axialen Strömungsmaschine, wobei je ein Segment des Dichtungsträgers in Umfangsrichtung der Strömungsmaschine an einem zugehörigen Segment des Innenrings montiert wird. Das Segment des Dichtungsträgers wird mittels eines zugehörigen Segments der Spreizeinrichtung an dem Segment des Innenrings verspannt, wobei das Segment der Spreizeinrichtung nach Montage des Segments des Dichtungsträgers am Segment des Innenrings aus einem

im wesentlichen spannungsfreien ersten Montagezustand in einen zweiten Montagezustand bewegt, bei dem mittels des Segments der Spreizeinrichtung eine Federspannung zwischen dem Segment des Innenrings und dem Segment des Dichtungsträgers erzeugt wird.

**[0024]** Dieses Montageverfahren ermöglicht durch den ersten Montagezustand und den zweiten Montagezustand jedes Segments der Spreizeinrichtung ein kontrolliertes Verspannen der Segmente des Innenrings mit den Segmenten des Dichtungsträgers.

**[0025]** In einer besonderen Weiterbildung der Erfindung umfasst das Verfahren zur Montage der axialen Strömungsmaschine die folgenden Schritte:

- a) Anlegen eines Segments der Spreizeinrichtung am zugehörigen Segment des Innenrings, wobei die Spreizelemente des Segments der Spreizeinrichtung in die Taschen hineinragen,
- b) Montage eines Segments des Dichtungsträgers am zugehörigen Segment des Innenrings in Umfangsrichtung der Strömungsmaschine,
- c) Bewegen des Segments der Spreizeinrichtung in Umfangsrichtung der Strömungsmaschine durch Ziehen am Zugende, wobei die Spreizelemente aus den Taschen herausbewegt werden und mittels Federkraft das Segment des Dichtungsträgers gegenüber dem Segment des Innenrings verspannen,
- d) Abschneiden eines ersten Teils des Zugendes,
- e) Umbiegen und Unterbringen eines verbleibenden zweiten Teils des Zugendes in der zugehörigen Vertiefung am Segment des Innenrings,
- f) Wiederholen der Schritte a) bis e) für die weiteren jeweils zusammengehörigen Segmente eines Innenrings, eines Dichtungsträgers und einer Spreizeinrichtung.

**[0026]** Die Taschen und die Spreizelemente wirken derart zusammen, dass im oben genannten ersten Montagezustand die Spreizelemente in die Taschen hineinragen und im oben genannten zweiten Montagezustand außerhalb der Taschen an dem Segment des Innenrings anliegen. Durch das Anliegen wird in der Spreizeinrichtung die Federkraft erzeugt. Der Mechanismus ist bediensicher und zuverlässig. Der Einsatz des Zugendes ermöglicht eine einfache Montage und ein betriebsfestes Sichern der Spreizeinrichtung.

**[0027]** Insbesondere werden bei zunehmender oder abnehmender Länge der Taschen die Spreizelemente aufgrund des Bewegens des Segments der Spreizeinrichtung sequentiell gespannt.

**[0028]** Im Folgenden werden 2 Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von 11 Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise perspektivische Ansicht eines Segments des Stators einer erfindungsgemäßen axialen Strömungsmaschine,

- Fig. 2 eine schematische perspektivische Ansicht einer Spreizeinrichtung der axialen Strömungsmaschine,
- Fig. 2a einen Teilschnitt entlang der Umfangsrichtung der axialen Strömungsmaschine bei einem ersten Montagezustand der Spreizeinrichtung,
- Fig. 2b einen Teilschnitt entlang der Umfangsrichtung der axialen Strömungsmaschine bei einem zweiten Montagezustand der Spreizeinrichtung,
- Fig. 3 eine teilweise perspektivische Ansicht eines Segments eines Innenrings mit einer alternativen Ausführungsform der Spreizeinrichtung,
- Fig. 3a eine teilweise perspektivische Ansicht eines Endes eines Segments des Stators mit der alternativen Ausführungsform der Spreizeinrichtung,
- Fig. 3b eine teilweise perspektivische Innenansicht des Innenrings in radialer Richtung der axialen Strömungsmaschine,
- Fig. 3c eine teilweise perspektivische Ansicht des Segments des Innenrings mit der alternativen Ausführungsform der Spreizeinrichtung nach abgeschlossener Montage ohne Darstellung des Dichtungsträgers,
- Fig. 3d eine teilweise perspektivische Ansicht des Statorsegments mit der alternativen Ausführungsform der Spreizeinrichtung nach abgeschlossener Montage,
- Fig. 4 eine Ansicht eines Innenrings mit zwei Segmenten der Spreizeinrichtung in einer axialen Richtung der axialen Strömungsmaschine, und
- Fig. 5 eine teilweise Schnittansicht durch den Stator in Längsrichtung der axialen Strömungsmaschine.

**[0029]** Fig. 1 zeigt ein Segment des Stators einer ansonsten nicht weiter dargestellten axialen Strömungsmaschine. Der Stator umfasst eine Vielzahl von verstellbaren Leitschaufeln 1a, deren in Fig. 1 nicht sichtbare Zapfen mittels Buchsen 2 in einem Segment 3 eines nicht in seiner Gesamtheit dargestellten Innenrings gelagert sind. Selbstverständlich sind die Leitschaufeln 1a grundsätzlich auch ohne Buchsen 2 in dem Innenring lagerbar. Ein Segment 4 eines nicht in seiner Gesamtheit dargestellten Dichtungsträgers ist in Fig. 1 teilweise auf das Segment 3 des Innenrings aufgeschoben dargestellt.

Auch in den folgenden Figuren sind jeweils nur die Segmente 3, 4, und 5 ohne die zugehörige Gesamtheit des Innenrings, des Dichtungsträgers und der Spreizeinrichtung gezeigt.

**[0030]** Der Innenring gemäß Fig. 1 weist mehrere, an seiner in radialer Richtung der axialen Strömungsmaschine innen liegenden Seite in Umfangsrichtung u angeordnete, längliche Taschen auf. Exemplarisch sind hier die Taschen 3a, 3b, 3c dargestellt. Jeweils zwei Taschen 3a, 3b, 3c sind in der Umfangsrichtung u beidseitig am Innenring angeordnet, jedoch sind die zusammengehörigen Taschen 3a, 3b, 3c jeweils versetzt zueinander angeordnet. Die Länge der Taschen 3a, 3b, 3c nimmt in Umfangsrichtung u der axialen Strömungsmaschine zu. D.h. die Tasche 3a ist kürzer als die Tasche 3b, und die Tasche 3b ist kürzer als die Tasche 3c. Selbstverständlich können die zusammengehörenden Taschen 3a, 3b, 3c auch nicht versetzt zueinander angeordnet sein und/oder eine gleiche Erstreckung in Umfangsrichtung aufweisen und somit gleich lang sein.

**[0031]** In Fig. 2 ist eine erste beispielhafte Ausführungsform eines Segments 5 einer Spreizeinrichtung dargestellt, die dazu dient, das Segment 4 des Dichtungsträgers am Segment 3 des Innenrings zu verspannen. Das Segment 5 der Spreizeinrichtung umfasst ein Spreizband 5b mit mehreren beidseitig angeordneten Laschen 5c als Spreizelementen. Exemplarisch und schematisch sind hier jeweils drei Laschen 5c an jeder Seite dargestellt. Die zusammengehörenden Laschen 5c sind jeweils entsprechend den Taschen 3a, 3b, 3c versetzt zueinander angeordnet. Selbstverständlich können die zusammengehörenden Laschen 5c auch nicht versetzt zueinander angeordnet sein. Die Laschen 5c sind in Umfangsrichtung u voneinander beabstandet und stehen alle in der gleichen Richtung, nämlich zum Innenring hin, winklig vom Spreizband 5b ab. Die Laschen 5c sind einstückig mit dem Spreizband 5c gefertigt. Das Spreizband 5b weist ein Zugende 5f auf, das einen ersten Teil 5g und einen zweiten Teil 5h umfasst. Der Teil 5g dient zum Aufbringen einer Zugkraft und wird nach dem Positionieren am Segment 3 des Innenrings abgetrennt. Der Teil 5h dient nach dem Abtrennen des ersten Teils 5g zum Sichern des Segments 5 der Spreizeinrichtung am Innenring.

**[0032]** In Fig. 2a ist ein Ausschnitt um eine Lasche 5c in einem ersten Montagezustand des Segments 5 der Spreizeinrichtung dargestellt. Das Spreizband 5b befindet sich zwischen dem Segment 3 des Innenrings und dem Segment 4 des Dichtungsträgers. Die Lasche 5c des Segments 5 der Spreizeinrichtung ragt in die Tasche 3a des Segments 3 des Innenrings. Zum Verspannen wird das Segment 5 der Spreizeinrichtung entlang der Umfangsrichtung u gezogen.

**[0033]** Die Fig. 2b zeigt einen Ausschnitt um eine Lasche 5c in einem zweiten Montagezustand des Segments 5 der Spreizeinrichtung. Nach dem Ziehen des Segments 5 der Spreizeinrichtung entlang der Umfangsrichtung u befindet sich die Lasche 5c außerhalb der Ta-

sche 3a des Segments 3 des Innenrings. Die am Spreizband 5b angebrachte Lasche 5c ist nun zwischen dem Segment 3 des Innenrings und dem Segment 4 des Dichtungsträgers gespannt.

**[0034]** Die Fig. 3 stellt ein Segment 3 des Innenrings mit einer verstellbaren Leitschaukel 1a und einer zweiten beispielhaften Ausführungsform eines Segments 5 einer Spreizeinrichtung der erfindungsgemäßen axialen Strömungsmaschine dar. Das Segment 5 der Spreizeinrichtung umfasst hier zwei Spreizbänder 5d, die in der Umfangsrichtung u parallel zueinander angeordnet sind. Jedes Spreizband 5d umfasst mehrere bogenförmige Abschnitte 5e als Spreizelemente, die jeweils in der Umfangsrichtung u voneinander beabstandet sind und die von den Spreizbändern 5d in Richtung des Segments 3 des Innenrings abstehen. Die Spreizbänder 5d weisen jeweils ein Zugende 5f auf, das über das Ende des Segments 3 des Innenrings hinausragt. Das Segment 3 des Innenrings weist in der Umfangsrichtung u mehrere Taschen auf, von denen hier exemplarisch zwei Taschen 3a, 3b dargestellt sind. Die Länge der Taschen 3a, 3b nimmt in der Umfangsrichtung u ab, d.h. die Tasche 3a ist kürzer als die Tasche 3b. Im dargestellten ersten Montagezustand des Segments 5 der Spreizeinrichtung sind die bogenförmigen Abschnitte 5e in den Taschen 3a, 3b angeordnet.

**[0035]** Die Fig. 3a stellt in einem Ausschnitt das Segment 1 des Stators nach Montage des Segments 4 des Dichtungsträgers am Segment 3 des Innenrings mittels des Segments 5 der Spreizeinrichtung dar. Von dem Segment 5 der Spreizeinrichtung sind nur die Zugenden 5f sichtbar, die in der Umfangsrichtung u über das Segment 3 des Innenrings und über das Segment 4 des Dichtungsträgers hinausragen. Das Segment 3 des Innenrings trägt exemplarisch eine verstellbare Leitschaukel 1a. Das Segment 3 des Innenrings weist an seinem dargestellten Ende zwei für die Zugenden 5f vorgesehene Vertiefungen 3d auf.

**[0036]** In Fig. 3b ist die in radialer Richtung der axialen Strömungsmaschine zeigende Seite des Segments 3 des Innenrings dargestellt. Sichtbar sind hier die Vertiefungen 3d und die Buchsen 2, die die hier nicht dargestellten verstellbaren Leitschaukeln führen. Die Buchsen 2 weisen parallele in der Umfangsrichtung u verlaufende abgeflachte Abschnitte 2a auf, die das Führen der Spreizbänder 5d zwischen dem Segment 3 des Innenrings und dem Segment 4 des Dichtungsträgers (in Fig. 3b nicht dargestellt) begünstigen.

**[0037]** Fig. 3c zeigt das Segment 3 des Innenrings, das exemplarisch eine verstellbare Leitschaukel 1a trägt. Das Segment 5 der Spreizeinrichtung ist im fertig montierten Zustand dargestellt, d.h. die zweiten Teile 5h der Zugenden 5f der Spreizbänder 5d sind umgebogen und in den Vertiefungen 3d des Segments 3 des Innenrings untergebracht. Die bogenförmigen Abschnitte 5e des Segments 5 der Spreizeinrichtung befinden sich außerhalb der unterschiedlich langen Taschen 3a, 3b. Eigentlich ist dieser Montagezustand mit umgebogenen zwei-

ten Teilen 5h der Zugenden 5f erst erreicht, nachdem das Segment 4 des Dichtungsträgers montiert ist. Dieser ist jedoch hier nicht dargestellt, damit die Lage des Segments 5 der Spreizeinrichtung besser erkennbar ist. Fig. 3d zeigt das gleiche Ende des Segments 1 des Stators wie in Fig. 3c mit einer beispielhaft dargestellten verstellbaren Leitschaukel 1a und dem Segment 5 der Spreizeinrichtung, hier jedoch zusammen mit dem montiertem Segment 4 des Dichtungsträgers. Die zweiten Teile 5h der Zugenden 5f des Segments 5 der Spreizeinrichtung sind auch hier umgebogen und in den Vertiefungen 3d untergebracht.

**[0038]** In Fig. 4 ist ein 180°-Segment 3 eines Innenrings dargestellt, an dem drei verstellbare Leitschaukeln 1a stellvertretend für die Gesamtheit der Beschaukelung angebracht sind. An den Segment 3 des Innenrings liegen zwei 90°-Segmente 5 der Spreizeinrichtung an. Nach der Montage von dem oder den hier nicht dargestellten Segmenten 4 des Dichtungsträgers werden die Segmente 5 der Spreizeinrichtung in Richtung der Pfeile z, die die Zugrichtung angeben, in dem Zwischenraum zwischen dem Segment 3 des Innenrings und dem bzw. den Segmenten des Dichtungsträgers entlang der Umfangsrichtung u bewegt. Die Segmente 5 der Spreizeinrichtung können gemäß den Fig. 2 bis 2b oder den Fig. 3 bis 3d ausgeführt sein.

**[0039]** Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch die montierte Anordnung aus einem Segment 3 des Innenrings mit einer verstellbaren Leitschaukel 1a, deren Zapfen 1b mittels einer Buchse 2 im Innenring gelagert ist, einem Segment 4 des Dichtungsträgers und zwei Spreizbändern gemäß den Fig. 3 bis 3d. Der Schnitt liegt in einer Ebene eines Längsschnitts einer hier nicht weiter dargestellten axialen Strömungsmaschine. In dieser Ansicht ist besonders gut zu erkennen, dass das Segment 4 des Dichtungsträgers in Umfangsrichtung an dem Segment 3 des Innenrings montiert ist.

**[0040]** Bei der Montage der beiden alternativen Ausführungsformen der Spreizeinrichtung der erfindungsgemäßen axialen Strömungsmaschine gemäß den obigen Figuren laufen mit Bezug auf die Figuren folgende Schritte ab:

- a) Anlegen eines Segments der Spreizeinrichtung am zugehörigen Segment des Innenrings, wobei die Spreizelemente der Spreizeinrichtung in die Taschen hineinragen (Fig. 3),
- b) Montage eines Segments des Dichtungsträgers am zugehörigen Segment des Innenrings in Umfangsrichtung der Strömungsmaschine (Fig. 3a),
- c) Bewegen der Spreizeinrichtung in Umfangsrichtung der Strömungsmaschine durch Ziehen am Zugende, wobei die Spreizelemente aus den Taschen herausbewegt werden und mittels Federkraft das Segment des Dichtungsträgers gegenüber dem Segment des Innenrings verspannen (Fig. 2a, 2b, 3, 3c, 4),
- d) Abschneiden eines ersten Teils des Zugendes,

- e) Umbiegen und Unterbringen eines verbleibenden zweiten Teils des Zugendes in der zugehörigen Vertiefung am Innenring (Fig. 3c, 3d),  
 f) Wiederholen der Schritte a) bis e) für die weiteren jeweils zusammengehörigen Segmente eines Innenrings, eines Dichtungsträgers und einer Spreizeinrichtung.

**[0041]** Die Erfindung bezieht sich auf eine axiale Strömungsmaschine, die einen Stator mit verstellbaren Leitschaufeln umfasst, wobei innere Zapfen der Leitschaufeln mittels Buchsen in einem Innenring aufgenommen sind, der in Umfangsrichtung der Strömungsmaschine in mindestens zwei Segmente aufgeteilt und in axialer Richtung der Strömungsmaschine einstückig ist, und wobei ein Dichtungsträger, der in Segmente aufgeteilt ist, an dem Innenring montiert.

**[0042]** Um Undichtigkeiten zwischen einem Innenring und einem Dichtungsträger zu verhindern und gleichzeitig eine einfache Montage zu ermöglichen, ist der Dichtungsträger mit dem Innenring mittels einer Spreizeinrichtung verspannt, die in Segmente aufgeteilt ist und gegenüber den zugehörigen Segmenten des Innenrings und den Segmenten des Dichtungsträgers eine verlängerte Bogenlänge aufweist, und ein Segment der Spreizeinrichtung mindestens ein Spreizband mit Spreizelementen umfasst, die entlang der Umfangsrichtung ausgerichtet und ebenfalls entlang der Umfangsrichtung voneinander beabstandet sind und vom dem Spreizband aus in radialer Richtung der Strömungsmaschine nach außen abstehen.

#### Bezugszeichenliste

1	Segment des Stators
1a	Verstellbare Leitschaufel
1b	Zapfen
2	Buchse
2a	Abgeflachter Abschnitt
3	Segment des Innenrings
3a	Erste Tasche
3b	Zweite Tasche
3c	Dritte Tasche
3d	Vertiefung
4	Segment des Dichtungsträgers
5	Segment der Spreizeinrichtung
5b	Spreizband
5c	Lasche
5d	Spreizband
5e	Bogenförmiger Abschnitt
5f	Zugende
5g	Erster Teil
5h	Zweiter Teil
u	Umfangsrichtung
z	Zugrichtung

#### Patentansprüche

1. Axiale Strömungsmaschine, die einen Stator mit verstellbaren Leitschaufeln (1a) umfasst, wobei innere Zapfen (1b) der Leitschaufeln mittels Buchsen (2) in einem Innenring aufgenommen sind, der in Umfangsrichtung (u) der Strömungsmaschine in mindestens zwei Segmente (3) aufgeteilt und in axialer Richtung der Strömungsmaschine einstückig ist, und wobei ein Dichtungsträger, der in Segmente (4) aufgeteilt ist, an dem Innenring montiert ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dichtungsträger mit dem Innenring mittels einer Spreizeinrichtung verspannt ist, die in Segmente (5) aufgeteilt ist und gegenüber den zugehörigen Segmenten (3) des Innenrings und den Segmenten (4) des Dichtungsträgers eine verlängerte Bogenlänge aufweist, und ein Segment (5) der Spreizeinrichtung mindestens ein Spreizband (5b, 5d) mit Spreizelementen (5c, 5e) umfasst, die entlang der Umfangsrichtung (u) ausgerichtet und ebenfalls entlang der Umfangsrichtung (u) voneinander beabstandet sind und vom dem Spreizband (5b, 5d) aus in radialer Richtung der Strömungsmaschine nach außen abstehen.
2. Axiale Strömungsmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Spreizband (5d) zumindest in einem in axialer Richtung der Strömungsmaschine mittleren Abschnitt eine durchgehende Form entlang der Umfangsrichtung (u) aufweist und die Spreizelemente (5c) einstückig mit dem Spreizband (5d) ausgebildet sind.
3. Axiale Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spreizeinrichtung mindestens ein Spreizband (5b, 5d) umfasst, an dem die Spreizelemente (5c, 5e) in Form von gefederten Abschnitten angeordnet sind, die bei der Montage des Segments (4) des Dichtungsträgers in Taschen (3a, 3b, 3c) des Segments (3) des Innenrings eingreifen und nach der Montage des Segments (4) des Dichtungsträgers außerhalb der Taschen (3a, 3b, 3c) in radialer Richtung der Strömungsmaschine durch Federspannung am Segment (3) des Innenrings anliegen.
4. Axiale Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spreizelemente (5c) als Laschen (5c) ausgebildet sind, die in axialer Richtung der Strömungsmaschine beidseitig am Spreizband (5b) angeordnet sind.
5. Axiale Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Segment (5) der Spreizeinrichtung zwei parallele Spreizbänder (5d) umfasst, die in axialer Richtung der Strömungsmaschine geführt sind.

6. Axiale Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spreizelemente (5e) als bogenförmige Abschnitte (5e) der Spreizbänder (5d) ausgebildet sind.
7. Axiale Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge der einzelnen Taschen (3a, 3b, 3c) entlang der Umfangsrichtung (u) zunimmt oder abnimmt, so dass eine sequentielle Verspannung ermöglicht wird.
8. Axiale Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in der axialen Richtung stromabwärtigen Taschen (3a, 3b, 3c) sowie die zugehörigen Spreizelemente (5c, 5e) versetzt gegenüber den stromaufwärtigen Taschen (3a, 3b, 3c) und den zugehörigen Spreizelementen (5c, 5e) angeordnet sind.
9. Axiale Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes gegenüber den Segmenten (3) des Innenrings und den Segmenten (4) des Dichtungsträgers verlängerte Segment (5) der Spreizeinrichtung mindestens ein Zugende (5f) ausbildet, das nach dem Verspannen des Segments (4) des Dichtungsträgers zumindest teilweise abtrennbar, am Segment (3) des Innenrings umbiegbar und in mindestens eine zugehörigen Vertiefung (3d) im Segment des Innenrings versenkbar ist.
10. Axiale Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Segment (5) der Spreizeinrichtung aus Blechmaterial geformt ist.
11. Verwendung der axialen Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10 als Verdichter in einer Gasturbine, insbesondere in einem Strahltriebwerk.
12. Verfahren zur Montage der axialen Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei je ein Segment (4) des Dichtungsträgers in Umfangsrichtung der Strömungsmaschine an einem zugehörigen Segment (3) des Innenrings montiert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Segment (4) des Dichtungsträgers mittels eines zugehörigen Segments (5) der Spreizeinrichtung an dem Segment (3) des Innenrings verspannt wird, wobei das Segment (5) der Spreizeinrichtung nach Montage des Segments (4) des Dichtungsträgers am Segment (3) des Innenrings aus einem im wesentlichen spannungsfreien ersten Montagezustand in einen zweiten Montagezustand bewegt, bei dem mittels des Segments (5) der Spreizeinrichtung eine Feder- spannung zwischen dem Segment (3) des Innenrings und dem Segment (4) des Dichtungsträgers erzeugt wird.
13. Verfahren zur Montage der axialen Strömungsmaschine nach Anspruch 11, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
- Anlegen eines Segments (5) der Spreizeinrichtung am zugehörigen Segment (3) des Innenrings, wobei die Spreizelemente (5c, 5e) des Segments der Spreizeinrichtung in die Taschen (3a, 3b, 3c) hineinragen,
  - Montage eines Segments (4) des Dichtungsträgers am zugehörigen Segment (3) des Innenrings in Umfangsrichtung (u) der Strömungsmaschine,
  - Bewegen des Segments (5) der Spreizeinrichtung in Umfangsrichtung (u) der Strömungsmaschine durch Ziehen am Zugende (5f), wobei die Spreizelemente (5c, 5e) aus den Taschen (3a, 3b, 3c) herausbewegt werden und mittels Federkraft das Segment (4) des Dichtungsträgers gegenüber dem Segment (3) des Innenrings verspannen,
  - Abschneiden eines ersten Teils (5g) des Zugendes (5f),
  - Umbiegen und Unterbringen eines verbleibenden zweiten Teils (5h) des Zugendes (5f) in der zugehörigen Vertiefung (3d) am Segment (3) des Innenrings,
  - Wiederholen der Schritte a) bis e) für die weiteren jeweils zusammengehörigen Segmente (3, 4, 5) eines Innenrings, eines Dichtungsträgers und einer Spreizeinrichtung.
14. Verfahren zur Montage der axialen Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei zunehmender oder abnehmender Länge der Taschen (3a, 3b, 3c) die Spreizelemente (5c, 5e) aufgrund des Bewegens des Segments (5) der Spreizeinrichtung sequentiell gespannt werden.

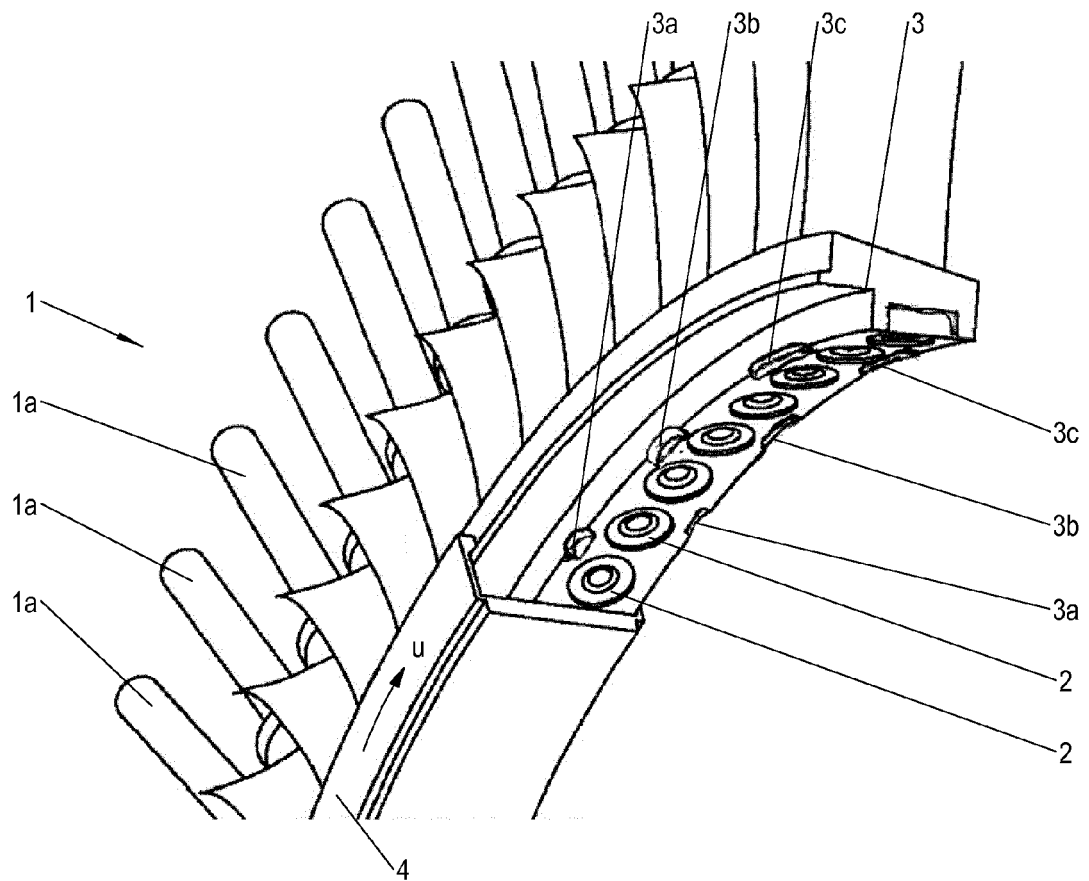


Fig. 1

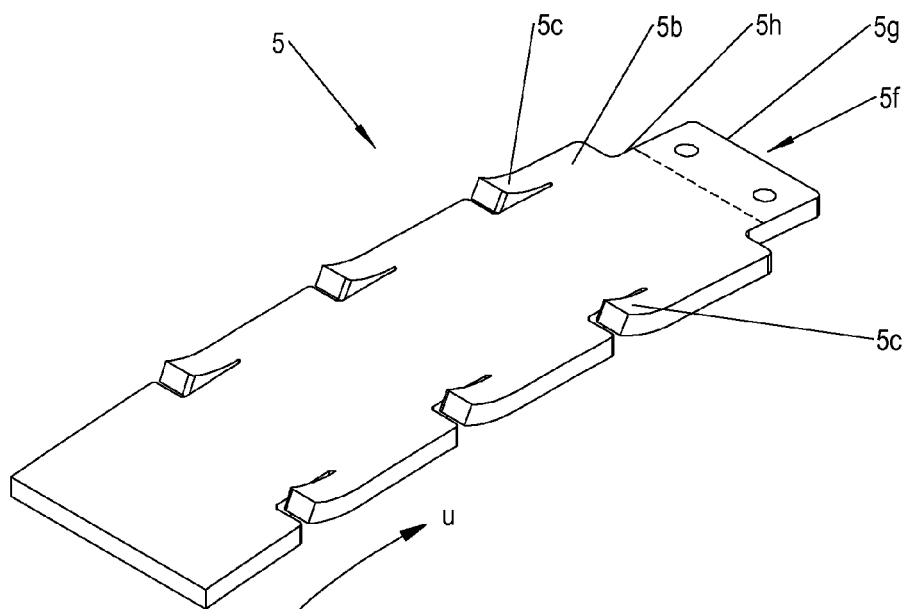


Fig. 2



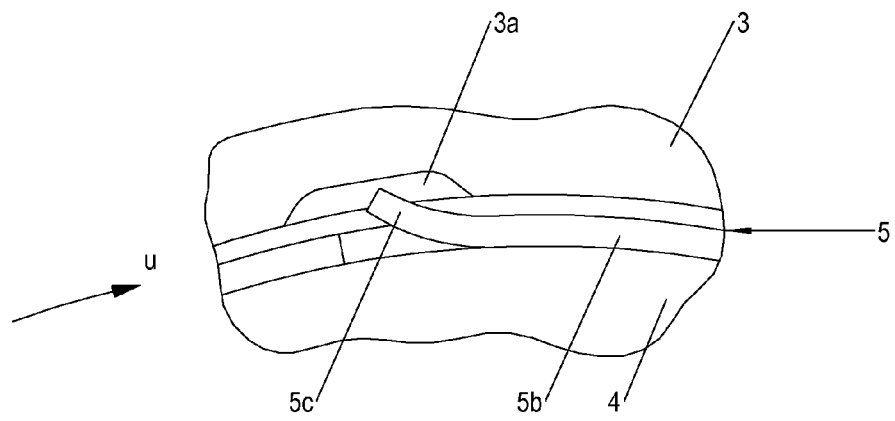


Fig. 2a

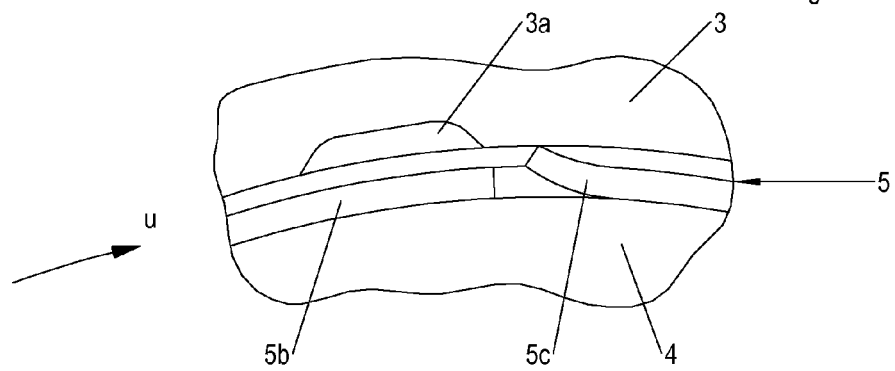


Fig. 2b

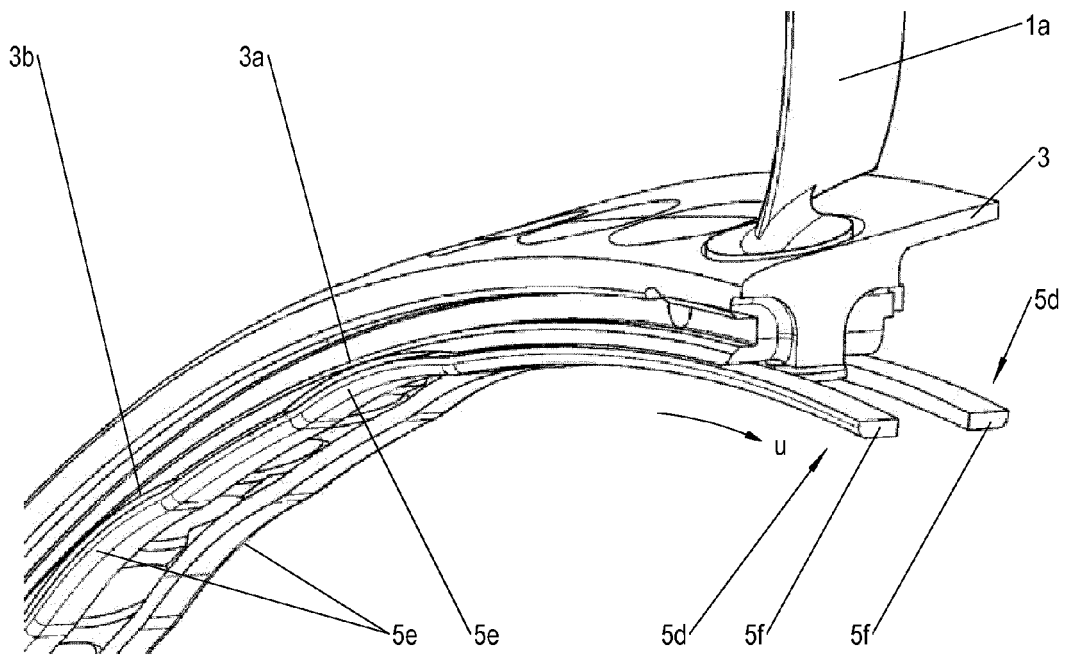


Fig. 3

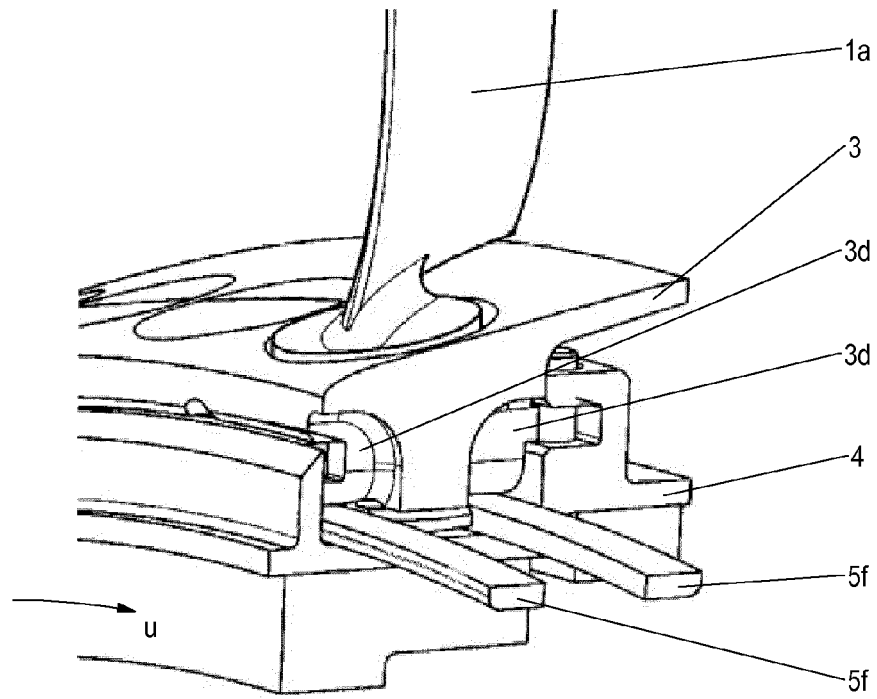


Fig. 3a

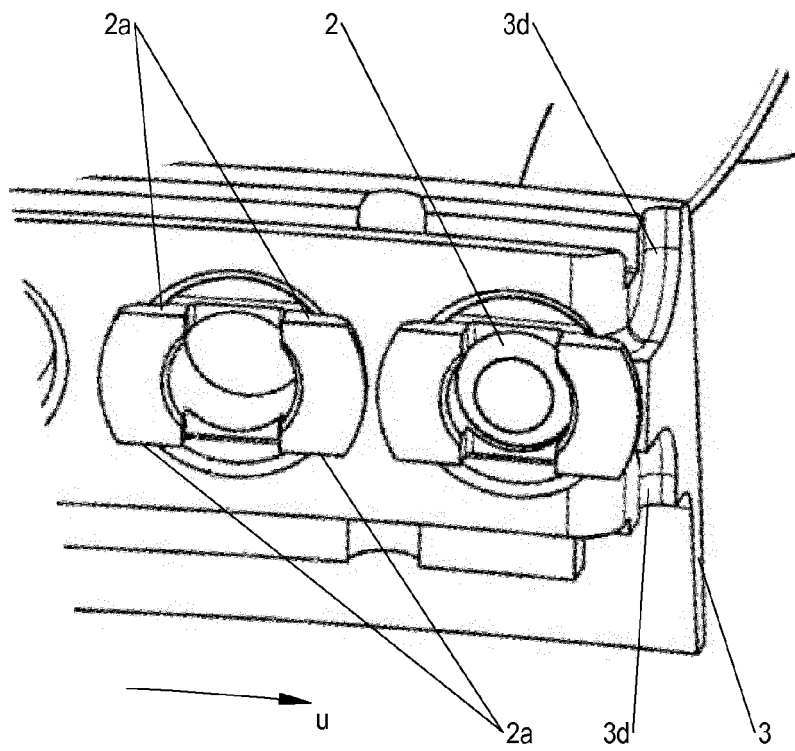


Fig. 3b

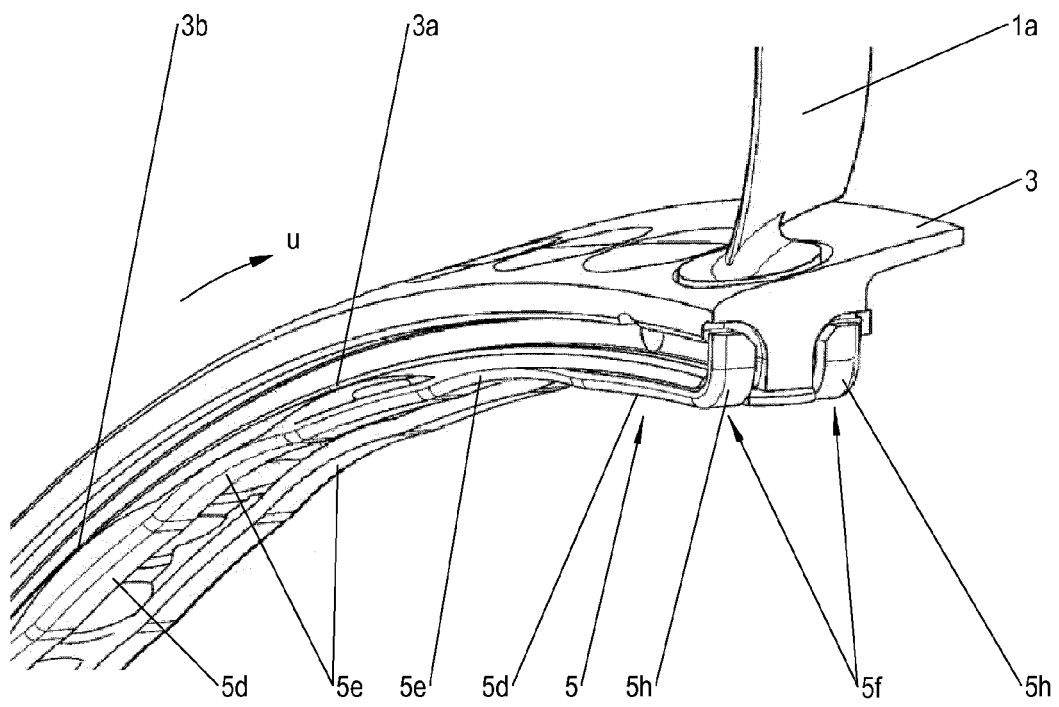


Fig. 3c

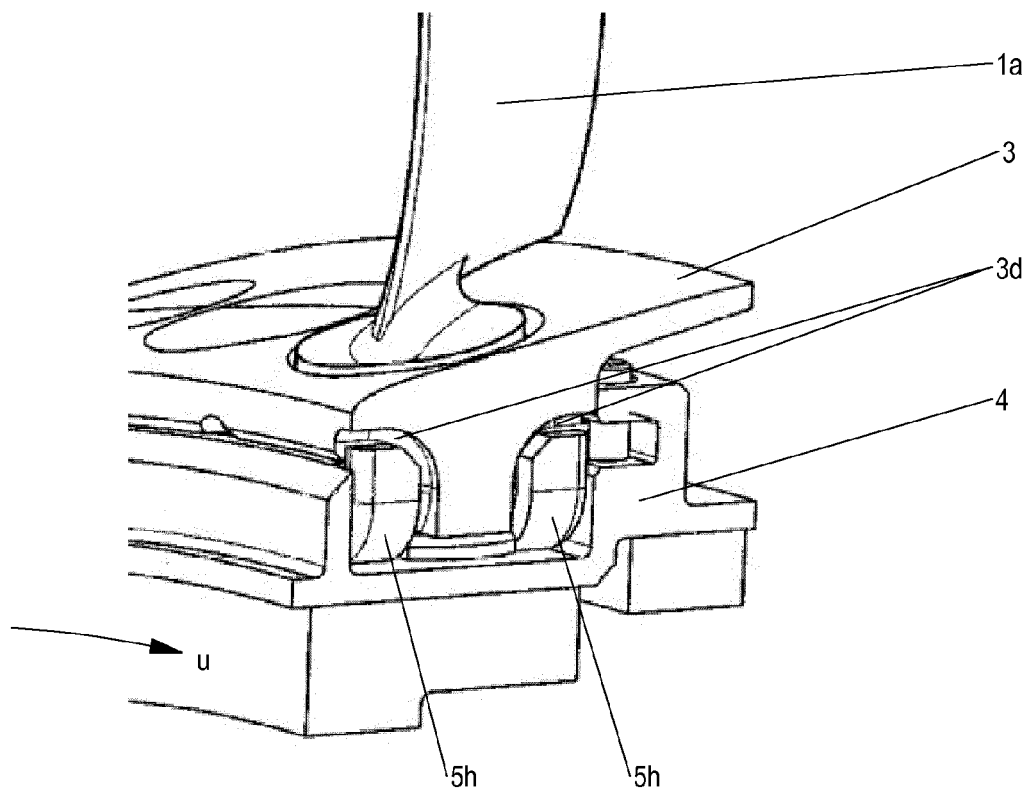


Fig. 3d

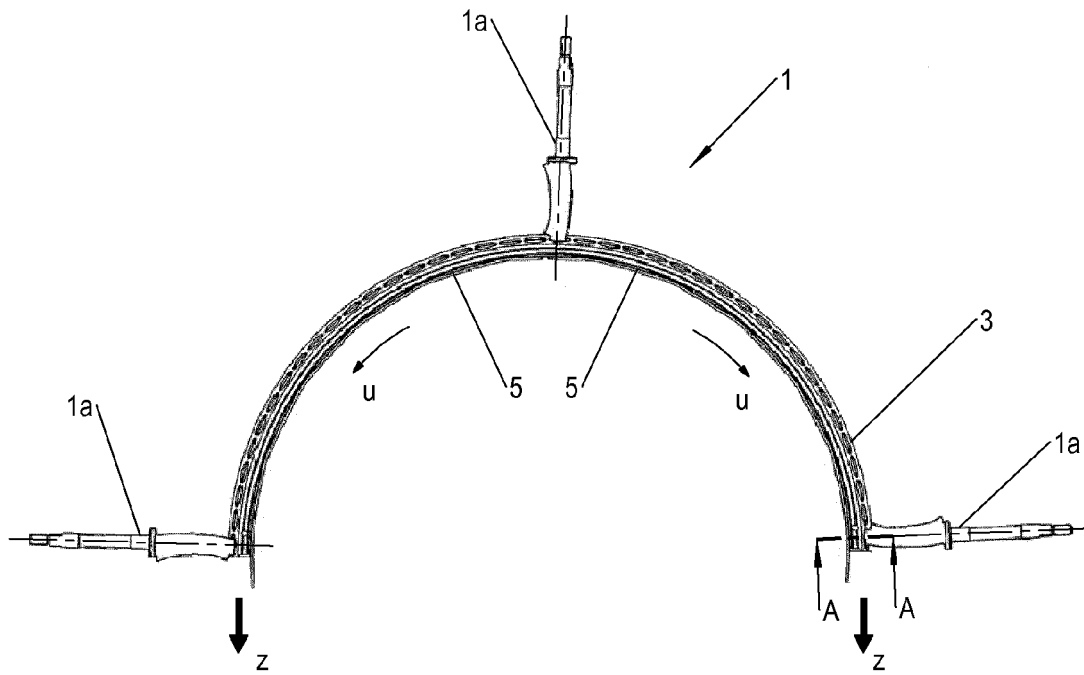


Fig. 4

A-A

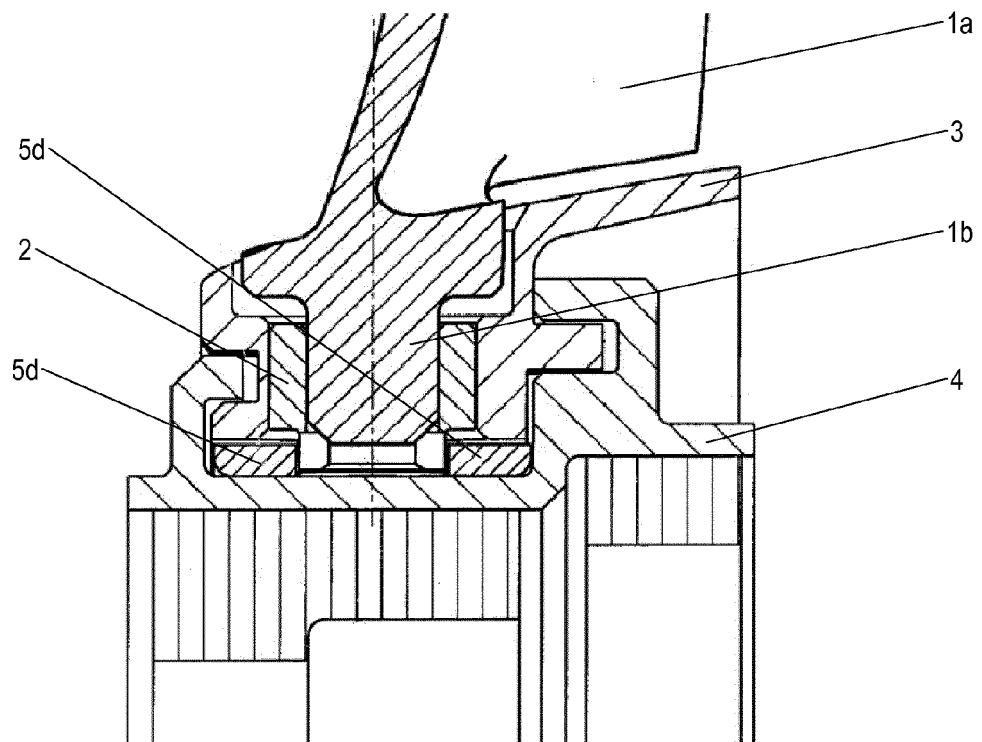


Fig. 5



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 13 16 1909

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 0 696 675 A1 (SNECMA [FR]) 14. Februar 1996 (1996-02-14) * Spalte 2, Zeile 36 - Spalte 3, Zeile 43; Abbildungen 1,3,4 *	1,12	INV. F01D9/04 F01D17/16
A	EP 1 205 639 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 15. Mai 2002 (2002-05-15) * Absatz [0023] - Absatz [0026]; Abbildungen 4,5 *	1,12	
A	EP 1 586 744 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 19. Oktober 2005 (2005-10-19) * Absatz [0020] - Absatz [0026]; Abbildung 3 *	1,12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>28. Juni 2013</b>	Prüfer <b>Pileri, Pierluigi</b>
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 13 16 1909

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.

28-06-2013

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0696675	A1	14-02-1996	DE	69505074 D1	05-11-1998
			DE	69505074 T2	11-03-1999
			EP	0696675 A1	14-02-1996
			FR	2723614 A1	16-02-1996
			US	5636968 A	10-06-1997
-----					
EP 1205639	A1	15-05-2002	EP	1205639 A1	15-05-2002
			JP	2002168196 A	14-06-2002
-----					
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
-----					

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**

- DE 102006024085 A1 [0003]
- DE 3917937 A1 [0004]
- DE 102004006706 A1 [0005]