



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 702 603 A2

(51) Int. Cl.: F04D 29/56 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00076/11

(22) Anmeldedatum: 17.01.2011

(43) Anmeldung veröffentlicht: 29.07.2011

(30) Priorität: 19.01.2010 US 12/689,656

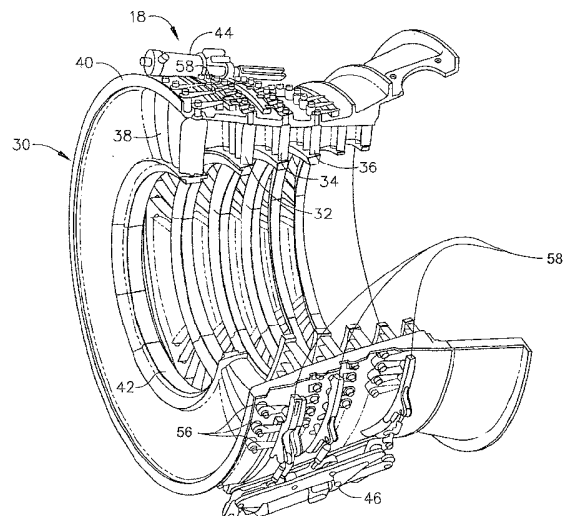
(71) Anmelder:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Stephen Paul Wassinger,
Greenville, South Carolina 29615 (US)
Mark Stefan Maier, Greenville, South Carolina 29615 (US)

(74) Vertreter:
R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4
8008 Zürich (CH)

(54) Variable Einlassleitschaufelanordnung für einen Verdichter.

(57) Eine variable Einlassleitschaufelanordnung (30) für einen Verdichter (18) enthält ein Gehäuse (40), das einen Einlass des Verdichters definiert, wenigstens einen Leitschaufelträger, der im Inneren des Gehäuses koaxial angeordnet ist, mehrere Leitschaufeln (38), die in Umfangsrichtung um den Umfang des Gehäuses angeordnet sind, wobei jede Leitschaufel zwischen dem Gehäuse und dem wenigstens einen Leitschaufelträger schwenkbar montiert ist, einen Aktuatormechanismus (44, 46), der konfiguriert ist, um wenigstens einige der mehreren Leitschaufeln in einem asymmetrischen Muster um den Umfang des Gehäuses herum zu verschwenken. Ein Verfahren zur Steuerung einer variablen Einlassleitschaufelanordnung für einen Verdichter enthält ein Verschwenken wenigstens einiger der mehreren Leitschaufeln in einem asymmetrischen Muster um den Umfang des Gehäuses herum.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft verstellbare Einlassleitschaufeln, die verwendet werden, um die in einen Verdichter, z.B. einen Verdichter eines Gasturbinentriebwerks, eintretende Strömung zu steuern.

Hintergrund zu der Erfindung

[0002] Ein Turbofan-Gasturbinentriebwerk, das verwendet wird, um ein Flugzeug im Flug anzutreiben, enthält gewöhnlich in serieller Strömungsverbindung einen Bläser (Fan), einen Niederdruckverdichter oder Booster, einen Hochdruckverdichter, eine Brennkammer, eine Hochdruckturbine und eine Niederdruckturbine. Die Brennkammer erzeugt Verbrennungsgase, die aufeinanderfolgend zu der Hochdruckturbine, wo sie expandieren, um die Hochdruckturbine anzutreiben, und anschliessend zu der Niederdruckturbine geleitet werden, wo sie weiter expandieren, um die Niederdruckturbine anzutreiben. Die Hochdruckturbine ist über eine erste Rotorwelle mit dem Hochdruckverdichter antriebsmässig verbunden, und die Niederdruckturbine ist sowohl mit dem Bläser als auch mit dem Booster über eine zweite Rotorwelle antriebsmässig verbunden.

[0003] Der Hochdruckverdichter enthält gewöhnlich eine Reihe von Statorschaufelstufen, die verwendet werden, um Luft zur Verwendung in dem Triebwerk und Flugzeug zu komprimieren. Die dem Booster benachbarte erste Verdichterstufe ist die Einlassleitschaufelstufe, die aus mehreren längs des Umfangs angeordneten, freitragend gehaltenen Einlassleitschaufeln ausgebildet ist. Die Einlassleitschaufeln können durch ein Steuersystem betätigt werden, um den Luftdurchfluss zwecks der Leistung und der Vermeidung eines Strömungsabrisses zu optimieren. Die Leitschaufeln sind zwischen einem Statorgehäuse und einem Leitschaufelinnendeckband gehalten. Das Statorgehäuse ist mit dem Triebwerksgehäuse verbunden. Der Zwischenraum zwischen dem Statorgehäuse und dem Deckband definiert das den Hochdruckverdichter durchströmende Luftvolumen. Das Deckband stellt eine aerodynamische Strömungspfadbegrenzung des Hochdruckverdichters bereit.

[0004] In einigen Triebwerken lassen sich die Einlassleitschaufeln sowie weitere stromabwärts befindliche Statorschaufeln durch die Betätigung eines oder mehrerer steuerbarer Schaufelaktuatoren variabel verstellen. Ein äusserer Zapfen oder eine Spindel der Leitschaufel führt durch das Statorgehäuse hindurch und ist mit einem Hebelarm gekoppelt. Der Hebelarm ist mit einem Betätigungsring gekoppelt, der mit einem Schaufelaktuator verbunden ist. Ein oder mehrere Schaufelaktuatoren bewirken eine Bewegung einer Reihe von längs des Umfangs angeordneten Statorschaufeln jeder Verdichterstufe. Die Schaufel ist durch eine Kombination von Buchsen, Scheiben und einer Kontermutter, die an dem äusseren Zapfen angeschraubt ist, an dem Statorgehäuse gehalten.

[0005] Die verstellbaren Leitschaufeln werden verwendet, um die in den Verdichter eintretende Strömung zu steuern, und sind dazu vorgesehen, in Abhängigkeit von dem Durchflussbedarf zu öffnen und zu schliessen. Bei geringen Durchflussbedingungen können die verstellbaren Leitschaufeln in einem Zustand mit abgelöster Strömung arbeiten, während unter höheren Durchflussbedingungen die verstellbaren Leitschaufeln in einem Zustand mit nicht abgelöster Strömung arbeiten. Während der Bewegung der verstellbaren Leitschaufeln entsprechend dem Öffnungs-/Schliess-Schema gibt es einen Bereich, in dem die Strömung beginnt sich abzulösen. Dieser Bereich ist als das «Einsetzen der Ablösung» definiert. Aufgrund von Verformungen am Einlass sind Strömungsgeschwindigkeiten ungleichmässig. Diese Ungleichmässigkeit kann Unterschiede in Bezug darauf, wann jede einzelne Leitschaufel das Einsetzen der Strömungsablösung erreicht, hervorrufen. Das mit diesem Zustand verbundene Umfangsmuster ruft starke harmonische Anregungen hervor, die eine Anregungsquelle für diese Anregungen empfängliche Laufschaufeln bilden. Diese Anregungen können in Bereichen, in denen Schaufelresonanz auftritt, zu starkem Oberschwingungsanteil führen, wodurch Schwingungsbeanspruchungen den Laufschaufeln auferlegt werden.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0006] Gemäss einer Ausführungsform der Erfindung weist eine variable Einlassleitschaufelanordnung für einen Verdichter auf: ein Gehäuse, das einen Einlass des Verdichters definiert; wenigstens einen Leitschaufelträger, der im Inneren des Gehäuses koaxial angeordnet ist; mehrere Leitschaufeln, die in Umfangsrichtung um den Umfang des Gehäuses herum angeordnet sind, wobei jede Leitschaufel zwischen dem Gehäuse und dem wenigstens einen Leitschaufelträger schwenkbar montiert ist; und einen Aktuatormechanismus, der eingerichtet ist, um wenigstens einige der mehreren Leitschaufeln in einem asymmetrischen Muster rings um den Umfang des Gehäuses zu verschwenken.

[0007] Gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist ein Verfahren zur Steuerung einer variablen Einlassleitschaufelanordnung für einen Verdichter geschaffen, der ein Gehäuse, das einen Einlass des Verdichters definiert, wenigstens einen Leitschaufelträger, der im Inneren des Gehäuses koaxial angeordnet ist, mehrere Leitschaufeln, die in Umfangsrichtung um den Umfang des Gehäuses herum angeordnet sind, wobei jede Leitschaufel zwischen dem Gehäuse und dem wenigstens einen Leitschaufelträger schwenkbar montiert ist, und einen Aktuatormechanismus aufweist, der eingerichtet ist, um wenigstens einige der mehreren Leitschaufeln in einem asymmetrischen Muster rings um den Umfang des Gehäuses zu verschwenken. Das Verfahren weist das Schwenken wenigstens einiger der mehreren Leitschaufeln in einem asymmetrischen Muster um den Umfang des Gehäuses herum auf.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0008]

- Fig. 1 zeigt eine ausschnittsweise schematisierte Querschnittsansicht eines Turbofan-Triebwerks, das eine Ausführungsform eines Einlassleitschaufel-Steuersystems enthält;
- Fig. 2 zeigt eine ausschnittsweise weggeschnittene Perspektivansicht des Hochdruckverdichterabschnitts des Triebwerks nach Fig. 1;
- Fig. 3 zeigt eine ausschnittsweise explodierte Perspektivansicht des Einlassleitschaufel-Steuersystems des Triebwerks nach Fig. 1;
- Fig. 4 zeigt eine Seitenansicht einer Einlassleitschaufel- und Schaufel-Deckband-Verbindung; und
- Fig. 5 und 6 veranschaulichen in schematisierter Weise eine Einlassleitschaufelanordnung und einen Aktuatormechanismus gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0009] Bezugnehmend auf die Zeichnungen, in denen gleiche Bezugszeichen die gleichen Elemente bezeichnen, veranschaulicht Fig. 1 eine Längsschnittansicht eines Turbofan-Triebwerks 10. Das Triebwerk 10 enthält in serieller axialer Strömungsverbindung an einer Längs- und Mittelachse 12 einen Bläser 14, einen Booster 16, einen Hochdruckverdichter 18, eine Brennkammer 20, eine Hochdruckturbine 22 und eine Niederdruckturbine 24. Die Hochdruckturbine 22 ist mit dem Hochdruckverdichter 18 über eine erste Rotorwelle 26 antriebsmässig verbunden, und die Niederdruckturbine 24 ist sowohl mit dem Booster 16 als auch mit dem Bläser 14 über eine zweite Rotorwelle 28 antriebsmässig verbunden, die im Inneren der ersten Rotorwelle 26 angeordnet ist.

[0010] Während eines Betriebs des Triebwerks 10 tritt Umgebungsluft durch den Bläser 14, den Booster 16 und den Verdichter 18 hindurch, um aufeinanderfolgend unter Druck gesetzt zu werden. Ein Teil der Umgebungsluft wird für ergänzende Funktionen abgezapft, während der primäre Druckluftstrom in die Brennkammer 20 eintritt, wo er mit Brennstoff vermischt und verbrannt wird, um einen energiereichen Strom heisser Verbrennungsgase zu ergeben. Der energiereiche Gasstrom strömt durch die Hochdruckturbine 22, wo er weiter expandiert, wobei Energie entzogen wird, um die erste Rotorwelle 26 anzutreiben. Der Gasstrom strömt anschliessend durch die Niederdruckturbine 24 hindurch, wo Energie entzogen wird, um die zweite Rotorwelle 28 und folglich den Bläser 14 anzutreiben. Verbrauchte Verbrennungsprodukte und ungenutzter Gas treten durch einen Abgaskanal aus dem Triebwerk 10 aus.

[0011] Bezugnehmend auf die Fig. 2-4 enthält der Verdichter 18 eine Einlassleitschaufelstufe 30 und einen Satz nachfolgender variabler Leitschaufelstatorstufen (Statorstufen mit verstellbaren Leitschaufeln) 32, 34 und 36. Die Abmessungen des Rings jeder der Stufen 32, 34, 36 werden zunehmend kleiner, um die Luft für die Verwendung in den folgenden Triebwerksstufen zu komprimieren. Jede der Stufen des Verdichters 18 enthält einen Satz längs des Umfangs angeordneter Schaufeln 38, die zwischen einem Statorgehäuse 40 des Verdichters 18 und einem Leitschaufeldeckband bzw. -mantelring 41 aufgenommen sind. Wie in Fig. 3 veranschaulicht, ist das Deckband 41 aus einem Satz von Deckbandabschnitten 42 gebildet. Obwohl ein Deckband veranschaulicht und beschrieben ist, sollte verstanden werden, dass der Verdichter 18 gegebenenfalls kein Deckband enthalten kann und die Leitschaufeln 38 zwischen dem Statorgehäuse 40 und einem Träger, z.B. einer inneren Statorstruktur oder einem inneren Statorgehäuse oder einem Ring oder einem Triebwerkslagerträger, gehalten sein können.

[0012] Die Leitschaufeln 38 werden durch einen Satz variabler Leitschaufelaktuatoren (Aktuatoren für die verstellbaren Leitschaufeln) 44, 46 variabel verstellt. Die Leitschaufeln 38 sind durch das Statorgehäuse 40 hindurch mit den Aktuatoren 44, 46 mittels eines äusseren Leitschaufelzapfens 48 gekoppelt. Der äussere Zapfen 48 führt durch eine Statorgehäuseöffnung 50 hindurch und wird mittels einer Innenbuchse 52 und einer Aussenmutter 54 gehalten. Ein Hebelarm 56 ist zwischen der Buchse 52 und der Aussenmutter 54 aufgenommen. Der Hebelarm 56 ist mit den Schaufelaktuatoren 44, 46 über Gestängearme 58 gekoppelt.

[0013] Unter Bezugnahme auf die Fig. 3 und 4 wird eine Verdrehung der Leitschaufeln 38 ferner durch die Kopplung von Sätzen der Leitschaufeln 38 mit jeweiligen einzelnen der inneren Leitschaufeldeckbandabschnitte 42 ermöglicht. Jeder Deckbandabschnitt 42 enthält mehrere Deckbandöffnungen 60, wobei jede Öffnung 60 konfiguriert ist, um einen inneren Zapfen 62 der einzelnen der Leitschaufeln 38 aufzunehmen. Der innere Zapfen 62 enthält eine Kontaktschulter oder einen Zapfenring 64, die bzw. der in einer Nut 66 der Deckbandöffnung liegt, die eine Nutschulter aufweist. Der innere Zapfen 62 wird zunächst in der Öffnung 60 unter Verwendung einer Deckbandbuchse 68, die in die Öffnung 60 hineinpasst, aufgenommen. Eine Deckbandunterlegscheibe 70 bildet einen Zwischenkontaktbereich zwischen einer Buchsenfläche des Zapfenrings 64 und einer Zapfenfläche der Deckbandbuchse 68. Die Zwischenlegscheibe 70 verhindert, dass der Deckbandabschnitt 42 sich nach oben bewegt und den Aufnahmekontaktbereich zwischen der aufnehmenden Komponente und dem inneren Zapfen 62 deutlich vergrössert. Dies erhöht die Langlebigkeit des Leitschaufelsystems und reduziert Wartungspflichten.

[0014] Die Deckbandabschnitte 42 sind ferner mittels eines Deckbanddichtungshalters 74 miteinander gekoppelt. Der Halter 74 erstreckt sich über ungefähr die Hälfte des gesamten Innenumfanges des Verdichters 18 hinweg, wie in Fig. 3 veranschaulicht, und verbindet effektiv Gruppen von Deckbandabschnitten 42 und dadurch Gruppen von Leitschaufeln 38 miteinander. Das Ergebnis ist ein Speicheneffekt an den miteinander verbundenen freitragend gehaltenen Leitschaufeln 38. Die Spannweite des Halters 74 sorgt ferner für eine verbesserte Verhinderung einer Bewegung der Deckbandabschnitte 42 nach unten, von dem Innenraum des Verdichters 18 weg. Folglich werden Betätigungs- und Schwingungseinflüsse an den Deckband-Leitschaufel-Verbindungsstellen reduziert.

[0015] Bezugnehmend auf die Fig. 5 und 6 weist eine variable Einlassleitschaufelanordnung gemäss einer weiteren Ausführungsform einen äusseren Leitschaufelträger 1 und einen inneren Leitschaufelträger 6. Jede Leitschaufel 4 enthält ein Ritzel 4, das an einem Zapfen der Leitschaufel vorgesehen ist, die durch den äusseren Leitschaufelträger 1 schwenkbar gehalten ist. Eine Zahnstange 3 ist mit einem Umfangsträgerelement 2 verbunden und steht mit jedem Ritzel 9 der Leitschaufelanordnung in Eingriff, wie dies in Fig. 6 veranschaulicht ist. Der äussere Leitschaufelträger 1 ist mit dem Statorgehäuse durch Befestigungselemente 7 verbunden, und der innere Leitschaufelträger 6 ist von einem inneren Abdeckungselement 5 bedeckt.

[0016] Das Umfangsträgerelement 2 ist mit einem Aktuator 8 verbunden, der konfiguriert ist, um das Umfangsträgerelement 2 zu verdrehen, um die Zahnstange 3 zu veranlassen, die Einlassleitschaufeln 4 über die Ritzel 9 zu verschwenken. Die Zahnstange 3 kann konfiguriert sein, um das Öffnungs-/Schliess-Schema der Leitschaufeln in asymmetrischer Weise zu variieren. Die Zahnstange 3 kann über einem Abschnitt des Offen-Geschlossen-Bereiches hinweg ungleichförmig sein.

[0017] Die Aktuatoren für die verstellbaren Leitschaufeln können betätigt werden, um das Öffnungs-/Schliess-Schema der Leitschaufeln (längs des Umfangs) asymmetrisch zu variieren, um das Einsetzen einer Strömungsablösung von den Laufschaufeln zu erzwingen, zu einem Muster, das günstige Oberschwingungen erzeugt, um die den umlaufenden Laufschaufeln dargebotenen Anregungen zu reduzieren oder möglicherweise zu eliminieren. Das Öffnungs-/Schliess-Schema der Leitschaufeln kann ein nichtlineares Schema nutzen, so dass die Asymmetrie nur in dem Bereich des Einsetzens einer Ablösung eingeführt würde. Alternativ können wechselnde (unterschiedliche) lineare Schemata verwendet werden, um ein bilineares Schema zu schaffen. Ausserhalb des Bereichs des Einsetzens einer Strömungsablösung würde die Asymmetrie nicht verwendet werden, so dass die Leitschaufeln in den Bereichen mit vollständig abgelöster oder vollständig nicht abgelöster Strömung symmetrisch positioniert sein würden, wodurch der Oberschwingungsanteil, der mit diesen Bedingungen verbunden ist, minimiert sein würde.

[0018] Durch Veränderung des Öffnungs-/Schliess-Schemas der Leitschaufeln in Abhängigkeit von der Position um den Umfang herum kann das Einsetzen einer Strömungsablösung längs des Umfangs gesteuert werden. Die resultierenden harmonischen Anregungen können über das Ablösungsmuster gesteuert werden, um einen starken Oberschwingungsanteil in Bereichen, in denen Schaufelresonanzen vorliegen, zu eliminieren, so dass auf diese Weise die Schwingungsbeanspruchungen der Laufschaufeln, die für diese Anregung empfänglich sind, reduziert werden.

[0019] Die Nichtlinearität des Öffnungs-/Schliess-Schemas der Leitschaufeln längs des Umfangs variiert die Stellung jeder Leitschaufel in Bezug auf andere Leitschaufeln in der Stufe, um ein Muster für die Strömungsablösung zu schaffen, das der Erzeugung geringer aerodynamischer Anregungen bei Frequenzen in der Nähe der Resonanzfrequenzen von Rotorschaukeln förderlich ist. Die Nichtlinearität in dem Schema kann über einem schmalen Bereich des Schemas verwendet werden, in dem die Leitschaufeln von der vollständig anliegenden bzw. anhaftenden Strömung zu der vollständig abgelösten Strömung übergehen, d.h. in dem Bereich des Einsetzens der Strömungsablösung. An anderen Leitschaufelpositionen, an denen die Strömung entweder vollständig abgelöst ist (die Leitschaufeln vollständig geschlossen sind) oder vollständig anliegt bzw. anhaftet (die Leitschaufeln vollständig offen sind) ist das Öffnungs-/Schliess-Schema der Leitschaufeln linear, um ein achsensymmetrisches Muster zu erzielen, um die kleinste Anregung und den effizientesten Betrieb unter diesen gleichmässigeren Bedingungen zu erzielen.

[0020] Obwohl die vorstehend erläuterte Ausführungsform variable Aktuatoren enthält, die mit den Einlassleitschaufeln durch Hebelarme verbunden sind, die mit einzelnen Einlassleitschaufeln verbunden sind, die mit dem variablen Aktuator über Gestänge verbunden sind, sollte verstanden werden, dass andere Mechanismen zur Leitschaufelöffnung/-schliessung, wie beispielsweise ein Getriebe oder elliptische Nocken, verwendet werden können, um die Nichtlinearität des Öffnungs-/Schliess-Schemas der Leitschaufeln zu erzielen.

[0021] Während die Erfindung in Verbindung mit der momentan als die praktikabelste und bevorzugte angesehene Ausführungsform beschrieben worden ist, ist es zu verstehen, dass die Erfindung nicht auf die offenbarte Ausführungsform beschränkt sein soll, sondern im Gegenteil verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen mit umfassen soll, die in dem Rahmen und Schutzzumfang der beigefügten Ansprüche enthalten sind.

[0022] Eine variable Einlassleitschaufelanordnung 30 für einen Verdichter 18 enthält ein Gehäuse 40, das einen Einlass des Verdichters definiert, wenigstens einen Leitschaufelträger 41, 6, der im Inneren des Gehäuses koaxial angeordnet ist, mehrere Leitschaufeln 38, 4, die in Umfangsrichtung um den Umfang des Gehäuses angeordnet sind, wobei jede Leitschaufel zwischen dem Gehäuse und dem wenigstens einen Leitschaufelträger schwenkbar montiert ist, einen Aktuatormechanismus 44, 46, 8, der konfiguriert ist, um wenigstens einige der mehreren Leitschaufeln in einem asymmetrischen Muster um den Umfang des Gehäuses herum zu verschwenken. Ein Verfahren zur Steuerung einer variablen Einlassleit-

schaufelanordnung für einen Verdichter enthält ein Verschwenken wenigstens einiger der mehreren Leitschaufeln in einem asymmetrischen Muster um den Umfang des Gehäuses herum.

Bezugszeichenliste

[0023]

- 1 äusserer Leitschaufelträger
- 2 Umfangsträgerelement
- 3 Zahnstange
- 4 Leitschaufel
- 5 inneres Abdeckelement
- 6 innerer Leitschaufelträger
- 7 Befestigungselement
- 8 Aktuator
- 9 Ritzel
- 10 Turbofan-Triebwerk
- 12 Längs- und Mittelachse
- 14 Bläser
- 16 Booster
- 18 Hochdruckverdichter
- 20 Brennkammer
- 22 Hochdruckturbine
- 24 Niederdruckturbine
- 26 erste Rotorwelle
- 28 zweite Rotorwelle
- 30 Einlassleitschaufelstufe
- 32 Statorstufe mit verstellbaren Leitschaufeln
- 34 Statorstufe mit verstellbaren Leitschaufeln
- 36 Statorstufe mit verstellbaren Leitschaufeln
- 38 Leitschaufeln
- 40 Statorgehäuse
- 41 Leitschaufeldeckband, -mantelring
- 42 Deckbandabschnitte, Mantelringabschnitte
- 44 Aktuator für die verstellbare Leitschaufel, variabler Leitschaufelaktuator
- 46 Aktuator für die verstellbare Leitschaufel, variabler Leitschaufelaktuator
- 48 äusserer Leitschaufelzapfen
- 50 Statorgehäuseöffnung
- 52 Innenbuchse
- 54 Aussenmutter

- 56 Hebelarm
- 58 Gestängearme
- 60 Deckbandöffnungen
- 62 innerer Zapfen
- 64 Kontaktschulter/Zapfenring
- 66 Ausnehmung der Deckbandöffnung
- 68 Deckbandbuchse
- 70 Deckbandzwischenlegscheibe
- 74 Dichtungshalter des Deckbands

Patentansprüche

1. Variable Einlassleitschaufelanordnung (30) für einen Verdichter (18), die aufweist:
ein Gehäuse (40), das einen Einlass des Verdichters definiert;
wenigstens einen Leitschaufelträger (6; 41), der im Inneren des Gehäuses koaxial angeordnet ist;
mehrere Leitschaufeln (4; 38), die in Umfangsrichtung um den Umfang des Gehäuses herum angeordnet sind, wobei jede Leitschaufel zwischen dem Gehäuse und wenigstens einem Leitschaufelträger schwenkbar montiert ist;
einen Aktuatormechanismus (44, 46; 8), der eingerichtet ist, um wenigstens einige der mehreren Leitschaufeln in einem asymmetrischen Muster um den Umfang des Gehäuses herum zu verschwenken.
2. Variable Einlassleitschaufelanordnung nach Anspruch 1, wobei der Aktuatormechanismus (44, 46; 8) eingerichtet ist, um die Leitschaufeln entsprechend einem nichtlinearen Schema oder entsprechend wechselnden linearen Schemata während eines Teils der Verschwenkung der Leitschaufel von einer vollständig geschlossenen zu einer vollständig geöffneten Stellung zu verschwenken.
3. Variable Einlassleitschaufelanordnung nach Anspruch 2, wobei die mehreren Leitschaufeln (4; 38) entsprechend dem nichtlinearen Schema oder den wechselnden linearen Schemata beim Einsetzen einer Ablösung einer Strömung von den mehreren Schaufeln geschwenkt werden.
4. Variable Einlassleitschaufelanordnung nach Anspruch 3, wobei der Aktuatormechanismus (44, 46; 8) eingerichtet ist, um die Leitschaufeln entsprechend einem linearen Schema zu verschwenken, um ein achsensymmetrisches Muster um den Umfang des Gehäuses herum zu schaffen, wenn die Strömung vollständig anliegend oder deutlich von den mehreren Schaufeln abgelöst ist.
5. Variable Einlassleitschaufelanordnung nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine Leitschaufelträger (41) mehrere Leitschaufelträger (42) aufweist und die mehreren Leitschaufeln zwischen dem Gehäuse und den mehreren Leitschaufelträgern schwenkbar montiert sind und wobei der Aktuatormechanismus (44, 46) eingerichtet ist, um die mehreren Leitschaufeln einer Untergruppe der mehreren Leitschaufelträger in einem asymmetrischen Muster um den Umfang des Gehäuses herum zu verschwenken und die Leitschaufeln des Rests der mehreren Leitschaufelträger in einem achsensymmetrischen Muster um den Umfang des Gehäuses herum zu verschwenken, um ein Strömungsablösungsmuster von den Schaufeln zu erzeugen.
6. Variable Einlassleitschaufelanordnung nach Anspruch 5, wobei das Strömungsablösungsmuster konfiguriert ist, um geringe aerodynamische Anregungen in der Strömung an Frequenzen in der Nähe der Resonanzfrequenzen von Rotorschaukeln eines Turbofan-Triebwerks zu erzeugen.
7. Variable Einlassleitschaufelanordnung nach Anspruch 1, wobei der Aktuatormechanismus (44, 46) aufweist:
mehrere Hebelarme (56), wobei jeder Hebelarm mit einer Leitschaufel verbunden ist;
mehrere Gestängearme (58), wobei jeder Gestängearm mit einer Untergruppe der mehreren Hebelarme verbunden ist; und
mehrere Aktuatoren (44, 46), wobei jeder Aktuator mit einem Gestängearm verbunden ist, um die Hebelarme über die Gestängearme zu verschwenken.
8. Variable Einlassleitschaufelanordnung nach Anspruch 1, wobei der Aktuatormechanismus aufweist:
ein Zahnrad (9), das an jeder Leitschaufel vorgesehen ist;
eine Zahnstange (3), die mit jedem Zahnrad in Eingriff steht; und
einen Aktuator (8), der eingerichtet ist, um die Zahnstange in Bezug auf die Zahnräder zu verlagern, um die Leitschaufeln zu verschwenken.
9. Variable Einlassleitschaufelanordnung nach Anspruch 1, wobei die Anordnung ferner einen Verdichter (18) aufweist.

10. Variable Einlassleitschaufelanordnung nach Anspruch 9, wobei die Anordnung ferner ein Triebwerk (10) aufweist.
11. Verfahren zur Steuerung einer variablen Einlassleitschaufelanordnung (30) für einen Verdichter (18), der ein Gehäuse (40), das einen Einlass des Verdichters definiert, wenigstens einen Leitschaufelträger (6; 41), der im Inneren des Gehäuses koaxial angeordnet ist, mehrere Leitschaufeln (4; 38), die in Umfangsrichtung um den Umfang des Gehäuses herum angeordnet sind, wobei jede Leitschaufel zwischen dem Gehäuse und dem wenigstens einen Leitschaufelträger schwenkbar montiert ist, und einen Aktuatormechanismus (44, 46; 8) aufweist, der konfiguriert ist, um wenigstens einige der mehreren Leitschaufeln zu verschwenken, wobei das Verfahren aufweist:
Verschwenken wenigstens einiger der mehreren Leitschaufeln in einem asymmetrischen Muster um den Umfang des Gehäuses herum.
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Verschwenken der Leitschaufeln in einem asymmetrischen Muster ein Verschwenken wenigstens einiger der mehreren Leitschaufeln entsprechend einem nichtlinearen Schema oder wechselnden linearen Schematas während eines Teils der Verschwenkung wenigstens einiger der Leitschaufeln von einer vollständig geschlossenen zu einer vollständig offenen Stellung aufweist, wobei wenigstens einige der mehreren Leitschaufeln beim Einsetzen einer Ablösung einer Strömung von den mehreren Leitschaufeln entsprechend dem nichtlinearen Schema oder den wechselnden linearen Schematas verschwenkt werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, das ferner ein Verschwenken wenigstens einiger der mehreren Leitschaufeln entsprechend einem linearen Schema aufweist, um ein achsensymmetrisches Muster um den Umfang des Gehäuses herum zu schaffen, wenn die Strömung vollständig anliegend oder von den mehreren Leitschaufeln deutlich abgelöst ist.
14. Verfahren nach Anspruch 11, wobei der wenigstens eine Leitschaufelträger mehrere Leitschaufeldeckbänder (42) aufweist und die mehreren Leitschaufeln zwischen dem Gehäuse und den mehreren Leitschaufeldeckbändern schwenkbar montiert sind, wobei das Verfahren ferner aufweist:
Verschwenken der mehreren Leitschaufeln einer Untergruppe der mehreren Leitschaufeldeckbänder in einem asymmetrischen Muster um den Umfang des Gehäuses herum und Verschwenken der Leitschaufeln des Rests der mehreren Leitschaufelträger in einem achsensymmetrischen Muster um den Umfang des Gehäuses herum, um ein Strömungsablösungsmuster von den mehreren Schaufeln zu erzeugen.
15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Strömungsablösungsmuster konfiguriert ist, um geringe aerodynamische Anregungen in der Strömung bei Frequenzen in der Nähe der Resonanzfrequenzen von Rotorschaukeln eines Turbofan-Triebwerks (10) zu erzeugen.

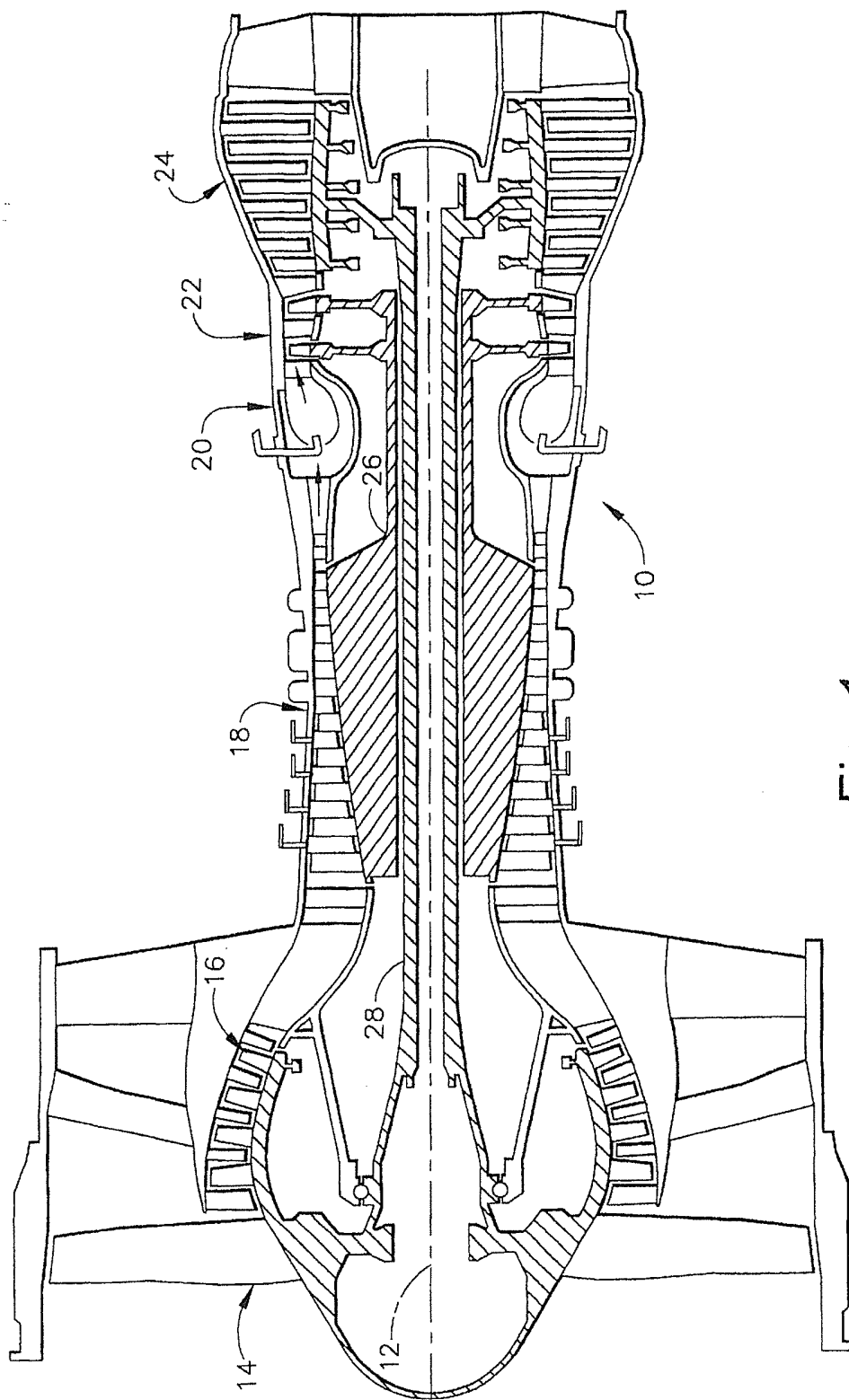


Fig. 1

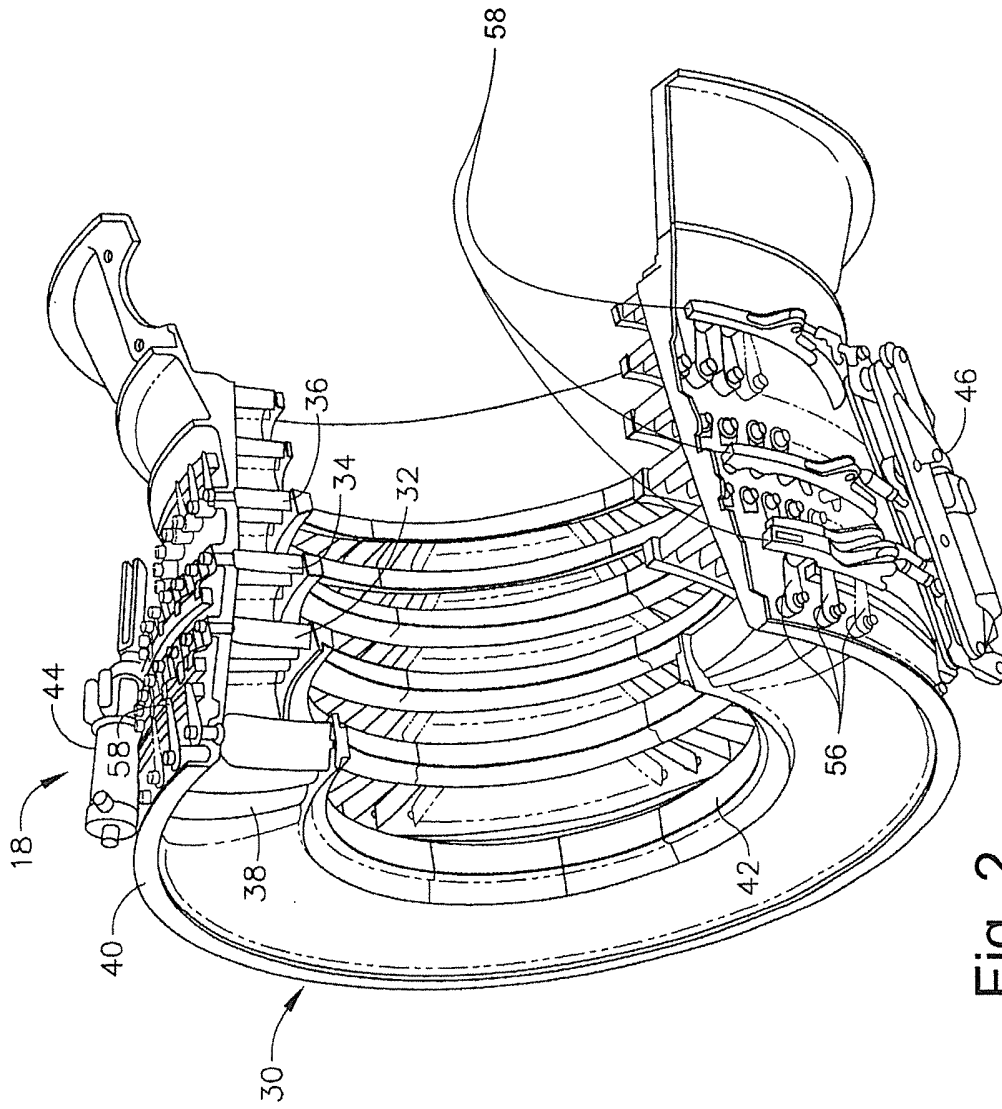


Fig. 2

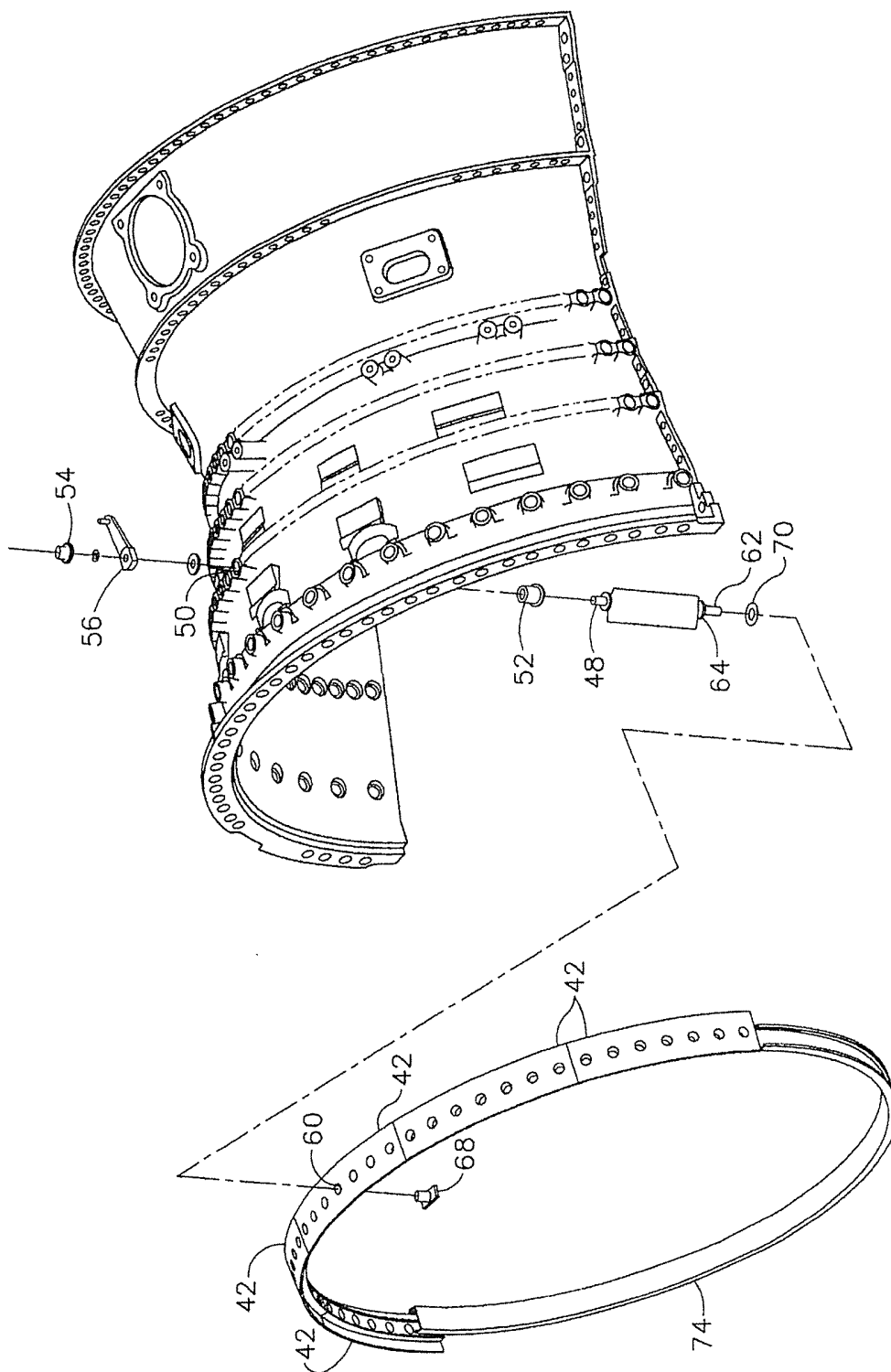


Fig. 3

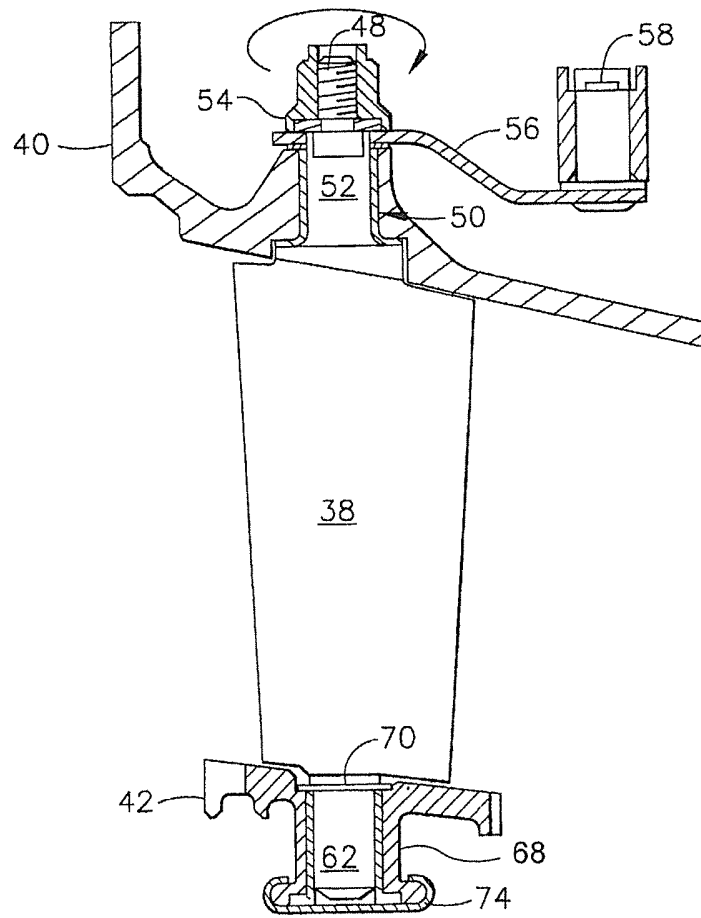


Fig. 4

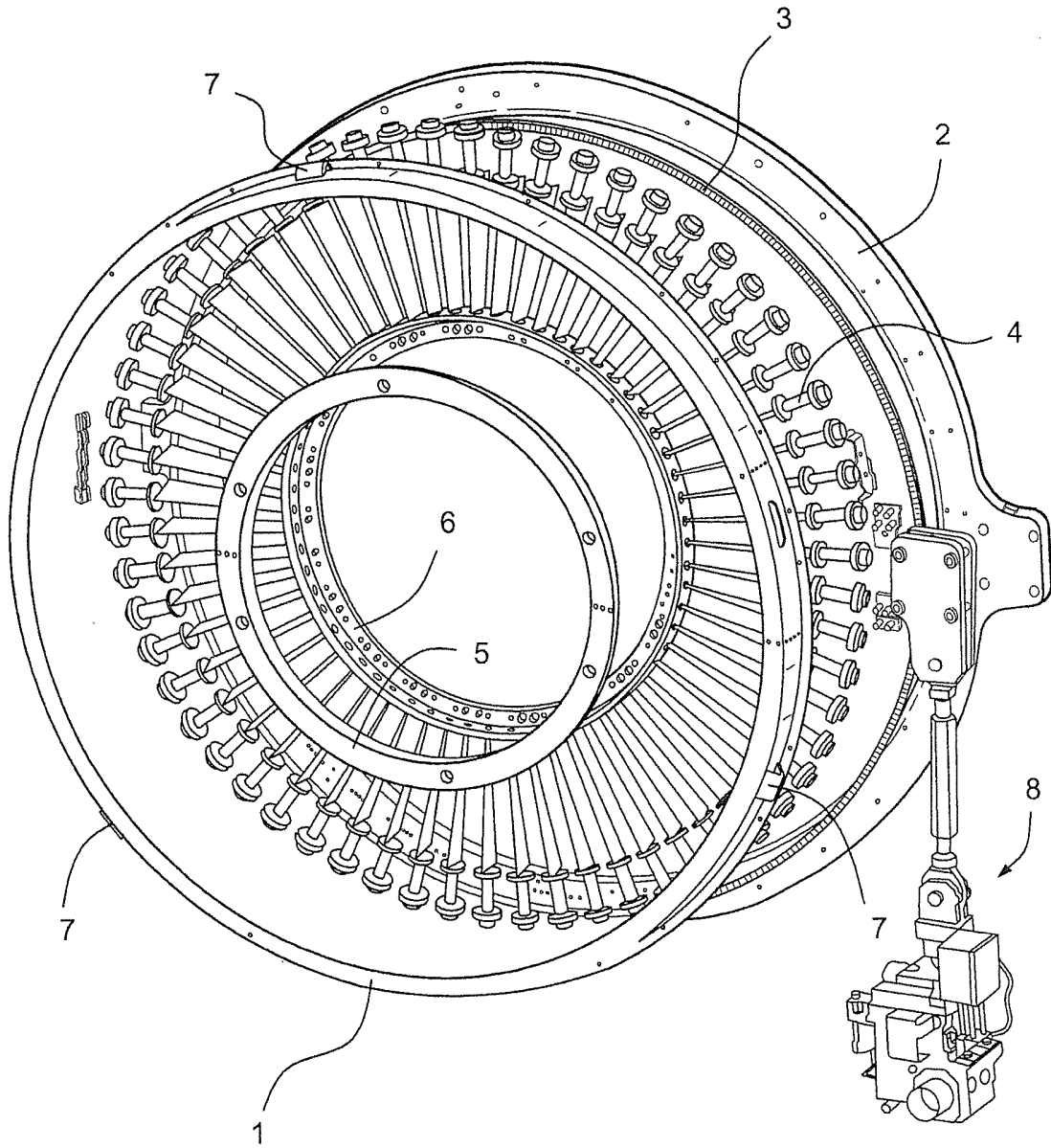


Fig. 5

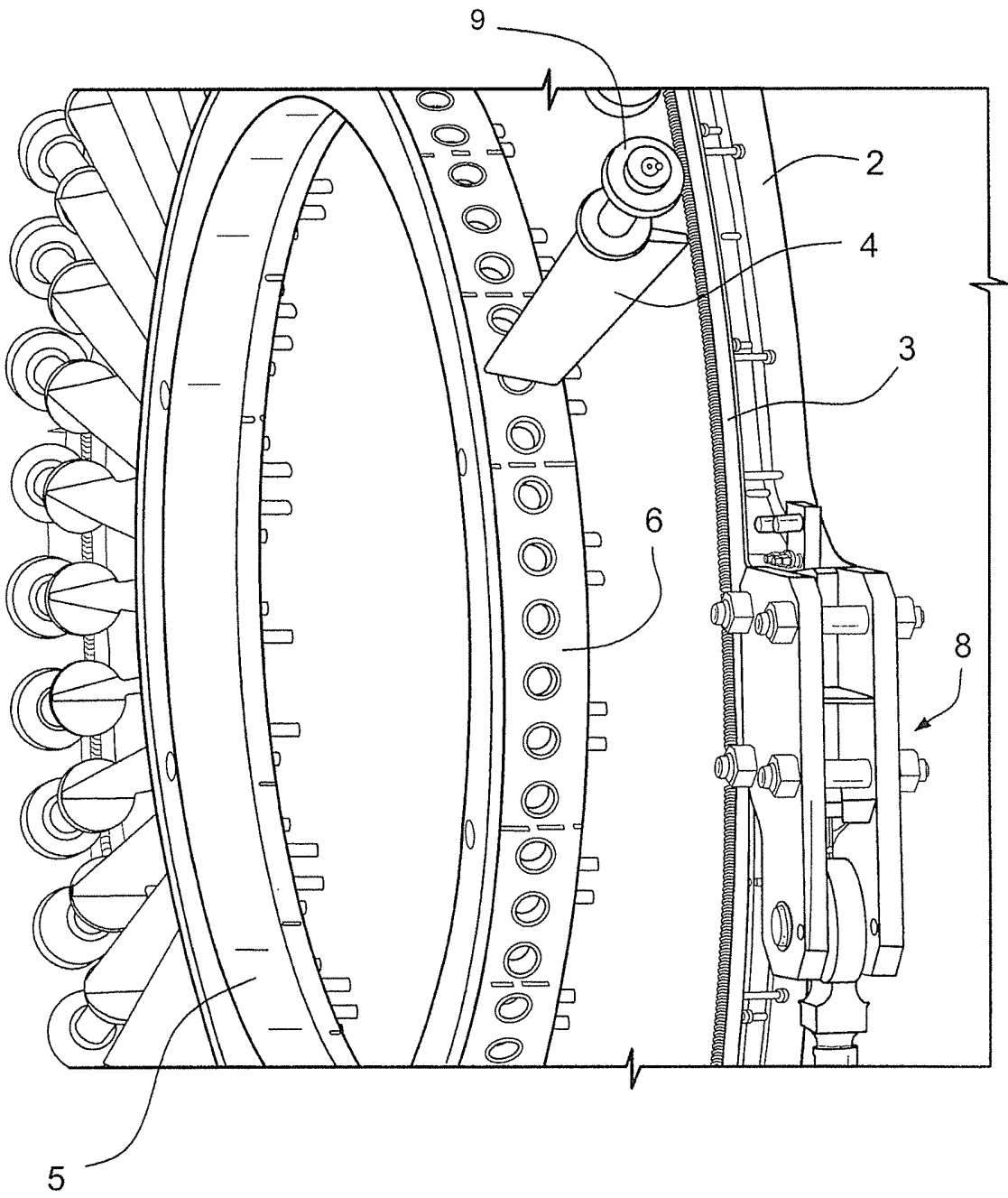


Fig. 6