



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.09.2005 Patentblatt 2005/39

(51) Int Cl.7: **F01D 11/18**

(21) Anmeldenummer: **05090065.3**

(22) Anmeldetag: **16.03.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(72) Erfinder:
• **Wunderlich, Thomas**
15834 Rangsdorf (DE)
• **Broadhead, Peter**
Derby, DE3 9AH (GB)
• **Schiebold, Harald**
12161 Berlin (DE)

(30) Priorität: **26.03.2004 DE 102004016222**

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

(74) Vertreter: **Wablat, Wolfgang**
Patentanwalt,
Potsdamer Chaussee 48
14129 Berlin (DE)

(54) **Anordnung zur selbsttätigen Laufspalteinstellung bei einer zwei- oder mehrstufigen Turbine**

(57) Bei einer zwei- oder mehrstufigen Turbine sind zur passiven kontinuierlichen Laufspalteinstellung in allen Stufen den Rotoren seitlich Dehnringe zugeordnet, deren thermisches Dehnungs- und Kontraktionsverhalten dem der Rotoren entspricht und die mit radial beweglichen vorgeschalteten und nachgeschalteten Leitschaufeln (5, 7) verbunden sind. Die nachgeschalteten

Leitschaufeln sind an den vorgeschalteten Leitschaufeln über eine axial und in Umfangsrichtung fixierte sowie am Außengehäuse (10) der Turbine radial flexibel geführte Brücke (16; 17, 18) montiert. Die zwischen den Rotorscheiben angeordneten Leitschaufeln (6) sind integral mit der Brücke verbunden oder als separate Bauteile an dieser axial und in Umfangsrichtung zur Aufnahme von Roll- und Kippmomenten gehalten.

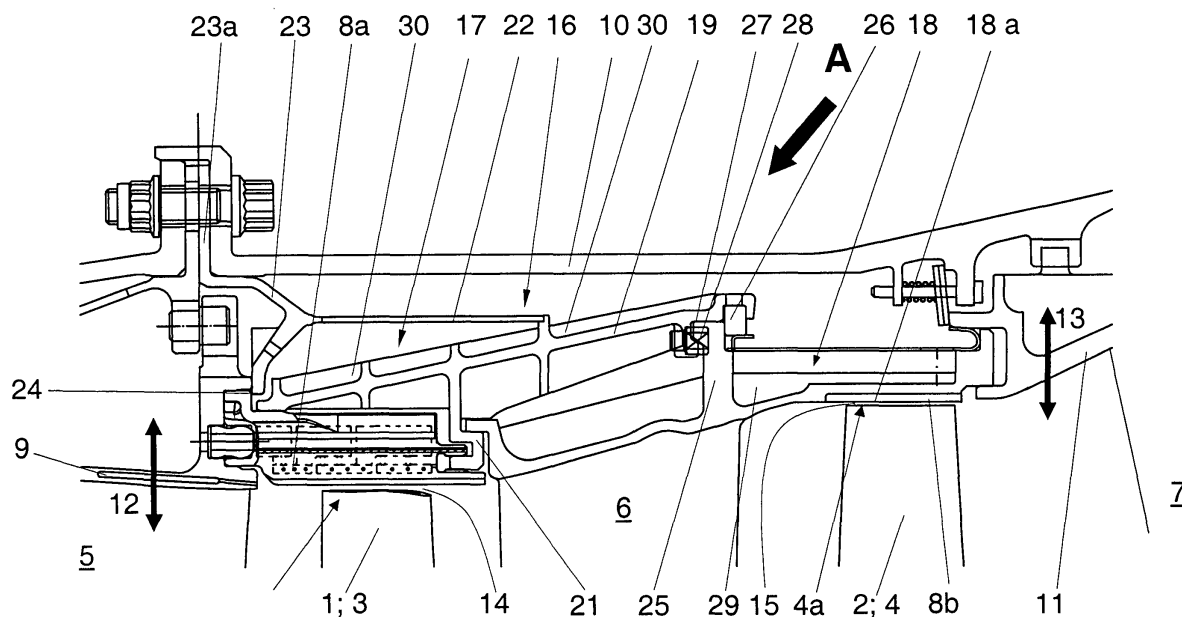


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur selbsttätigen - passiven - Laufspalteinstellung bei einer zwei- oder mehrstufigen Turbine, die innerhalb eines Außengehäuses mindestens erste und zweite Rotoren und diesen vor-, zwischen- und nachgeschaltete Leitschaufeln umfasst.

[0002] Bei der Turbine von Flugzeugtriebwerken soll der Abstand zwischen den Schaufelspitzen des Rotors und dem diesem benachbarten Gehäuse oder einem sonstigen feststehenden Bauteil möglichst klein sein, um die Leistungs- und Kraftstoffverluste in allen Flugphasen gering zu halten und eine hohe Effizienz des Triebwerks zu gewährleisten. Das bereitet jedoch insofern Schwierigkeiten als die rotierenden und statischen Bauteile unterschiedlichen dynamischen Belastungen und insbesondere in den verschiedenen Flugphasen - Start, Beschleunigung, Dauerflugzustand oder Verzögerung - unterschiedlichen thermischen Belastungen unterworfen sind und ein dementsprechend voneinander abweichendes Ausdehnungs- und Kontraktionsverhalten aufweisen.

[0003] Der Abstand (Laufspalt, Schaufelspalt) zwischen den beweglichen Schaufelspitzen und den diesen benachbarten feststehenden Gehäuseteilen muss groß genug sein, um bei dem unter Übergangsbedingungen herrschenden Dehnungsverhalten ein Auseinanderreiben der festen und beweglichen Teile zu verhindern. Dieser Abstand ist aber dann während eines Dauerbetriebszustandes zu groß, um eine effiziente Nutzung der zugeführten Energie zu gewährleisten.

[0004] Um den Laufspalt in allen Betriebsphasen auf einem möglichst konstanten und geringen Maß zu halten und damit die eingesetzte Energie wirksam zu nutzen, und zwar ohne dass in der Startphase die rotierenden Schaufelspitzen des Rotors den benachbarten feststehenden Bereich des Gehäuses kontaktieren, wurde eine Vielzahl von Lösungsvorschlägen zur Regelung der Laufspaltweite unterbreitet.

[0005] Die bekannten "aktiven" Lösungen zur Einstellung der Größe des Laufspaltes umfassen die Zuführung von kalter Kompressorluft oder heißen Verbrennungsgasen zum Gehäuse bzw. zu den mit diesen verbundenen Linersegmenten (Zwischenlagen), über deren Dehnung bzw. Kontraktion die Spaltgröße aktiv eingestellt werden kann bzw. das Dehnungsverhalten des Stators an das thermische und dynamischen Dehnungsverhalten des Rotors in den verschiedenen Betriebsphasen angepasst werden kann.

[0006] Die "aktiven" Systeme zur Luftspalteinstellung sind jedoch insofern nachteilig, als damit ein Verlust an Kompressorarbeit bzw. eine Verminderung des Turbinenwirkungsgrades verbunden ist. Außerdem ist nicht in jeder Betriebsphase eine adäquate Einstellung der Spaltweite zwischen Schaufelspitzen und Linersegmenten möglich. Schließlich sind die aktiven Systeme wegen der erforderlichen Ventil- und Steuervorrichtungen

gen kostenaufwendig.

[0007] Zur Lösung der mit der aktiven Spaltgrößenregelung verbundenen Probleme wird in der GB2061396 für eine einstufige Turbine eine im Gehäuseinneren vorgesehene Anordnung zur "passiven" automatischen Laufspalteinstellung zwischen den Schaufelspitzen und den an der Innenseite des Turbinengehäuses angebrachten Linersegmenten vorgeschlagen. Bei dieser "passiven" Laufspaltregelung sind die im Abstand über den Spitzen der Rotorschaukeln angeordneten Linersegmente auf einer Seite an den äußeren Plattformen der Leitschaufeln der Turbine und auf der anderen Seite an den äußeren Plattformen einer nachfolgenden Leitschaufel gehalten, während die inneren Plattformen der beiderseitigen Leitschaufelsegmente jeweils mit einem Ringelement (Dehnring) verbunden sind, dessen Reaktion auf eine bestimmte thermische Belastung dem thermischen Verhalten des Rotors entspricht. Dadurch werden bei einer Dehnung oder Kontraktion des Rotors die mit den Plattformen verbundenen Ringelemente in gleichem Maße wie der Rotor vergrößert oder verkleinert und die beweglich gehaltenen Leitschaufelsegmente verschoben sowie die an diesen angebrachten Linersegmente relativ zum Rotor und entsprechend dessen Dehnungs- und Kontraktionsmaß eingestellt.

[0008] Mit dieser Konstruktion, die auch eine spezielle Halterung der Leitschaufeln einschließt, um deren radiale Bewegung zu ermöglichen, ist die Ausbildung eines in jeder Betriebsphase des Triebwerkes gleichbleibenden Laufspaltes zwischen den Schaufelspitzen und den Linersegmenten gewährleistet. Die zuvor beschriebene Anordnung ist jedoch nicht für zwei- oder mehrstufige Turbinen geeignet.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auf der Grundlage der aus der GB 2061396 bekannten radialen Verstellung der Linersegmente entsprechend dem Dehnungs- und Kontraktionsverhalten des Rotors eine Anordnung zur passiven Einstellung einer in unterschiedlichen Betriebsphasen konstanten Laufspaltweite für zwei- oder mehrstufige Turbinen anzugeben.

[0010] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einer gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 ausgebildeten Anordnung zur selbsttätigen Laufspaltweitenregelung bei einer zwei- oder mehrstufigen Turbine gelöst. Weitere Merkmale und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

[0011] Ausgehend vom Stand der Technik ist den mindestens zwei Rotoren jeweils mindestens ein Dehnring zugeordnet, dessen Dehnungs- und Kontraktionsverhalten bei Änderung der thermischen Belastung mit dem der Rotoren abgestimmt ist. Die Dehnringe sind mit den der Turbine unmittelbar vorgeschalteten und nachgeschalteten Leitschaufeln verbunden, so dass die vor- und nachgeschalteten Leitschaufeln entsprechend der thermischen Belastung verstellt werden. Die äußeren Plattformen der vor- und nachgeschalteten Leitschaufeln sind über eine Brücke, die axial und in Umfangsrichtung fixiert und in radialer Richtung beweglich ge-

führt ist, miteinander verbunden. Die zwischengeschalteten Leitschaufeln sind jeweils zwischen den Rotoren an der beweglichen Brücke integral oder separat angebracht. Die an diesen wirkenden Roll- und Kippmomente werden von den axial und in Umfangsrichtung gesicherten Brückenelementen und gegebenenfalls eine zusätzliche axiale Befestigung auf der freien Schaufelseite aufgenommen. An der so ausgebildeten Brücke sind auch die separat oder integral ausgebildeten Deckbandsegmente angebracht.

[0012] Mit dieser Brückenkonstruktion ist erstmals auch bei zwei- oder mehrstufigen Turbinen eine passive, für alle Rotorstufen einzeln optimierte Spaltweiteinstellung entsprechend der thermischen Rotorbewegung möglich, die zudem kostengünstiger als die bisher bei zweistufigen Turbinen bekannten aktiven Systeme zur Spaltweiteinstellung ist.

[0013] Gemäß einem weiteren wichtigen Merkmal der Erfindung umfasst die Brücke eine erste Halbbrücke und eine an dieser axial, radial und in Umfangsrichtung gehaltene zweite Halbbrücke, an der die zwischengeschalteten Leitschaufeln integral angeformt sind. Die erste Halbbrücke bildet ein segmentiertes Innengehäuse aus am Umfang im Abstand angeordneten biegesteifen Tragsegmenten, die jeweils über eine radial winkelfreie Verbindungsstrebe mit einem am Außengehäuse befestigten starren Ring fest verbunden sind.

[0014] Die erste Halbbrücke kann jedoch auch über ein System aus Stift und Hülse radial gleitend am Außengehäuse geführt sein.

[0015] In weiterer Ausbildung der Erfindung kann die Brücke aus Vollbrückenelementen bestehen, an denen die zwischengeschalteten Leitschaufeln sowie die Deckbandsegmente separat gehalten oder integral befestigt sind und die zwischengeschalteten Leitschaufeln auf der freien Seite in einer umlaufenden Nut gehalten sind. In einer Ausführungsform sind die Vollbrückenelemente radial mittels einem in einer Führungshülse geführten Führungsstift geführt.

[0016] In einer noch anderen Ausführungsform einer Vollbrücke sind die einzelnen Vollbrückenelemente über eine radial winkelfreie Verbindungsstrebe mit dem Außengehäuse verbunden. Die Verbindungsstreben sind entweder mit einer Nut an einem Befestigungsring gehalten oder unmittelbar mit einem am Außengehäuse über einen Flansch befestigten starren Ring verbunden. In dieser Ausführungsvariante ist an den Brückenelementen ein Tragsegment mit integrierter Leitschaukel und integriertem Deckbandsegment axial und in Umfangsrichtung fixiert.

[0017] In weiterer Ausbildung der Erfindung erfolgt die axiale Lagerung von Brückenelementen, Tragelementen oder zwischengeschalteten Leitschaufeln mit einem nach Art eines Kolbenringes ausgebildeten Befestigungsring der in eine an dem zu fixierenden Bauteil ausgebildete Nut eingreift.

[0018] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Brücken bzw. die Halbbrückenelemente (Tragele-

mente) und die Vollbrückenelemente durch Versteifungselemente (Rippen) versteift.

[0019] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Teilansicht einer zweistufigen Turbine mit einer sich entsprechend dem Dehnungsverhalten der Rotoren selbsttätig einstellenden zweiteiligen Brücke und an dieser gehaltenen Deckbandsegmenten sowie einer zwischengeschalteten Leitschaukel;

Fig. 2 eine isometrische Ansicht einer in Richtung des Pfeils A in Fig. 1 gesehenen, ein segmentiertes Innengehäuse bildenden Halbbrücke der zweiteiligen Brücke;

Fig. 3 eine andere Ausführungsform einer aus Halbbrückenelementen gebildeten Brücke, die radial gleitend gelagert ist;

Fig. 4 eine aus radial gleitend geführten Vollbrückenelementen bestehende einstückige Vollbrücke mit in diese integrierten Deckbandsegmenten und zwischengeschalteten Leitschaufeln;

Fig. 5 eine Vollbrücke nach Fig. 4, jedoch mit separat an dem jeweiligen Vollbrückenelement angebrachter Leitschaukel;

Fig. 6 eine Vollbrücke nach Fig. 4, bei der die Deckbandsegmente der ersten Stufe separat gefertigt und an dem Vollbrückenelement angebracht sind;

Fig. 7 eine Vollbrücke mit an den Vollbrückenelementen separat montierten Tragelementen und in diese integrierter Leitschaukel und Deckbandsegment, wobei die Vollbrückenelemente über einen Befestigungsring und mit diesem verbundener radial winkelfreier Verbindungsstrebe am Außengehäuse gehalten sind; und

Fig. 8 eine Vollbrücke gemäß Fig. 7, bei der die radial winkelfreien Verbindungsstreben mit einem am Außengehäuse befestigten steifen Ring fest verbunden sind.

[0020] Die in Fig. 1 schematisch teilweise wiedergegebene zweistufige Turbine umfasst einen ersten Rotor 1 und einen zweiten Rotor 2, jeweils mit einem Schaufelkranz aus Schaufeln 3 bzw. 4. Dem ersten und dem zweiten Rotor 1, 2 ist jeweils ein erster bzw. zweiter Leitschaukelkranz mit jeweils ersten bzw. zweiten Leitschaufeln 5, 6 vorgeschaltet. Das Prinzip der radialen Verstellung der im Abstand von den Schaufelspitzen 3a, 4a befindlichen, ein erstes und ein zweites Deckband

bildenden ersten und zweiten Deckbandsegmente 8a, 8b ist im wesentlichen mit der in der GB-A-2061396 beschriebenen Konstruktion identisch und ist daher hier nicht dargestellt. Es wird nur insoweit erläutert, als den beiden Rotoren 1 und 2 der zweistufigen Turbine jeweils ein einstückiger Dehnungsring (nicht dargestellt) zugeordnet ist, dessen Dehnungsverhalten dem des benachbarten Rotors 1 bzw. 2 entspricht. Der dem ersten Rotor 1 zugeordnete Dehnungsring (nicht dargestellt) ist mit den über die jeweilige äußere Plattform 9 der radial zum Außengehäuse 10 der Turbine beweglich gehaltenen ersten Leitschaufeln 5 auf der Zuströmseite der Turbine verbunden, während der nahe dem zweiten Rotor 2 angeordnete Dehnungsring (nicht dargestellt) an eine ebenfalls radial beweglich gelagerte äußere Plattform 11 für einen Leitschaufelkranz (nicht dargestellt) auf der Abströmseite der Turbine angeschlossen ist. Die Radialbewegung der Leitschaufeln 5 auf der Zuströmseite und der nachgeschalteten Leitschaufeln 7 auf der Abströmseite ist jeweils durch einen Doppelpfeil 12 bzw. 13 gekennzeichnet.

[0021] Die unter Freilassung eines ersten und eines zweiten Laufspaltes 14, 15 den Schaufelspitzen 3a, 4a gegenüberliegenden Deckbandsegmente 8a, 8b werden entsprechend der von den Dehnringen (nicht dargestellt) zum einen auf die beweglichen ersten Leitschaufeln 5 und deren äußere Plattform 9 und zum anderen auf die äußeren Plattformen 11 der nachgeschalteten Leitschaufeln 7 des hinteren Leitschaufelkranzes und von diesen auf eine Brücke 16 übertragenen Bewegung relativ zu den Schaufelspitzen 3a, 4a verstellt. Die Brücke 16, die die äußeren Plattformen 9 der ersten (vorderen) Leitschaufeln 5 mit den äußeren Plattformen 11 der hinteren (nachgeschalteten) Leitschaufeln 7 verbindet, umfasst in der vorliegenden Ausführungsform eine erste Halbbrücke 17 und eine an diese anschließende zweite Halbbrücke 18. Die zweite Halbbrücke 18 ist integral mit den zwischengeschalteten Leitschaufeln 6 und mit den zweiten Deckbandsegmenten 8b verbunden. Die ersten Deckbandsegmente 8a sind in der vorliegenden Ausführungsform separat gefertigt und an der Unterseite der ersten Halbbrücke 17 und den äußeren Plattformen 9 der ersten Leitschaufeln 5 gehalten.

[0022] Die erste Halbbrücke 17 besteht aus in Umfangsrichtung angeordneten, durch Versteifungselemente 30 biegesteif ausgebildeten Tragelementen 19. Zwischen den Tragelementen 19 verbleibt jeweils ein Umfangsspalt 20. Ein an dem Tragelement 19 vorgesehener Träger 21 dient einerseits zur Aufnahme bzw. Halterung jeweils der ersten Deckbandsegmente 7 und andererseits zur axialen und radialen Halterung des zuströmseitigen Endes der zweiten Halbbrücke 18 mit jeweils integrierten Deckbandsegmenten 8 und zweiten Leitschaufeln 6. Auf der zum Außengehäuse 10 weisenden Seite der in Umfangsrichtung im Abstand angeordneten biegesteifen Tragelemente 19 sind dünne, radial winkelfreie Verbindungsstreben 22 angeschlossen, die am freien Ende in einen umlaufenden, einstückigen,

steifen Ring 23 übergehen, dessen abgewinkelter Befestigungsflansch 23a mit Bohrungen 23b zur festen Verbindung mit dem Außengehäuse 10 dient. An der auf der äußeren Plattform 9 der Leitschaufeln 5 abgestützten Seite des Tragelements 19 besteht zwischen dem steifen Tragelement 19 und dem steifen Befestigungsring 23 ein Radialspalt 24, so dass aufgrund der flexiblen Verbindung über die Verbindungsstreben 22 und die Unterbrechung der Tragelemente 19 über die Umfangsspalte 20 eine radiale Bewegung zwischen dem Ring 23 und den Tragelementen 19 möglich ist, aber von den Leitschaufeln 6 der zweiten Turbinenstufe erzeugte Lasten in axialer Richtung und in Umfangsrichtung übertragen werden können.

[0023] Die in Umfangsrichtung aus Halbbrückenelementen 18a bestehende zweite Halbbrücke 18, an der die dem zweiten Rotor 2 vorgeschalteten zweiten Leitschaufeln 6 der Turbine und die zweiten Deckbandsegmente 8b befestigt sind, ist am abströmseitigen Ende radial an den äußeren Plattformen 11 der an den zweiten Rotor 2 anschließenden (nachgeschalteten) Leitschaufeln (nicht dargestellt) gehalten. Die zweite Halbbrücke 18 fixiert an einem mit jedem Halbbrückenelement 18a verbundenen Steg 25 das abströmseitige Ende der in Umfangsrichtung beabstandeten Tragelemente 19 der Halbbrücke 17 axial mit einem einstückigen, geschlitzten Befestigungsring 26, radial mit einem Anschlagstück 27 und in Umfangsrichtung mit Haltestiften 28.

[0024] Mit der anhand der Figuren 1 und 2 beschriebenen Brücke 16, bestehend aus der ersten Halbbrücke 17 und der zweiten Halbbrücke 18, in die die zweiten Deckbandsegmente 8b und die zweiten Leitschaufeln 6 für die zweite Turbinenstufe integriert sind, ist auch bei mehrstufigen Turbinen eine kontinuierliche, sich selbsttätig an die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungen anpassende "passive" Spaltweiteneinstellung möglich. Die Tragelemente 19 der Halbbrücke 17 und die Halbbrückenelemente 18a der zweiten Halbbrücke 18 sind durch Versteifungselemente 30, 29 derart versteift, dass die auf die Leitschaufeln 6 wirkenden Kräfte aufgenommen werden können. Die radiale Position der ersten Halbbrücke 17 und der zweiten Halbbrücke 18 bzw. Halbbrückenelemente 18a ist durch deren Lage an der äußeren Plattform 9 sowie der äußeren Plattform 11 bestimmt. Jegliche thermische Ausdehnung der Brücke 16 wird durch die Umfangsspalte 20 zwischen den Tragelementen 19 und dem Radialspalt 24 aufgenommen. Während die radial winkelfreien Verbindungsstreben 22 jegliche Relativbewegung zwischen den Tragelementen 19 und dem Befestigungsring 23 der Halbbrücke 17 ausgleichen, erlaubt der zwischen diesen verbleibende Radialspalt 24 den thermischen Ausgleich. Die Halbbrücke 17 nimmt die Roll- und Kippmomente der in die Halbbrückenelemente 18a der zweiten Halbbrücke 18 integrierten zweiten Leitschaufeln 6 auf, wobei die radial winkelfreien Verbindungsstreben 22 die an den zweiten (zwischengeschalteten) Laufschaufeln 6 wirkenden

Axial- und Umfangskräfte über den vom Tragelement 19 durch den Radialspalt 24 getrennten steifen Befestigungsring 23 in das Außengehäuse 10 leiten.

[0025] Fig. 3 beschreibt eine andere Ausführungsform einer aus zwei Halbbrücken 17, 18 bestehenden Brücke 16, mit deren Hilfe die den Rotoren 1 und 2 einer zweistufigen Turbine unmittelbar vor- und nachgeschalteten Leitschaufeln 5, 7 aneinander montiert sind, um eine passive, an die thermische Belastung der Rotoren angepasste Laufspaltregelung zu gewährleisten. Die unter Freilassung von Umfangsspalten (nicht dargestellt) angeordneten, versteiften Tragelemente 19 der ersten Halbbrücke 17 sind jeweils mit einem separat gefertigten ersten Deckbandsegment 8a verbunden, das an der äußeren Plattform 9 der ersten Leitschaufel 5 gehalten ist. Die in Umfangsrichtung aneinandergereihten Halbbrückenelemente 18a der zweiten Halbbrücke 18, die jeweils integral ausgebildete zweite Laufschaufeln 6 und zweite Deckbandsegmente 8b aufweisen, sind an der äußeren Plattform 11 der nachgeschalteten Leitschaufeln 7 und am jeweiligen Tragelement 19 der ersten Halbbrücke 17 axial und radial gehalten. Über einen vom Außengehäuse 10 ausgehenden, nach innen gerichteten Führungsstift 31 und eine an der Halbbrücke 17 angeformte Führungshülse 32 ist die Halbbrücke 17 und damit die Brücke 16 (17, 18) insgesamt radial gleitend geführt und zusätzlich auch axial und in Umfangsrichtung gehalten. Ein Haltering 34 (Fig. 4) verhindert eine Rotation der Brücke um den Führungsstift 31.

[0026] Die Figuren 4, 5 und 6 zeigen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Montage von Leitschaufeln an Leitschaufeln mit Hilfe einer die Leitschaufeln 5, 7 verbindenden Brücke 16 zur passiven Laufspaltkontrolle bei einer zweistufigen Turbine, bei der die in Umfangsrichtung angeordneten Brückenelemente eine einstückige Brücke 16 (Vollbrücke) bilden und die einzelnen Vollbrückenelemente 16a - wie in der Ausführungsform nach Fig. 3 - mittels eines vom Gehäuse 10 ausgehenden Führungsstiftes 31 und einer an den Vollbrückenelementen 16a angeformten Führungshülse 32 in radialer Richtung geführt sind.

[0027] In der Ausführungsform nach Fig. 4 sind die ersten und zweiten Deckbandsegmente 8a, 8b und die zweiten (zwischengeschalteten) Leitschaufeln 6 integraler Bestandteil des Vollbrückenelements 16a. Die Vollbrückenelemente 16a sind zur Aufnahme der von den zweiten Leitschaufeln 6 ausgehenden Kipp- und Rollmomente an den Enden in der äußeren Plattform 9 der ersten Leitschaufeln 5 und der äußeren Plattform 11 der dem zweiten Rotor 2 nachgeschalteten Leitschaufeln 7 gehalten. Die in die Vollbrückenelemente 16a integrierten zweiten Leitschaufeln 6 weisen an ihrer inneren Plattform 6a einen Haltesteg 33 auf, der in einer Ringnut eines umlaufenden Halterings 34 aufgenommen ist, um die jeweils zweiten Leitschaufeln 6 gegen Verdrehen zu sichern.

[0028] Die in Fig. 5 gezeigte Ausführungsform mit radial gleitend (31, 32) geführten Vollbrückenelementen

16a unterscheidet sich insofern von der Ausführungsvariante nach Fig. 4, als die jeweiligen zweiten Leitschaufeln 6 nicht integral mit dem betreffenden Vollbrückensegment 16a verbunden sind, sondern mit bekannten Verbindungsstrukturen und insbesondere unter Verwendung eines Befestigungsringes 26 (siehe Fig. 1) zur Aufnahme der auf die zweiten Leitschaufeln 6 wirkenden Axiallasten lösbar an die Vollbrückenelemente 16a angeschlossen sind.

[0029] Bei den radial gleitend geführten Vollbrückenelementen 16a nach Fig. 6 sind - im Unterschied zu den Ausführungsformen nach Fig. 4 und 5 - sowohl die jeweilige zweite Leitschaufel 6 als auch die ersten und zweiten Deckbandsegmente 8a, 8b als separate Bauteile ausgebildet.

[0030] Die Figuren 7 und 8 zeigen noch andere Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Bauart mit an Leitschaufeln montierten Leitschaufeln unter Verwendung eines Vollbrückenelements 16a. Dabei ist das mit einem separaten ersten Deckbandsegment 8a ausgebildete Vollbrückenelement 16a an der äußeren Plattform 9 der ersten Leitschaufel 5 und an der äußeren Plattform 11 der abströmseitigen Leitschaufeln 7 gehalten. Zwischen dem Außengehäuse 10 und den Vollbrückenelementen 16a sind Dichtungen 35 vorgesehen. Außerdem sind die mit Hilfe von Versteifungselementen 29 biegesteif ausgeführten Vollbrückenelemente 16a - wie in der Ausführungsform mit einer Halbbrücke nach Fig. 1 - über eine radial winkelfreie Verbindungsstrebe 22 entweder mittels eines Befestigungsringes 26 (Fig. 7) oder - wie in der Ausführungsform nach Fig. 1 - eines am Außengehäuse 10 befestigten steifen Ringes 23 (Fig. 8) gehalten. Im Fall der axialen Anbringung über den Befestigungsring 26 ist für die Ableitung der Brückenumfangslast auf das Gehäuse 10 ein Übertragungselement 37 vorgesehen. Die zweite Leitschaufel 6 und das zweite Deckbandsegment 8b bilden ein einstückiges - im Verbindungsbereich 36a zwischen Leitschaufel und Deckbandsegment flexibles Bauteil 36, das an dem Brückenelement 16a axial, radial und in Umfangsrichtung fixiert ist und außerdem an der äußeren Plattform 11 axial gehalten ist.

Bezugszeichenliste

[0031]

1	erster Rotor
2	zweiter Rotor
3	Rotorscheufel v. 1
3a	Schaufelspitzen
4	Rotorscheufel von 2
4a	Schaufelspitzen
5	erste (vorgeschaltete) Leitschaufeln
6	zweite (zwischengeschaltete) Leitschaufeln
6a	Innenplattform
7	nachgeschaltete Leitschaufeln

8a, 8b	erste/zweite Deckbandsegmente
9	äußere Plattform v. 5
10	Außengehäuse
11	äußere Plattform v. 7
12	Doppelpfeil (Radialbewegung)
13	Doppelpfeil (Radialbewegung)
14	erster Laufspalt
15	zweiter Laufspalt
16	Brücke
16a	Vollbrückenelement
17	erste Halbbrücke
18	zweite Halbbrücke
17a, 18a	Halbbrückenelement
19	Tragelemente v. 17
20	Umfangsspalt v. 17
21	Träger v. 19
22	radial winkelfreie Verbindungsstrebe
23	steifer Ring v. 17
23a	Befestigungsflansch
23b	Bohrung
24	Radialspalt v. 17
25	Steg v. 18a
26	Befestigungsring
27	Anschlagstück
28	Haltestifte
29	Versteifungselemente v. 18
30	Versteifungselemente v. 17
31	Führungsstift
32	Führungshülse
33	Haltesteg
34	Haltering
35	Dichtung
36	einstückiges Bauteil (Tragelement)
36a	flexibler Verbindungsbereich
37	Übertragungselement

Patentansprüche

1. Anordnung zur selbsttätigen Laufspalteinstellung bei einer zwei- oder mehrstufigen Turbine, die innerhalb eines Außengehäuses mindestens erste und zweite Rotoren sowie diesen vor-, zwischen- und nachgeschaltete Leitschaufeln umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Rotoren (1, 2) jeweils ein Dehnring zugeordnet ist, der jeweils mit radial beweglichen vorgeschalteten Leitschaufeln (5) und mit radial beweglichen nachgeschalteten Leitschaufeln (7) verbunden ist und dessen thermisches Dehnungsverhalten dem der Rotoren (1, 2) entspricht, wobei die vor- und nachgeschalteten Leitschaufeln (5, 7) an ihren äußeren Plattformen (9, 11) über eine axial und in Umfangsrichtung fixierte und radial winkelfrei am Außengehäuse (10) der Turbine geführte Brücke (16, 17, 18) verbunden sind, an der die zwischengeschalteten Leitschaufeln (6) und die über den Rotoren (1, 2) angeordneten Deckbandsegmente (8a, 8b) befestigt sind.

2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brücke (16) eine erste Halbbrücke (17) und eine zweite Halbbrücke (18), die axial, radial und in Umfangsrichtung an der ersten Halbbrücke (17) gehalten ist, umfasst, wobei die zwischengeschalteten zweiten Leitschaufeln (6) integral mit der zweiten Halbbrücke (18) verbunden sind.

3. Anordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Halbbrücke (17) eine Mehrzahl jeweils unter Freilassung eines Umfangspaltes (20) im Kreisumfang angeordnete biege- steife Tragelemente (19) und einen am Außengehäuse der Turbine befestigten steifen Ring (23) umfasst, mit dem die Tragelemente (19) über radial winkelfreie Verbindungsstreben (22) verbunden sind, wobei zwischen den freien Enden des Ringes und der Tragelemente ein Radialspalt (24) verbleibt.

4. Anordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Halbbrücke (17) und die zweite Halbbrücke (18) aus einer Mehrzahl im Kreisumfang angeordneter Halbbrückenelemente (17a, 18a) besteht und die ersten Halbbrückenelemente (17a) mittels einer an diesen jeweils angebrachten Führungshülse (32) und einem von dem Außengehäuse (10) ausgehenden Führungsstift (31) oder einer Nut-Federverbindung radial gleitend geführt sind.

5. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brücke (16) aus einer Mehrzahl im Kreisumfang angeordneter Vollbrückenelemente (16a) besteht, die an den freien Enden in den äußeren Plattformen (9, 11) der vorgeschalteten und der nachgeschalteten Leitschaufeln (5, 7) gelagert sind.

6. Anordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwischengeschalteten Leitschaufeln ((6) integral mit den Vollbrückenelementen (16a) verbunden sind.

7. Anordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwischengeschalteten Leitschaufeln (6) separat gefertigt und axial, radial und in Umfangsrichtung an den Vollbrückenelementen (16a) fixiert sind.

8. Anordnung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vollbrückenelemente (16a) eine Führungshülse (32) aufweisen und an einem am Außengehäuse (10) angebrachten Führungsstift (31) radial gleitend geführt sind, und dass die zwischengeschalteten Leitschaufeln (6) jeweils einen Haltesteg (33) aufweisen, der in eine umlau-

fende Nut eines Halteringes (34) eingreift.

9. Anordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vollbrückenelemente (16a) jeweils über radial winkelfreie Verbindungsstreben (22), die ein segmentiertes Innengehäuse bilden, am Außengehäuse (10) gehalten sind, wobei ein separates Tragelement (36), das radial, axial und in Umfangsrichtung an jedem Vollbrückenelement (16a) fixiert ist, integral mit der jeweiligen zwischengeschalteten Leitschaufel (6) und dem zweiten Deckbandsegment (8b) verbunden ist. 5 10
10. Anordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radial winkelfreien Verbindungsstreben (22) mittels einer an deren freiem Ende ausgebildeten Nut über einen Befestigungsring (26) am Außengehäuse (10) gehalten sind und die Vollbrückenelemente (16a) in Umfangsrichtung am Außengehäuse (10) gehalten sind. 15 20
11. Anordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radial winkelfreien Verbindungsstreben (22) mit einem am Außengehäuse (10) befestigten steifen Ring (23) fest verbunden sind. 25
12. Anordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tragelement (36) für die zwischengeschaltete Leitschaufel (7) und das Deckbandsegment (8a) einen flexiblen Verbindungsbe- 30 reich (36a) aufweist.
13. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der äußeren Plattform (11) der nachgeschalteten Leitschaufeln (7) und dem Außengehäuse (10) und/oder dem Vollbrückenelement (16a) und dem Außengehäuse (10) Dichtungen angeordnet sind. 35 40
14. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur axialen Fixierung zwischen den Tragelementen (19) und den Halbbrückenelementen (18a) oder den Vollbrückenelementen (16a) und den separat ausgebildeten zwischengeschalteten Leitschaufeln (6) oder den Vollbrückenelementen (16a) und den Tragelementen (36) ein nach Art eines Kolbenringes ausgebildeter Befestigungsring (26) vorgesehen ist. 45 50
15. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragelemente (19), die Halbbrückenelemente (17a, 18a) und die Vollbrückenelemente (16a) durch Versteifungselemente (29, 30) versteift sind. 55

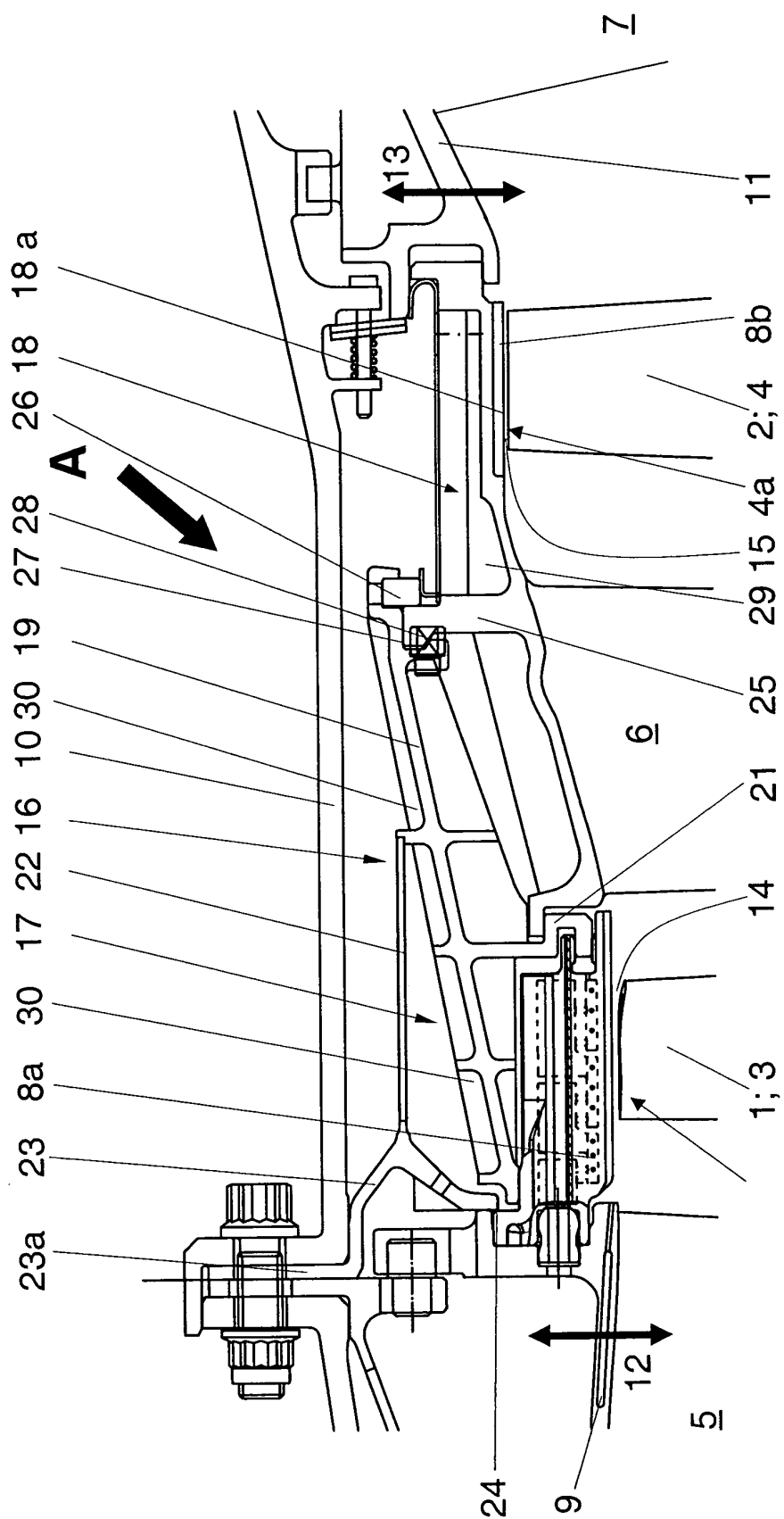
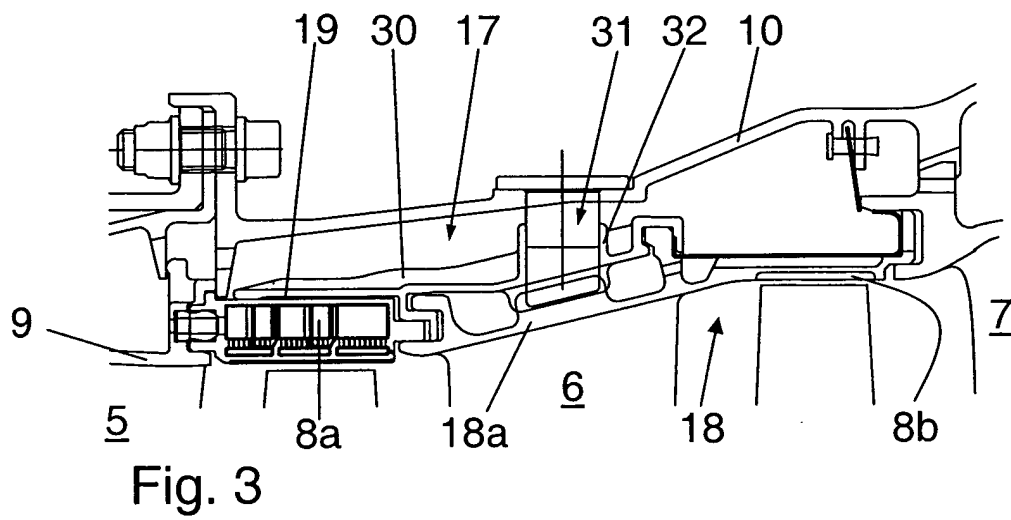
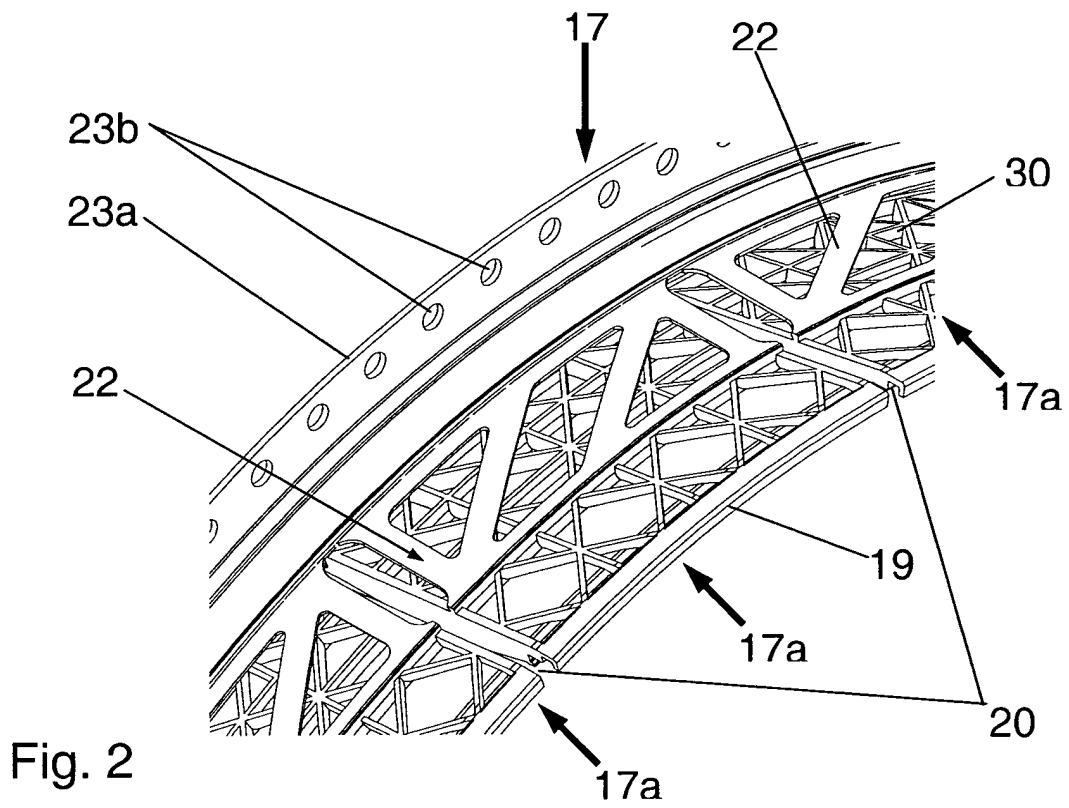


Fig. 1



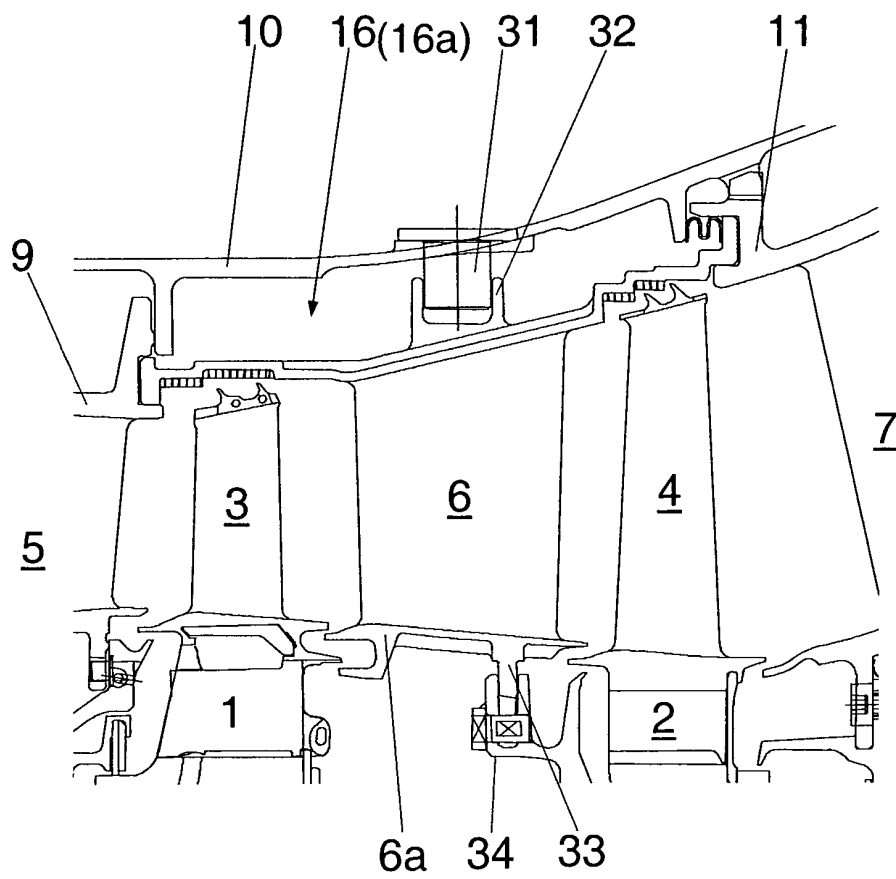


Fig. 4

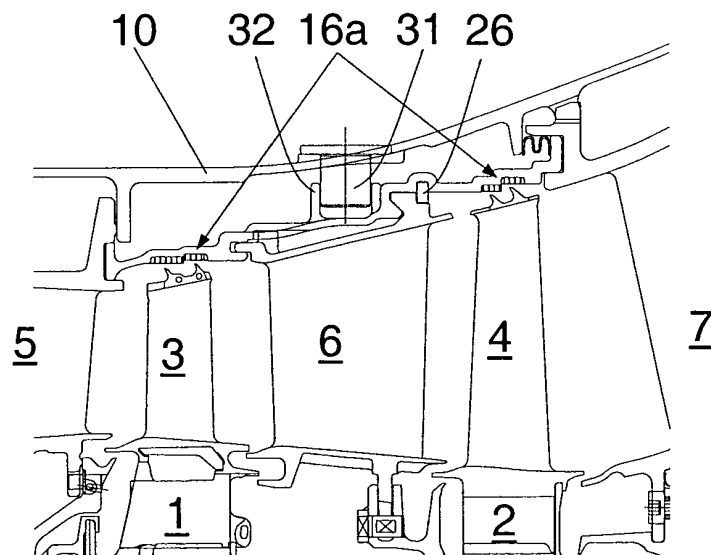


Fig. 5

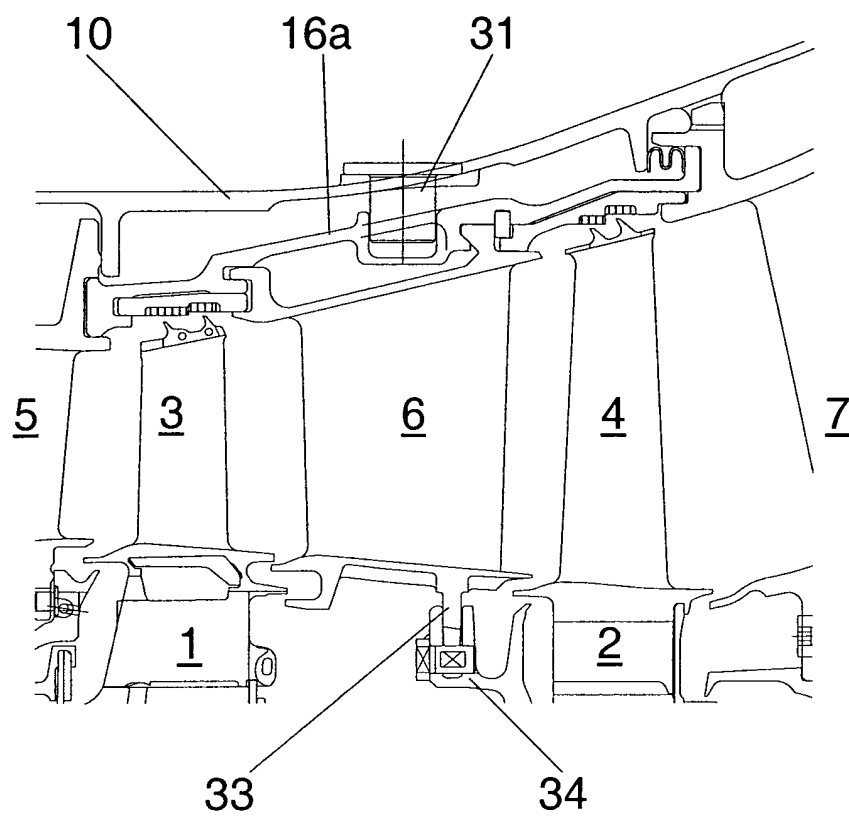


Fig. 6

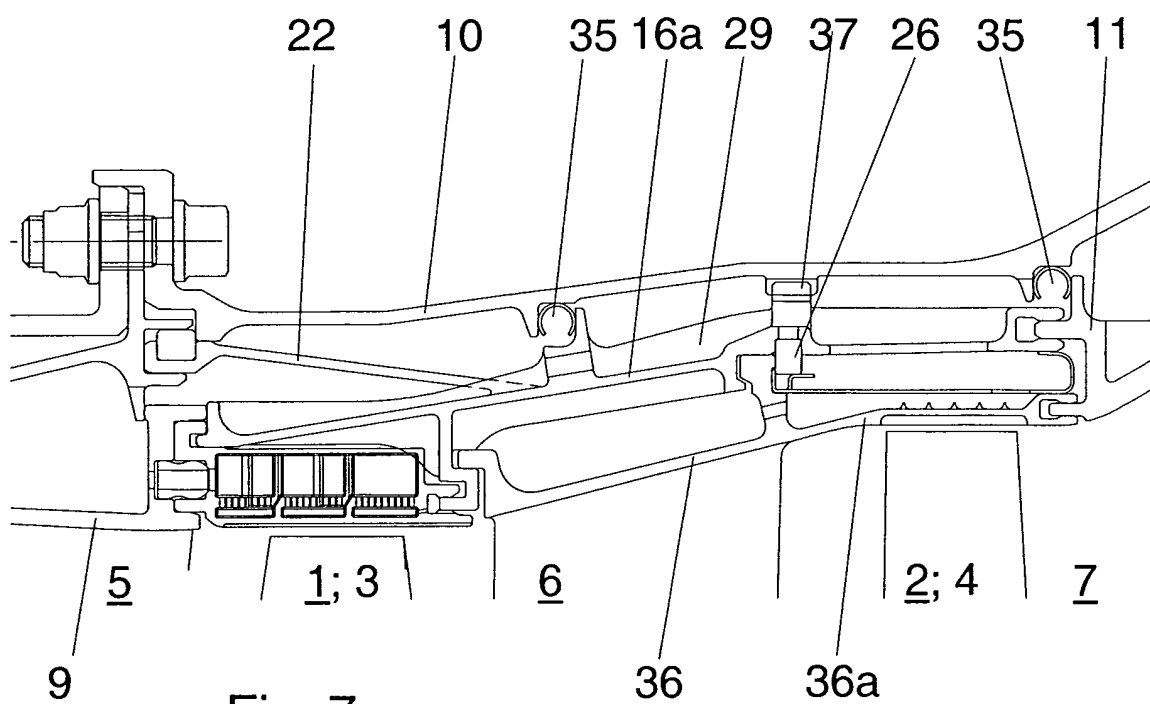


Fig. 7

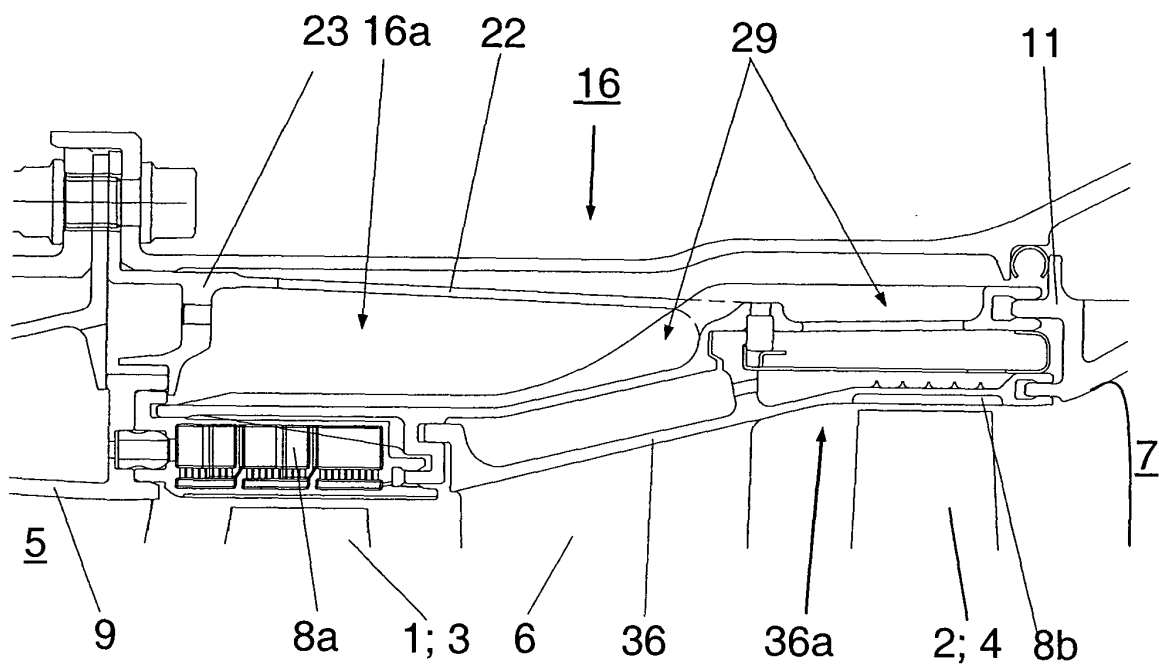


Fig. 8