



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.02.2001 Patentblatt 2001/07

(51) Int Cl.7: **F01D 11/18, F01D 25/24**

(21) Anmeldenummer: **00810683.3**

(22) Anmeldetag: **31.07.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **ABB (Schweiz) AG**
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder: **Marx, Peter**
5400 Baden (CH)

(30) Priorität: **12.08.1999 DE 19938274**

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur gezielten Spalteinstellung zwischen Stator- und Rotoranordnung einer Strömungsmaschine**

(57) Beschrieben wird eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur gezielten Spalteinstellung zwischen Stator- und Rotoranordnung einer Strömungsmaschine, deren Statoranordnung einen Statorträger und wenigstens ein Statorsegment aufweist, das über wenigstens zwei Haltestege mit dem Statorträger verbindbar ist, und deren Rotoranordnung wenigstens eine, um eine Rotationsachse rotierbare Laufschaufelreihe mit einer Vielzahl einzelner Laufschaufeln vorsieht, deren Laufschaufelenden dem Statorsegment gegenüberstehen und mit diesem einen radialen Spalt einschließen.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß die zwei Haltestege beabstandet voneinander auf dem Statorsegment angeordnet sind und wenigstens teilweise in Gegenkonturen innerhalb des Statorträgers eingreifen, daß wenigstens ein Haltesteg einen, in die Gegenkontur

des Statorträgers eingreifenden, geeigneten Haltestegabschnitt aufweist, dessen Richtung seiner Längserstreckung mit einer, die Rotationsachse enthaltenen Ebene, die orthogonal zur radialen Längserstreckung derjenigen Laufschaufel orientiert ist, die mit dem Statorsegment den Spalt einschließt, einen Winkel α begrenzt, für den gilt:

$$0^\circ < \alpha < 90^\circ$$

oder

$$90^\circ < \alpha < 180^\circ.$$

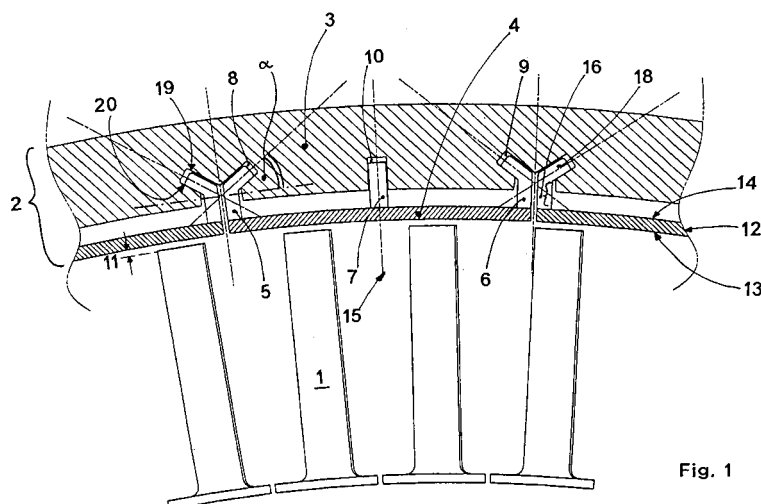


Fig. 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung sowie auf ein Verfahren zur gezielten Spalteinstellung zwischen Stator- und Rotoranordnung einer Strömungsmaschine, deren Statoranordnung einen Statorträger und wenigstens ein Statorsegment aufweist, das über wenigstens zwei Haltestege mit dem Statorträger verbindbar ist, und deren Rotoranordnung wenigstens eine, um eine Rotationsachse rotierbare Laufschaufelreihe mit einer Vielzahl einzelner Laufschaufeln vorsieht, deren Laufschaufelenden dem Statorsegment gegenüberstehen und mit diesem einen radialen Spalt einschließen.

Stand der Technik

[0002] Strömungsmaschinen der vorbezeichneten Gattung dienen vornehmlich einerseits der gezielten Kompression von Gasen, wie es bei Verdichterstufen in Turboanlagen der Fall ist, wie auch andererseits der kontrollierten Expansion, hochverdichteter und schnellströmender Medien zum Antrieb von Gasturbinen, die in an sich bekannter Weise zur Energiegewinnung eingesetzt werden. Der andere Aspekt der Strömungsmaschine ist die Steigerung ihrer Wirkungsgrade und damit verbunden eine hocheffiziente Umwandlung von Energie mittels des durch die Strömungsmaschine hindurch tretenden Arbeitsmediums. Verlustmechanismen, die sowohl bei der Verdichtung der zu komprimierenden Arbeitsmedien als auch beim Antrieb von Turbinen auftreten, gilt es mit technischen Mitteln zu reduzieren oder ganz zu vermeiden.

[0003] In diesem Zusammenhang gilt es insbesondere den sich bei thermischen Turbomaschinen zwischen den rotierenden und den stationären Anlagenkomponenten ausbildenden radiale Spalt so klein wie möglich zu halten, um die sogenannten Verlustströme zu reduzieren, die kleine aber wenn auch vorhandene Massenströme des durch die Strömungsmaschine hindurchtretenden Arbeitsmediums darstellen, ohne dabei an der gewünschten Energiekonversion teilzunehmen. Verlustströme stellen somit Verlustmechanismen dar, die den Wirkungsgrad von Strömungsmaschinen erheblich zu reduzieren vermögen.

[0004] Die besondere Problematik bei der Reduzierung von Verlustströmen liegt zum einen in der Notwendigkeit einer diskreten Beabstandung zwischen den stationären und rotierenden Komponenten einer Strömungsmaschine, um den Freilauf der Rotoranordnung zu gewährleisten; zum anderen gilt es eben diesen Zwischenraum aus den erwähnten Gründen so gering wie nur möglich zu halten und dies unter der erschwerenden Maßgabe, daß sich die Anlagenkomponenten einer Strömungsmaschine im Wege thermischer Belastung auszudehnen vermögen, wodurch sich die Relativlagen

der einzelnen Komponenten aufgrund unterschiedlicher thermischer Ausdehnungsverhalten während des Betriebes einer Strömungsmaschine verändern. Dies erschwert überdies eine möglichst minimale Spaltdimensionierung für den gesamten Betriebsbereich einer Strömungsmaschine, die - je nach Art der Strömungsmaschine - einem großen Temperaturspektrum ausgesetzt ist. So unterliegen die rotierenden Bauteile infolge der auf diese einwirkenden Fliehkräfte einer schnelleren Ausdehnung, was grundsätzlich zu einer Spaltreduzierung führen würde, als die komplex, thermisch isolierten Komponenten des Stators, die eine langsamere Erwärmung erfahren und in einem thermisch stationären Betriebszustand durch Ausdehnung zu einer Vergrößerung des Spaltmaßes beitragen.

[0005] Zur Kontrolle bzw. Beeinflussung des Spaltmaßes sind sowohl aktive als auch passive Maßnahmen bekannt, wobei im Folgenden die passiven Vorkehrungen näher in Betracht gezogen werden, zumal aktive Steuervorkehrungen, die durch mechanische Einstellsysteme zur Spaltkontrolle realisiert sind, eine hohe Komplexität aufweisen, die für robuste, thermisch hoch beanspruchte Maschinen, wie beispielsweise Gasturbinenanlagen, nur bedingt geeignet sind.

[0006] Eine Möglichkeit eine Spaltkontrolle auf passivem Wege zu realisieren, ist die gezielte Optimierung von Materialkombinationen mit bestimmt ausgewählten Wärmeausdehnungskoeffizienten, die eine thermische Ausdehnung bei allen, den Spalt bestimmenden Anlagenkomponenten bewirkt, wodurch der Spalt zu einem, eine minimale Größe annimmt und zum anderen diese minimale Spaltweite über den gesamten Betriebsbereich, das heißt Temperaturbereich der Strömungsmaschinen beibehält.

[0007] Aufgrund der sehr komplexen Gestaltung bekannter Turbomaschinen sind die Möglichkeiten der beliebigen Wahl von Materialkombinationen für Stator- und Rotorbauteile zur Verbesserung des thermischen Verhaltens sehr begrenzt. Zwar kann die Materialwahl unter Berücksichtigung des Spalt-Weiten-Problems getroffen werden, doch vermag man bislang die Reduzierung des Spaltmaßes durch die bloße Wahl der Materialkombination in Alleinstellung nicht befriedigend zu lösen.

[0008] Eine andere Möglichkeit das Spaltmaß gering zu halten, ist das Inkaufnehmen von abrasiven Oberflächenvorgängen an Stator- und Rotorbauteilen. Hierbei sind die sich gegenüberliegenden fast berührenden Oberflächen mit abrasiven Oberflächenbeschichtungen versehen, die beim Betrieb der Strömungsmaschine durch ein beabsichtigtes Ab- bzw. Einschleifen gezielt abgetragen werden und somit zu einem optimierten Spalt führen.

[0009] Der sich durch einen abrasiven Vorgang ausbildende Spalt weist jedoch nach einem einmaligen Betriebszyklus der Strömungsmaschine eine optimierte maximale Spaltweite auf, die sich jedoch nicht wieder reduzieren läßt.

[0010] Schließlich sind auch konstruktive Maßnahmen für eine gleichmäßige Ausdehnung der Rotor- und Statorkomponenten einer Strömungsmaschine möglich, die jedoch allesamt mit einem erheblichen konstruktiven Mehraufwand verbunden sind, die überdies nicht für einen langzeitstabilen robusten Einsatz in Gasturbinen geeignet sind.

Darstellung der Erfindung

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Vorrichtung zur gezielten Spalteinstellung zwischen der Stator- und Rotoranordnung einer Strömungsmaschine anzugeben, deren Statoranordnung einen Statorträger und wenigstens ein Statorsegment aufweist, das über wenigstens zwei Haltestege mit dem Statorträger verbindbar ist und deren Rotoranordnung wenigstens eine, um eine Rotationsachse rotierbare Laufschaufelreihe mit einer Vielzahl einzelner Laufschaufeln vorsieht, deren Laufschaufelenden dem Statorsegment gegenüberstehen und mit diesen einen radialen Spalt einschließen, derart weiterzubilden, daß der Spalt unabhängig vom Betriebszustand der Strömungsmaschine eine möglichst kleinste Spaltweite aufweist, die sich ohne eine aktive Regelung einstellt. Die hierbei zu treffenden mechanischen, konstruktiven Maßnahmen sollen einfach und kostengünstig realisiert werden und den Anforderungen eines robusten langzeitstabilen Einsatzes, beispielsweise in einer, in einem stationären Betrieb befindliche Gasturbine, genügen. Überdies soll ein Verfahren angegeben werden, mit dem eine optimale reduzierte Spaltweiteneinstellung innerhalb einer Strömungsmaschine zwischen Stator- und Rotoranordnung ohne die Verwendung aktiver Steuer- und Regelungsmechanismen möglich ist.

[0012] Die Lösung der der Erfindung zugrunde liegend Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Ein erfindungsgemäßes Verfahren ist Gegenstand des Anspruch 12. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche, der Beschreibung sowie der Figuren zur Erläuterung eines Ausführungsbeispiels.

[0013] Die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß dem Oberbegriffs des Anspruchs 1 weist wenigstens ein Statorsegment auf, auf dem zwei Haltestege beabstandet voneinander angeordnet sind, die wenigstens teilweise in Gegenkonturen, innerhalb des Statorträgers eingreifen. Wenigstens ein Haltesteg weist einen Haltestegabschnitt auf, der in die Gegenkontur des Statorträgers eingreift und eine Längserstreckung vorsieht, dessen Richtung mit einer, die Rotationsachse enthaltenen Ebene, die orthogonal zur radialen Längserstreckung derjenigen Laufschaufel orientiert ist, die mit dem Statorsegment den Spalt einschließt, einen Winkel α begrenzt, für den gilt:

$$0^\circ < \alpha < 90^\circ$$

oder

$$90^\circ < \alpha < 180^\circ.$$

[0014] Durch die immanente Erwärmung des beim Betrieb der Strömungsmaschine unmittelbar den heißen Verbrennungsgasen ausgesetzten Statorsegmentes erfährt dieses eine Längenausdehnung, die sich jedoch aufgrund der beiden, in die Gegenkonturen des Statorträgers eingreifenden Haltestege nicht vollständig widerstandsfrei entfalten kann. Dennoch vermag sich das Statorsegment durch Erwärmung und dem gegebenen Wärmeausdehnungskoeffizienten, um einen bestimmten Betrag auszudehnen. Da der geneigt verlaufende Haltestegabschnitt relativ zu seiner in dem Statorträger vorgesehenen Gegenkontur beweglich gelagert ist wird eine Längung des Statorsegmentes parallel zu seiner Erstreckung ermöglicht. Die Relativbewegung zum Statorträger kommt dadurch zustande, daß sich eine unterschiedliche Längendehnung der in Verbindung stehenden Bauteile einstellt, die auf unterschiedliche Temperaturen und Ausdehnungskoeffizienten zurückzuführen ist.

[0015] Mit der zwangsgeführten Bewegung des geneigt zur Rotationsachse bzw. geneigt zu einer, die Rotationsachse enthaltenden Ebene, in der Gegenkontur geführten Haltestegabschnitt verursacht die thermische Materialausdehnung des Statorsegmentes eine Beabstandung der Oberfläche des Statorsegmentes von dem Statorträger, wodurch das Spaltmaß zwischen dem Statorsegment und einer, diesem gegenüberstehenden Turbinenschaufel reduziert wird. Nach entsprechender Abkühlung der Anlagenkomponenten führt eine entsprechende Längenverminderung des Statorsegmentes zu einer reversibel Relativbewegung zum Statorträger, was mit einer Spaltweitenveränderung verbunden ist.

[0016] Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Maßnahme ist es möglich mit einfachen konstruktiven Mitteln eine reversible, minimale Spaltweitenanpassung während des gesamten Betriebes einer Strömungsmaschine zu realisieren.

[0017] Die vorstehend angegebene Winkelbegrenzung zwischen $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ ist vorzusehen, sofern sich der Statorträger langsamer auszudehnen vermag als das Statorsegment. Im umgekehrten Falle, bei dem sich der Stator während des transienten Betriebsverhalten schneller ausdehnt als das Statorsegment ist ein Winkel α zwischen $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ zu wählen.

[0018] Auf das im Anspruch 12 formulierte erfindungsgemäße Verfahren wird an dieser Stelle hingewiesen.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0019] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens an-

hand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben. Es zeigt:

- Fig. 1 Schematisierte Längsschnittdarstellung durch den Teil einer Rotoranordnung sowie Statoranordnung mit einer selbsttätigen Spaltweiteneinstellung,
 Fig. 2 Dreieckszusammenhang zur Erläuterung der Zwangsverschiebung,
 Fig. 3 ein mittleres Ausführungsbeispiel und
 Fig. 4 eine räumliche Ausrichtungsweise.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

[0020] Das in Figur 1 dargestellte Ausführungsbeispiel einer Rotor- und Statoranordnung im schematisierten Längsschnitt zeigt vier Laufschaufel 1, die mit ihren Laufschaufelenden einer Statoranordnung 2 gegenüberstehen. Die Statoranordnung 2 weist einen Statorträger 3 auf, der im allgemeinen auch das Statorgehäuse darstellt, sowie Statorsegmente 4, die jeweils über Haltestege 5, 6 und 7 in entsprechend korrespondierende Gegenkonturen 8, 9, 10 mit dem Statorträger 3 in Wirkverbindung stehen. Jedes Statorsegment 4 ist der Laufschaufel 1 beabstandet gegenüber angeordnet und schließt mit dieser den Spalt 11 ein, den es gilt auf ein möglichst geringes Spaltmaß zu begrenzen.

[0021] Die in Figur 1 dargestellte Rotor- 1 und Statoranordnung 2 zeigt einen Längsschnitt durch eine weitgehend zur Rotationsachse 12 symmetrisch angeordnete Rotationsmaschinen. So umschließt der Statorträger 3 die Rotoranordnung 1 angular vollständig, wobei auf der Innenseite des Statorträgers 3 eine Vielzahl von Statorsegmenten 2 pro Laufschaufelreihe nebeneinander angeordnet sind, die in der angegebenen Weise mit dem Statorträger 3 verbunden sind.

[0022] Jedes einzelne, der jeweils gegenüber einer Laufschaufelreihe angeordnete Statorsegmente 4 weist in dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 einen flächigen Abschnitt 12 auf, dessen eine Oberseite 13 den Laufschaufeln 1 gegenübersteht und dessen andere Oberseite 14 dem Statorträger 3 zugewandt ist. Auf der Oberseite 14 des Statorsegmentes 4 sind die Haltestege 5, 6 und 7 vorgesehen, von denen die Haltestege 5 und 6 spiegelsymmetrisch bezogen zu Mittensymmetrieachse 15 ausgebildet sind. Der Haltesteg 7 dient als Sicherungsteg und ragt mit seiner geradlinig geformten Kontur in eine entsprechende geformte Gegenkontur 10 in den Statorträger hinein. Der Haltesteg 7 dient als axiale Referenzierung des Statorsegmentes 4 bzgl. der möglichen Ausdehnungen bzw. Bewegungen der übrigen Haltestege. Die Haltestege 5, 6 weisen jeweils einen unmittelbar von der Oberseite 14 des Statorsegmentes 4 senkrecht emporragenden Abschnitt 16 auf, der in eine Ausnehmung 17 innerhalb des Statorträgers 3 einmündet. Geneigt um einen Winkel α , der vorzugsweise größer 0° und kleiner 90° bemessen ist, - und aus

den vorstehend genannten Gründen auch zwischen 90° und 180° betragen kann - vorzugsweise aus technischen Gründen zwischen 10° und 45° mißt, und sich auf eine gedachte axial verlaufende Bezugslinie bezieht, die im Ausführungsbeispiel parallel zur Innenseite des Statorträgers 3 sowie auch parallel zur Längserstreckung des flächigen Abschnittes des Statorsegmentes 12 verläuft, schließt sich ein geneigt verlaufender Haltestegabschnitt 18 an den Haltestegabschnitt 16 an und endet einseitig. Die Gegenkontur 8, 9 weist jeweils zwei schrägverlaufende Flächen 19, 20 auf, entlang denen der Haltesteg 18 mit seiner Außenkontur zwangsgeführt ist. Die beiden Enden der Haltestegabschnitte 18 der Haltestege 5, 6 sind jeweils zueinander gerichtet angeordnet.

[0023] Aus Gründen einer symmetrischen Zentrierung des Statorsegmentes 4 relativ zu einer Mittensymmetrieachse 15 durch den Haltesteg 7 sind beidseitig in den Ausnehmungen 17 dehnbare Dichtungselemente 21 vorgesehen (siehe Figur 3), die aus einem hitzebeständigen Elastomer oder aus einem Federelement gefertigt sind und zur Abdichtung des Statorsegmentes gegenüber dem Träger dienen.

[0024] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Statorsegmentes sowie dessen Anordnung innerhalb des Statorträgers ist es nun möglich, die bei Erwärmung stattfindenden Materialausdehnungseffekte derart zu nutzen, daß das Spaltmaß s des Spaltes 11 bei weitgehend allen Temperatur- und Betriebsbedingungen, vor allem aber im Normalbetriebszustand der Strömungsmaschine auf einen kleinsten Wert gehalten werden kann.

[0025] Im Zuge der Temperaturerhöhung innerhalb der Strömungsmaschine dehnt sich das flächig ausgebildete Statorsegment 4 insbesondere im flächigen Abschnitt 12 aus. Die Längenausdehnung des Statorsegmentes 4 erfolgt symmetrisch zum mittig angeordneten Halte- bzw. Sicherungsteg 7, der in radialer Richtung beweglich in die Gegenkontur 10 des Statorträgers 3 hineinragt. Durch die Längung des Statorsegmentes 4 relativ zum Statorträger 3 werden beide Haltestege 5, 6 nach außen getrieben. Aufgrund der Neigung der Haltestegabschnitte 18 und deren Zwangsführung entlang der schräg verlaufenden Flächen 19, 20 wird das gesamte Statorsegment 4 in Radialrichtung in Richtung Laufschaufelende zu bewegt. Auf diese Weise wird das Spaltmaß s trotz Erwärmung innerhalb der Strömungsmaschine reduziert.

[0026] Bei Erwärmung der Rotor- und Statoranordnung erfährt das Statorsegment 4 eine höhere und schnellere Erwärmung als der radial hinter dem Statorsegment 4 befindliche Statorträger 3, zumal dieser durch das Statorsegment 4 thermisch geschützt liegt. Die resultierende Relativbewegung zwischen beiden Komponenten 3, 4 hängt im wesentlichen von der Temperaturdifferenz sowie den Wärmeausdehnungskoeffizienten der gewählten Materialien ab. Ein für das Ausmaß der radialen Zwangsverschiebung des Statorseg-

menten 4 verantwortlicher Parameter, der zur Spaltverringern führt, ist die axiale Ausdehnung b des Flächenbereiches 12 des Statorsegmentes 2 zwischen beiden Haltestegen 5, 6. Dehnt sich das Statorsegment 2 relativ zum Träger 3 aus, bestimmt die Vergrößerung des Abstandes b zwischen den Haltestegen 5, 6 die Zwangsverschiebung in radialer Richtung, resultierend aus dem Neigungswinkel α des Haltestegabschnittes 18. Die Neigung α des Haltesteges definiert die radiale Verschiebung des Statorsegmentes in der Weise, wie es aus dem geometrischen Zusammenhang in Figur 2 hervorgeht.

[0027] In Figur 2 ist ein rechtwinkliges Dreieck zu entnehmen dessen Ankathete dem Betrag der Relativlängenausdehnung Δb entspricht und dessen Gegenkathete der radialen Zwangsverschiebung Δs (Spaltverringern) entspricht. Der Winkel α wird durch die Hypotenuse und der Ankathete eingeschlossen. Somit definiert der Winkel α die radiale Verschiebung des Statorsegmentes, die der Ausdehnung des ringförmigen Statorträgers und damit der Vergrößerung des Spaltes zur Laufschaufel entgegengerichtet ist.

[0028] In Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel, versehen mit bereits eingeführten Bezugszeichen, dargestellt, auf deren Bedeutung unter Verweis auf das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 verwiesen wird. Im Unterschied zu Figur 1 weisen die geneigt verlaufenden Haltestegabschnitte 18 der Haltestege 5, 6 einen um 90° größeren Winkel α auf. Diese Winkelkonstellation wird in jenen Fällen gewählt, falls sich der Statorträger 3 schneller durch Wärmeeinwirkung ausdehnt, als das Statorsegment 4, zumindest im Falle während des transienten Betriebsverhalten der Gasturbine. Erreicht die Gasturbine ihren normalen Betriebszustand, so wird mit der gewählten Winklereinstellung im Bereich zwischen 90° und 180° ebenfalls eine Verringerung der Spaltweite 11 erzielt.

[0029] Ferner sind dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 dehnbare Dichtungselemente 21 entnehmbar, die zur Abdichtung der Haltestege gegenüber dem Statorträger 3 dienen. Sie sind zwischen den Haltestegen 5, 6 und einer Ausnehmung 17 innerhalb des Statorträgers 3 vorgesehen. Im gezeigten Beispiel sind die Dichtungen 21 als Federelemente ausgebildet, es sind aber auch temperaturbeständige Elsatomerdichtelemente einsetzbar.

[0030] Figur 4 veranschaulicht die räumliche Ausrichtung der Verbindungsweise zwischen den Statorsegmenten 4 und dem Statorträger 3. Auf die bereits eingeführten Bezugszeichen wird verwiesen.

[0031] Grundsätzlich lassen sich auch andere Ausführungsbeispiele vorstellen, die zwei Haltestege vorsehen, von denen nur ein einziger in der gleichen oder ähnlichen Weise ausgebildet ist, wie die Haltestege 5, 6 im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1. Der zweite Haltesteg könnte lediglich als Sicherungsteg ausgeführt sein und als Gegenhalter dienen um die Kraft, die durch die Längenausdehnung des Statorsegmentes

auftritt, entsprechend abzustützen. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 sind die Haltestege 5, 6 in Axialrichtung der Strömungsmaschine hintereinander angeordnet. Grundsätzlich es ist auch denkbar, die Haltestege achsparallel in den Statorträger anzuordnen, d.h. ein Einfügen der Haltestege der Statorsegmente in den Statorträger wäre in diesem Falle nicht in Umfangsrichtung zum Statorträger möglich, sondern in achsparalleler Richtung.

[0032] Auch können die Oberflächenkonturen des Statorträgers 3, des Statorsegmentes 4 sowie der Laufschaufelenden beliebig ausgebildet und miteinander angepaßt sein. Wesentlicher Gesichtspunkt ist, daß wenigstens ein Haltesteg wenigstens einen Haltestegabschnitt aufweist, der um den Winkel α geneigt ist, wobei der Winkel α von der Richtung der Längserstreckung des geneigten Haltestegabschnittes und einer Ebene eingeschlossen ist, die die Rotationsachse R enthält und dabei senkrecht zur radialen Längserstreckung derjenigen Laufschaufel orientiert ist, die den Spalt 11 einschließt.

Bezugszeichenliste

25	[0033]	
1	Laufschaufel	
2	Statoranordnung	
3	Statorträger	
30	4	Statorsegment
	5	Haltesteg
	6	Haltesteg
	7	Haltesteg, Sicherungsteg
	8,9,10	Gegenkontur
35	11	Spalt
	12	Flächiger Abschnitt des Statorsegmentes
	13	Oberfläche des Statorsegmentes
	14	Oberfläche des Statorsegmentes
	15	Mittensymmetrieachse
40	16	Haltestegabschnitt
	17	Ausnehmung
	18	geneigt verlaufender Haltestegabschnitt
	19,20	Schräg verlaufender Flächenabschnitt
45	21	Dehnbares Dichtungselement

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur gezielten Spalteinstellung zwischen Stator- (2) und Rotoranordnung einer Strömungsmaschine, deren Statoranordnung (2) einen Statorträger (3) und wenigstens ein Statorsegment (4) aufweist, das über wenigstens zwei Haltestege (5, 6) mit dem Statorträger (3) verbindbar ist, und deren Rotoranordnung wenigstens eine, um eine Rotationsachse rotierbare Laufschaufelreihe mit einer Vielzahl einzelner Laufschaufeln (1) vorsieht, deren Laufschaufelenden dem Statorsegment (4)

gegenüberstehen und mit diesem einen radialen Spalt (11) einschließen, dadurch **gekennzeichnet**, daß die zwei Haltestege (5, 6) beabstandet voneinander auf dem Statorsegment (4) angeordnet sind und wenigstens teilweise in Gegenkonturen (8, 9) innerhalb des Statorträgers (3) eingreifen, daß wenigstens ein Haltesteg (5) einen, in die Gegenkontur (8) des Statorträgers (3) eingreifenden, geneigten Haltestegabschnitt (18) aufweist, dessen Richtung seiner Längserstreckung mit einer, die Rotationsachse enthaltenen Ebene, die orthogonal zur radialen Längserstreckung derjenigen Laufschaufel (1) orientiert ist, die mit dem Statorsegment (4) den Spalt (11) einschließt, einen Winkel α begrenzt, für den gilt:

$$0^\circ < \alpha < 90^\circ$$

oder

$$90^\circ < \alpha < 180^\circ.$$

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß beide Haltestege (5, 6) spiegelsymmetrisch zu einer gedachten Mittensymmetrieachse (15), die durch das Statorsegment (4) verläuft, ausgebildet und angeordnet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Haltestege (5, 6, 7) innerhalb der Gegenkonturen (8, 9, 10) durch thermische Ausdehnung des gesamten Statorsegmentes (4), insbesondere durch die thermische Ausdehnung des zwischen beiden Haltestegen (5, 6,) liegenden Bereiches des Statorsegmentes (4), zum Statorträger (3) relativbeweglich gelagert sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß der geneigte Haltestegabschnitt (18) ein frei, endender Endabschnitt des Haltesteges (5, 6) ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß der geneigte Haltestegabschnitt (18) relativ zum Statorsegment (4) derart orientiert ist, daß das lose Ende des Haltesteges (5) dem anderen Haltesteg (6) zugewandt ist oder daß die Enden beider Haltestege voneinander abgewandt sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Statorsegment (4) flächig ausgebildet ist, eine der Rotoranordnung zugewandte (13) sowie abgewandte Oberfläche (14) aufweist, durch die der Statorträger (3) gegen-

über der Rotoranordnung thermisch abgeschirmt wird, und daß an der der Rotoranordnung abgewandten Oberfläche (14) die Haltestege (5, 6, 7) angebracht sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Haltesteg (5, 6) einen senkrechten, von der Oberfläche ausgehenden Abschnitt (16) aufweist, der über einen Knickbereich, in den geneigten Haltestegabschnitt (18) übergeht.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Längserstreckungen der senkrechten (16) und geneigten (18) Haltestegabschnitte den Winkel $\alpha + 90^\circ$ einschließen.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß in die Ausnehmung (17) des Statorträgers (3), in die der senkrechte Abschnitt (16) hineinragt, ein elastisches Dichtungselement (21) eingebracht ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß mittig zwischen zwei spiegelsymmetrisch ausgebildeten Haltestegen (5, 6) ein Sicherungsteg (7) vorgesehen ist, der senkrecht in den Statorträger (3) hineinragt und relativ zu diesem, in radialer Richtung zur Rotoranordnung, beweglich ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Material des Statorträgers (3) und des Statorsegmentes (4) über unterschiedliche thermische Ausdehnungsverhalten, wie unterschiedliche Temperatur- und/oder Wärmeausdehnungskoeffizient verfügen.
12. Verfahren zur gezielten Spalteinstellung zwischen Stator- und Rotoranordnung einer Strömungsmaschine, deren Statoranordnung (2) einen Statorträger (3) und wenigstens ein Statorsegment (4) aufweist, das über wenigstens zwei Haltestege (5, 6) mit dem Statorträger (3) verbindbar ist, und deren Rotoranordnung wenigstens eine, um eine Rotationsachse rotierbare Laufschaufelreihe mit einer Vielzahl einzelner Laufschaufeln (1) vorsieht, deren Laufschaufelenden dem Statorsegment (4) gegenüberstehen und mit diesem einen radialen Spalt (11) einschließen, dadurch **gekennzeichnet**, daß die durch Erwärmung verursachte Längung des Statorsegmentes (4) mittels Zwangsführung der Haltestege (5, 6) innerhalb des Statorträgers (3) eine radiale Lageverschiebung des gesamten Statorsegmentes (4) in Richtung der Rotoranordnung bewirkt.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die thermisch ver-
ursachte Längung des Statorsegmentes (4) durch
die Zwangsführung der Haltestege (5, 6) innerhalb
des Statorträgers (3) jeweils entlang einer relativ 5
zur Längungsrichtung um einen Winkel $0^\circ < \alpha < 90^\circ$
oder $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ geneigten Fläche (19, 20) in
eine Translationsbewegung des gesamten Stator-
segmentes (4) relativ zum Statorträger (3) überführt
wird, die im wesentlichen orthogonal zur Längungs- 10
richtung verläuft.
14. Verwendung des Verfahrens zur Reduzierung von
Verlustströmen innerhalb von Rotationsmaschinen,
vorzugsweise Verdichterstufen und Turbostufen ei- 15
ner Gasturbinenanlage.

20

25

30

35

40

45

50

55

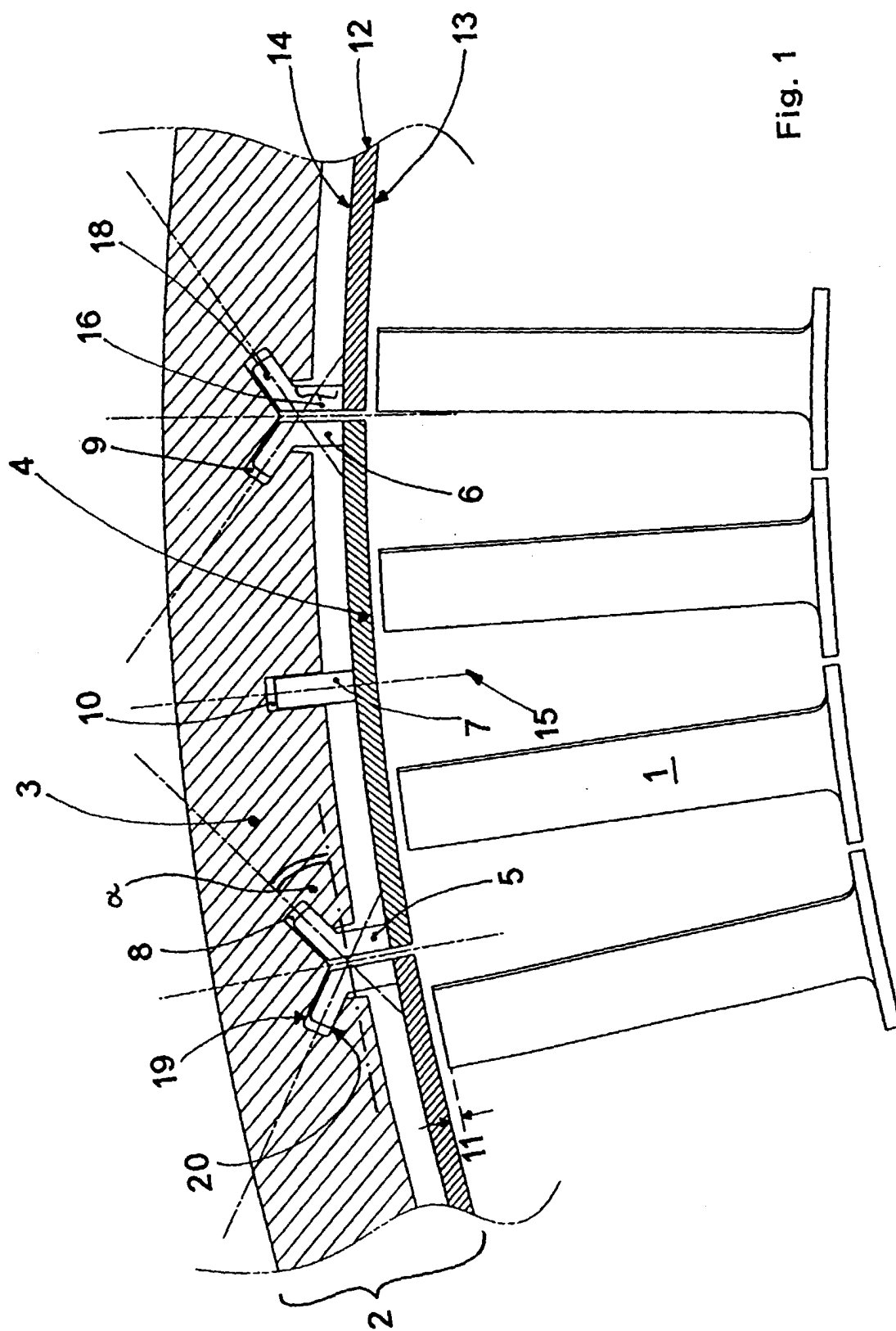


Fig. 1

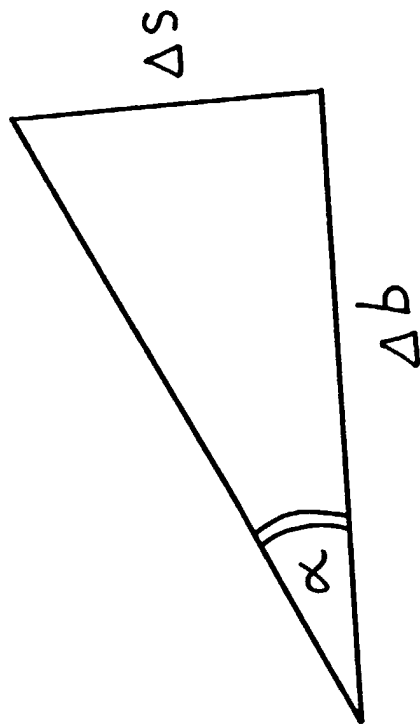
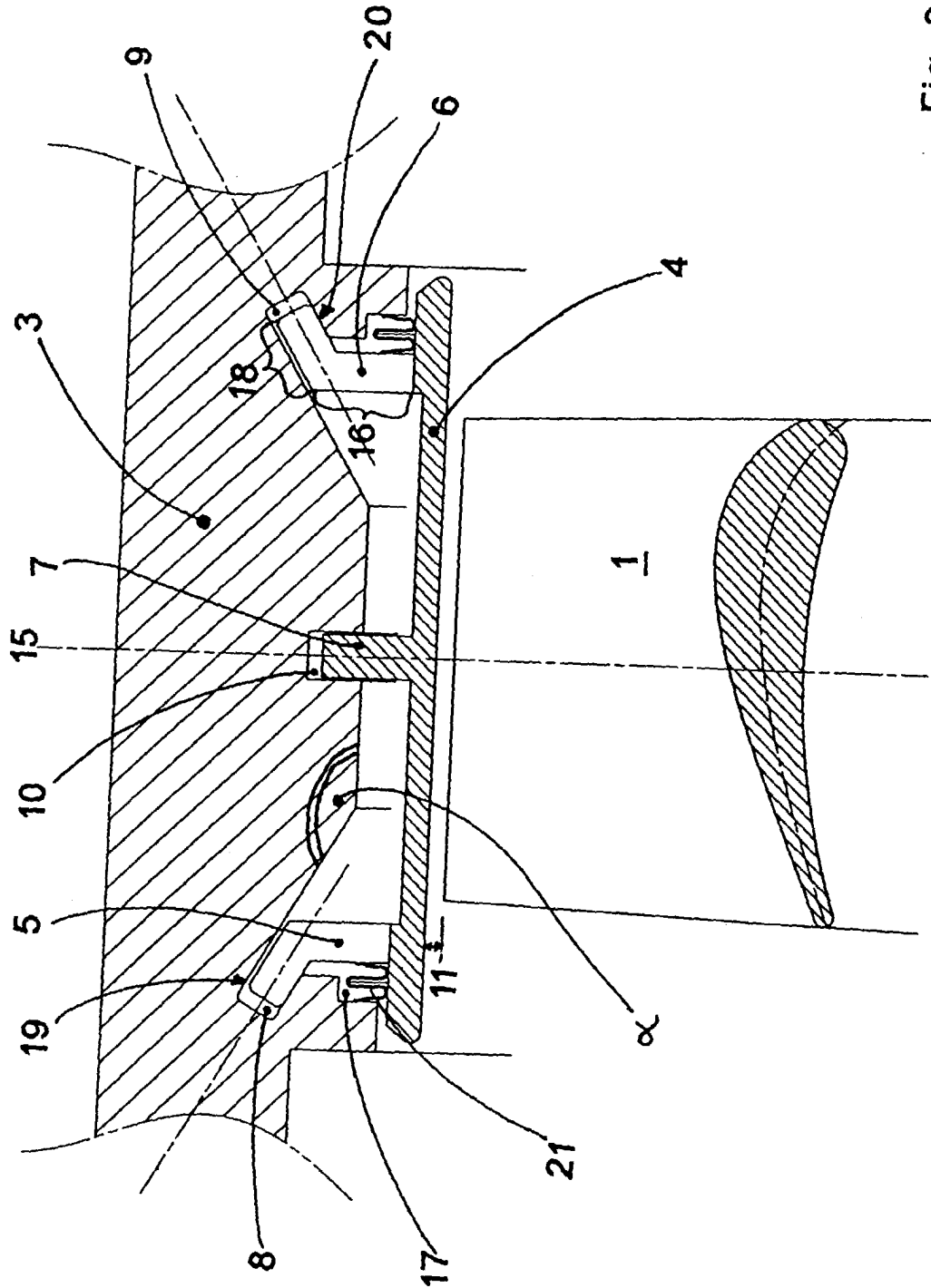


Fig. 2



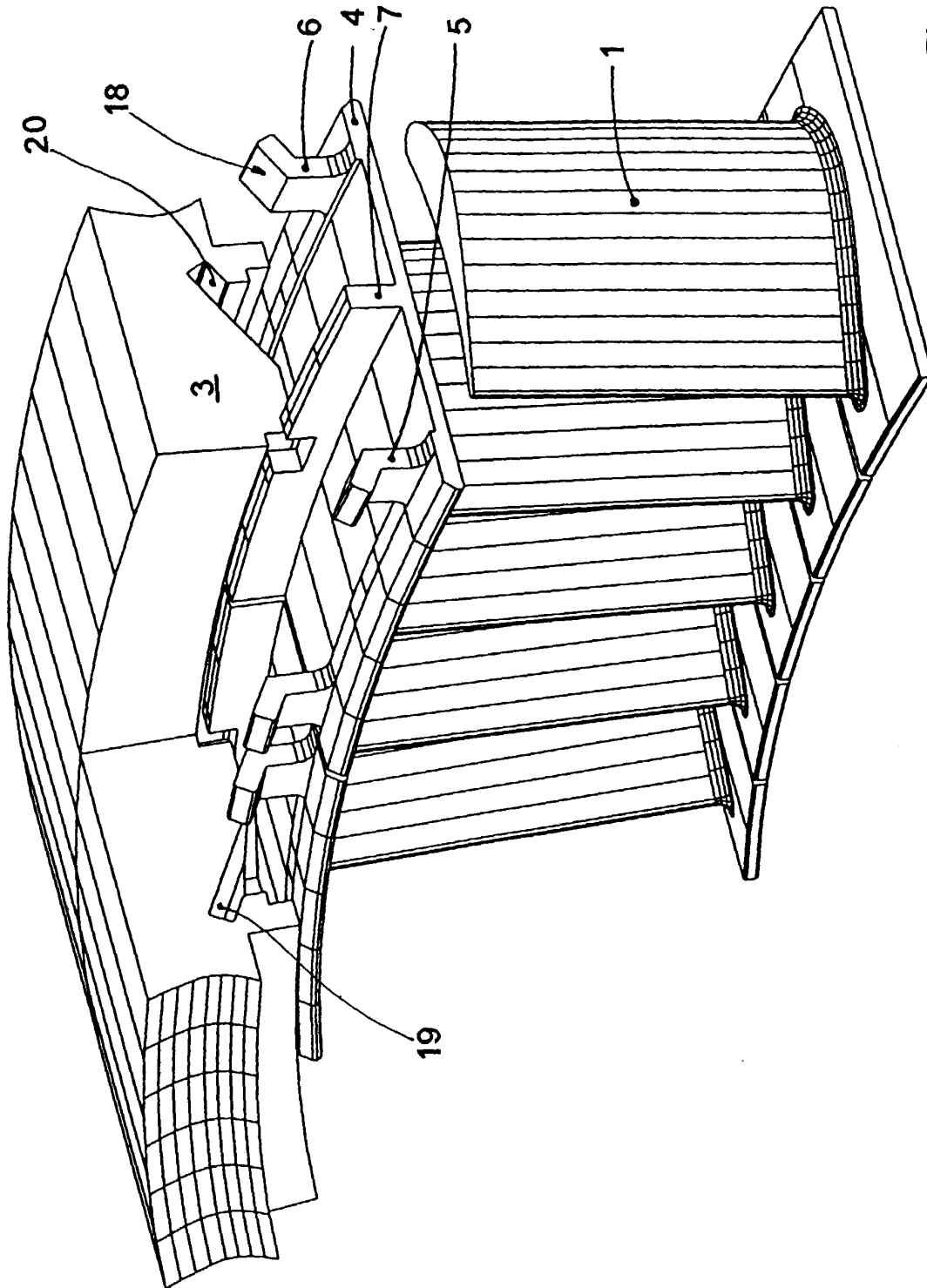


Fig. 4