



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 701 151 B1**

(51) Int. Cl.: **F01D 25/12** (2006.01)
F04D 29/58 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 00812/10

(22) Anmeldedatum: 25.05.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.11.2010

(30) Priorität: 28.05.2009 US 12/473,352

(24) Patent erteilt: 15.10.2014

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.10.2014

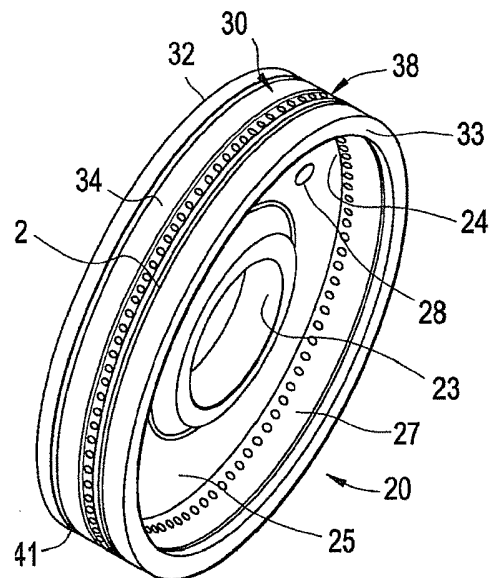
(73) Inhaber:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Kenneth Damon Black,
Travelers Rest, South Carolina 29690 (US)

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

(54) **Turbomaschine mit einem Verdichterradelement.**

(57) Eine Turbomaschine enthält eine Rotoranordnung (12), die ein Verdichterradelement enthält. Das Verdichterradelement enthält einen ersten Abschnitt (23), der sich über einen Zwischenabschnitt (25) zu einem zweiten Abschnitt (24) erstreckt. Der Zwischenabschnitt (25) definiert teilweise einen ersten Radraum (26) und einen zweiten Radraum (27). Das Verdichterradelement enthält ferner ein Rotorträgheitsgürtелеlement (30), das an dem zweiten Abschnitt (24) angeordnet ist. Das Rotorträgheitsgürtелеlement (30) enthält einen Entnahmelufthohlraum (38). Der Entnahmelufthohlraum (38) enthält einen Einlass (54), mehrere erste Entnahmeluftkanäle (57), die jeweils einen Einlassabschnitt (63) und einen Auslassabschnitt (65) enthalten, wobei der Auslassabschnitt (65) zu dem ersten Radzwischenraum (26) führt, und mehrere zweite Entnahmeluftkanäle (58), die jeweils einen Einlassabschnitt (70) und einen Auslassabschnitt (71) enthalten, wobei der Auslassabschnitt (71) zu dem zweiten Radzwischenraum (27) führt.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Der hierin offenbarte Gegenstand betrifft das Gebiet von Turbomaschinen und insbesondere eine Turbomaschine mit einem Verdichterradelement.

[0002] In herkömmlichen Turbomaschinen wird Luft von einem Verdichter entnommen, um heissere Komponenten, wie z.B. Turbinenlaufschaufeln und Leitapparate, zu kühlen. Die Luft wird im Allgemeinen einer Stelle entnommen, die möglichst nahe an einen Einlass des Verdichters liegt, während dennoch eine ausreichende Rückflussreserve zwischen der Druckquelle und -senke aufrechterhalten wird. Wenn die axiale Position der Entnahme nach hinten verlagert wird, sinkt der Wirkungsgrad der Turbomaschine. D.h., je weiter hinten die Entnahme erfolgt, desto mehr Arbeit wird in die Entnahmeluft umgesetzt. Da diese Arbeit nicht genutzt wird, ist der Gesamtwirkungsgrad der Turbomaschine verringert.

[0003] In bestimmten Fällen ist es erwünscht, die Luft radial nach innen, zu einer Mittellinie des Rotors hin, anstatt radial nach aussen, durch das Statorgehäuse hindurch, zu entnehmen. Wenn Luft radial nach innen entnommen wird, muss die Luft einen Trägheitsgürtelabschnitt des Rotors passieren. Der Trägheitsgürtel (oder Trägheitsring) ist ein Bereich des Querschnitts des Rotors, der die Fähigkeit, eine auf Gravitation und innere axiale Spannungen zurückzuführende Durchbiegung abzustützen, beeinflusst. Um den Entnahmeluftfluss zu steigern, muss die Abmessung der Entnahmestelle vergrössert werden. Eine Vergrösserung der Abmessung der Entnahmestelle erfordert das Abtragen weiteren Materials von dem Umfang des Rotors. Dieser Materialverlust vermindert den Trägheitsgürtel, was wiederum eine gravitationsbedingte Durchbiegung und Belastungen steigert. In dieser Hinsicht existiert eine Grenze, wie viel Luft entnommen werden kann, bevor die strukturelle Integrität des Rotors beeinträchtigt ist. Ein Verfahren zur Vergrösserung des Durchflussbereiches besteht darin, zwei oder mehrere Reihen von axial voneinander beabstandeten Löchern anstatt einer einzelnen Reihe von Löchern vorzusehen. Jedoch erhöht diese Anordnung die Herstellungskosten von sowohl dem Rotor als auch dem Stator.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, den Wirkungsgrad einer Turbomaschine zu erhöhen.

[0005] Die Aufgabe wird durch eine Turbomaschine gemäss Anspruch 1 gelöst.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0006] Erfindungsgemäss enthält eine Turbomaschine eine Rotoranordnung mit wenigstens einem Verdichterradelement. Das wenigstens eine Verdichterradelement enthält einen ersten Abschnitt, der sich über einen Zwischenabschnitt zu einem zweiten Abschnitt erstreckt. Der Zwischenabschnitt definiert teilweise einen ersten Radraum und einen zweiten Radraum. Das wenigstens eine Verdichterradelement enthält ferner ein Rotorträgheitsgürtelelement, das an dem zweiten Abschnitt angeordnet ist. Das Rotorträgheitsgürtelelement enthält einen Entnahmelufthohlraum. Der Entnahmelufthohlraum enthält einen Einlass, mehrere erste Entnahmeluftkanäle, von denen jeder einen Einlassabschnitt und einen Auslassabschnitt enthält, wobei der Einlassabschnitt mit dem Einlass strömungsmässig verbunden ist und der Auslassabschnitt zu dem ersten Radraum führt, und mehrere zweite Entnahmeluftkanäle, die jeweils einen Einlassabschnitt und einen Auslassabschnitt enthalten, wobei der Einlassabschnitt mit dem Einlass strömungsmässig verbunden ist und der Auslassabschnitt zu dem zweiten Radraum führt.

[0007] Ein Verfahren zur Entnahme von Luft aus einer Turbomaschine gemäss der Erfindung beinhaltet die nachfolgenden Schritte: Führen eines Luftflusses in einen Entnahmelufthohlraum, der in einem Rotorträgheitsgürtelelement ausgebildet ist, und Leiten eines ersten Anteils des Luftflusses durch mehrere erste Entnahmeluftkanäle, die in dem Rotorträgheitsgürtelelement ausgebildet sind. Die mehreren ersten Entnahmeluftkanäle erstrecken sich zwischen dem Entnahmelufthohlraum und einem ersten Radraum. Das Verfahren enthält ferner ein Durchleiten eines zweiten Anteils des Luftflusses durch mehrere zweite Entnahmeluftkanäle, die in dem Rotorträgheitsgürtelelement ausgebildet sind. Die mehreren zweiten Entnahmeluftkanäle erstrecken sich zwischen dem Entnahmelufthohlraum und einem zweiten Radraum.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0008] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der folgenden detaillierten Beschreibung beschrieben, wobei die beigefügten Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine abschnittsweise Querschnittsansicht einer Turbomaschine, die mehrere Verdichterradelemente enthält, entsprechend einer beispielhaften Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 2 eine von unten links betrachtete Perspektivansicht eines der mehreren Verdichterradelemente nach Fig. 1;
- Fig. 3 eine ausschnittsweise Querschnittsansicht des Verdichterradelementes nach Fig. 2; und
- Fig. 4 eine abschnittsweise Querschnittsansicht eines Verdichterradelementes, das gemäss einer weiteren beispielhaften Ausführungsform konstruiert ist.

[0009] Die detaillierte Beschreibung erläutert Ausführungsformen der Erfindung gemeinsam mit Vorteilen und Merkmalen anhand eines Beispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0010] Unter Bezugnahme auf Fig. 1 ist eine Turbomaschine, die gemäss beispielhaften Ausführungsformen der Erfindung konstruiert ist, allgemein bei 2 angezeigt. Die Turbomaschine 2 enthält einen Verdichter 4 und eine Brennkammeranordnung 5, die wenigstens eine Brennkammer 6 aufweist, die mit einem Gehäuse 8 einer Einspritzdüsenanordnung und einer Verbrennungskammer 9 versehen ist, die zu einer Turbine 10 führt. Die Turbomaschine 2 enthält ferner eine Rotoranordnung 12, die mehrere Verdichterradelemente, von denen eines bei 20 angezeigt ist, enthält, die entlang eines Luftströmungspfads 21 angeordnet ist. In der veranschaulichten beispielhaften Ausführungsform sind die Verdichterradelemente 20 durch wenigstens einen Axialbolzen 22 miteinander verbunden. Es sollte natürlich verstanden werden, dass die Verdichterradelemente 20 auch durch einen Schweißprozess oder durch sonstige Komponentenfügetechniken miteinander verbunden sein können. Die Verdichterradelemente definieren verschiedene (nicht gesondert bezeichnete) Stufen des Verdichters 4.

[0011] Während des Betriebs strömt Luft durch den Verdichter 4, sie wird komprimiert und der Brennkammer 6 übergeben. Gleichzeitig wird Brennstoff der Brennkammer 6 zugeführt, damit er sich mit der komprimierten Luft vermischt, um ein brennbares Gemisch zu bilden. Das brennbare Gemisch wird zu der Verbrennungskammer 9 geleitet und gezündet, um Verbrennungsgase zu erzeugen. Die Verbrennungsgase werden anschliessend zu der Turbine 10 geleitet. Wärmeenergie aus den Verbrennungsgasen wird in mechanische Rotationsenergie umgesetzt, die für die Rotoranordnung 12 verwendet wird. Die vorstehende Beschreibung wurde für die Zwecke der Vollständigkeit geliefert und um ein klareres Verständnis der beispielhaften Ausführungsformen zu ermöglichen, die auf die besondere Struktur und Funktionsweise des Verdichterradelements 20 gerichtet sind.

[0012] Wie am besten in den Fig. 2–3 veranschaulicht, enthält das Verdichterradelement 20 einen ersten Abschnitt 23, der sich über einen Zwischenabschnitt 25 bis zu einem zweiten Abschnitt 24 erstreckt. Der erste Abschnitt 23 definiert eine (nicht gesondert bezeichnete) Nabe, die eine Verbindungsstelle zwischen dem Verdichterradelement 20 und der Verdichter-/Turbinenwelle 12 bietet. Der Zwischenabschnitt 25 definiert zum Teil einen ersten Radraum 26 und einen zweiten Radraum 27. Insbesondere enthält der Verdichter 4 mehrere Radzwischenraumbereiche, die zwischen einander benachbarten der mehreren Verdichterradelemente 20 angeordnet sind. Ausserdem enthält das Verdichterradelement 20 einen Kanal 28, der in dem Zwischenabschnitt 25 vorgesehen ist. Der Kanal 28 verbindet den Radraum 26 strömungsmässig mit dem Radraum 27.

[0013] Das Verdichterradelement 20 ist ferner veranschaulicht, wie es ein Rotorträgheitsgürtelelement 30 enthält, das an dem zweiten Abschnitt 24 angeordnet ist. Das Rotorträgheitsgürtelelement 30 enthält einen ersten diametralen Abschnitt 32, der sich über einen Mittelabschnitt 34 zu einem zweiten diametralen Abschnitt 33 erstreckt. Das Rotorträgheitsgürtelelement 30 enthält ferner einen Entnahmelufthohlraum 38, der in dem Mittelabschnitt 34 angeordnet ist. Ausserdem enthält das Rotorträgheitsgürtelelement 30 eine erste Nut/einen ersten Kanal 41 und eine zweite Nut/einen zweiten Kanal 42, die auf jede Seite des Entnahmelufthohlraums 38 angeordnet sind. Jede Nut/jeder Kanal 41, 42 ist konfiguriert, um eine (nicht gesondert bezeichnete) Verdichterlaufschaufel aufzunehmen.

[0014] Wie am besten in Fig. 3 veranschaulicht, enthält der Entnahmelufthohlraum 38 einen Einlass 54, der entlang einer Mittelebene 55 des Rotorträgheitsgürtelelementes 30 angeordnet ist. Der Einlass 54 führt zu mehreren ersten Entnahmeluftkanälen 57, die sich zwischen dem Entnahmelufthohlraum 38 und dem Radraum 26 erstrecken, und mehreren zweiten Entnahmeluftkanälen 58, die sich zwischen dem Entnahmelufthohlraum 38 und dem Radraum 27 erstrecken. Jeder der mehreren ersten Entnahmeluftkanäle 57 enthält einen Einlassabschnitt 63, der sich über einen Leitungsabschnitt 66 bis zu einem Auslassabschnitt 64 erstreckt. Der Leitungsabschnitt 66 ist unter einem ersten Winkel α , relativ zu der Mittelebene 55 angeordnet. In ähnlicher Weise enthält jeder der mehreren zweiten Entnahmeluftkanäle 58 einen Einlassabschnitt 70, der sich über einen Leitungsabschnitt 73 zu einem Auslassabschnitt 71 erstreckt. Der Leitungsabschnitt 73 ist unter einem zweiten Winkel β , relativ zu der Mittelebene 55 angeordnet. In der veranschaulichten beispielhaften Ausführungsform sind der erste Winkel α und der zweite Winkel β im Wesentlichen gleich.

[0015] Bei dieser Anordnung passiert Entnahmeluft, die in den Entnahmelufthohlraum 38 einströmt, durch den Einlass 54 zu den mehreren ersten und zweiten Entnahmeluftkanälen 57 und 58. Der Luftstrom zweigt in jeden Einlassabschnitt 63 und Einlassabschnitt 70 ab und strömt durch jeden Leitungsabschnitt 66 und jeden Leitungsabschnitt 73 zu dem ersten bzw. zweiten Radraum 26 bzw. 27 hin. Durch die Anordnung der mehreren ersten und zweiten Entnahmeluftkanäle von dem Luftströmungspfad 21 weg und durch Verschiebung des Rotorträgheitsgürtels radial nach innen wird der gesamte Entnahmeluftstrom vergrössert, ohne dass eine entsprechende Vergrösserung der Abmessung des Verdichterradelementes 20 erforderlich ist. Ausserdem ermöglicht die Gegenwart des Kanals 28 der Entnahmeluft, frei zwischen benachbarten Radräumen zu strömen. Auf diese Weise beteiligt die beispielhafte Ausführungsform ein System bei der Vergrösserung des Entnahmebereichs, was ein vergrössertes Volumen der Entnahmeluft ergibt, die radial nach innen von dem Verdichter 4 passiert. Ausserdem geht die Vergrösserung des Entnahmeluftvolumens nicht mit der Einbusse der baulichen Gesamtheit des Verdichterradelements 20 einher. Darüber hinaus hat die beispielhafte Ausführungsform nicht mehr als nur eine kleine Auswirkung auf die Rotorlänge. In jedem Falle reduziert die Bereichsvergrösserung Wirkungsgradverluste inner-

halb des Verdichters 4, die mit hohen Machzahlen verbunden sind, und ermöglicht den Einsatz geringerer Quellendrücke und/oder Ströme.

[0016] Es wird nun auf Fig. 4 Bezug genommen, um ein Verdichterradelement 90 zu beschreiben, das gemäss einer weiteren beispielhaften Ausführungsform aufgebaut ist. Wie veranschaulicht, enthält das Verdichterradelement 90 einen (nicht dargestellten) ersten Abschnitt, der sich über einen Zwischenabschnitt 94 bis zu einem zweiten Abschnitt 93 erstreckt. Auf eine ähnliche Weise, wie vorstehend beschrieben, kann der Zwischenabschnitt 94 mit einem (nicht veranschaulichten) Kanal versehen sein. Auf eine ebenfalls ähnliche Weise, wie vorstehend beschrieben, definiert der Zwischenabschnitt 94 wenigstens zum Teil einen ersten Radraum 96 und einen zweiten Radraum 97. Das Verdichterradelement 90 enthält ferner ein Rotorträgheitsgürtelelement 104 mit einem ersten diametralen Abschnitt 106, der sich über einen Mittelabschnitt 108 zu einem zweiten diametralen Abschnitt 107 erstreckt. Das Rotorträgheitsgürtelelement 104 enthält einen Entnahmelufthohlraum 118, der in dem Mittelabschnitt 108 ausgebildet ist. In der veranschaulichten beispielhaften Ausführungsform ist der Entnahmelufthohlraum 118 von einer Mittelebene 119 des Rotorträgheitsgürtelelements 104 versetzt angeordnet. Wie ferner veranschaulicht, enthält das Rotorträgheitsgürtelelement 104 eine erste Nut/einen ersten Kanal 121 und eine zweite Nut/einen zweiten Kanal 122. Die erste und die zweite Nut/der erste und der zweite Kanal definierten Befestigungsstellen für (nicht gesondert veranschaulichte) Verdichterlaufschaukeln.

[0017] Weiterhin entsprechend der veranschaulichten beispielhaften Ausführungsform enthält der Entnahmelufthohlraum 118 einen Einlass 128, der gegenüber der Mittelebene 119 des Mittelabschnitts 108 versetzt ist. Der Einlass 128 führt zu mehreren ersten Entnahmeluftkanälen 135, die sich zwischen dem Entnahmelufthohlraum 118 und dem ersten Radraum 96 erstrecken, und mehreren zweiten Entnahmeluftkanälen 136, die sich zwischen dem Entnahmelufthohlraum 118 und dem zweiten Radraum 97 erstrecken. Wie veranschaulicht, enthält jeder der mehreren ersten Entnahmeluftkanäle 135 einen Einlassabschnitt 139, der sich über einen Leitungsabschnitt 142 zu einem Auslassabschnitt 140 erstreckt. Der Leitungsabschnitt 142 erstreckt sich unter einem ersten Winkel, Δ , relativ zu der Mittelebene 119. In ähnlicher Weise enthält jeder der zweiten Entnahmeluftkanäle 136 einen Einlassabschnitt 146, der sich bis zu einem Auslassabschnitt 147 über einen Leitungsabschnitt 149 erstreckt, der unter einem zweiten Winkel, π , in Bezug auf die Mittelachse 119 angeordnet ist. Wie veranschaulicht, ist der erste Winkel Δ kleiner als der zweite Winkel π , so dass die mehreren ersten Entnahmeluftkanäle 135 in Bezug auf die mehreren zweiten Entnahmeluftkanäle 136 asymmetrisch sind.

[0018] Die Asymmetrie, die mit dem Entnahmelufthohlraum 118, dem Einlass 128 und den Entnahmeluftkanälen 135 und 136 erzeugt wird, ermöglicht eine freie Verwirbelung des Entnahmeluftstromes radial nach innen von dem Verdichterradelement 90, wodurch Druckverluste verringert werden. Ausserdem wird durch Bereitstellung der mehreren ersten und zweiten Entnahmeluftkanäle der Entnahmeluftzustrom zu dem ersten und dem zweiten Radraum 96 und 97 vergrössert. Schliesslich ermöglicht die besondere Lage und Orientierung der Entnahmeluftkanäle dem Verdichterradelement 90, konstruiert zu werden, um den Materialabtrag von dem Zwischenabschnitt 94 zu reduzieren, wodurch die Auswirkung auf die gravitationsbedingte Durchbiegung und zugehörige Belastungen reduziert wird.

[0019] An dieser Stelle sollte verstanden werden, dass die vorliegende Erfindung eine Turbomaschine vorsieht, um den Entnahmeluftfluss innerhalb eines Verdichters zu steigern, ohne die gesamte Grösse oder Dauerhaftigkeit der Verdichterradelemente zu beeinflussen. Ausserdem werden durch die Schaffung einer Asymmetrie zwischen Entnahmeluftkanälen Druckverluste innerhalb des Radraumbereiches des Verdichters 4 reduziert, wodurch der Verdichtergesamtwirkungsgrad verbessert wird. Ausserdem sollte verstanden werden, dass die beispielhaften Ausführungsformen nicht auf die Aufnahme in einer einzigen Turbomaschinenbauart beschränkt sind und sie in einem weiten Bereich von Turbomaschinenmodellen eingesetzt werden können.

Bezugszeichenliste:

[0020]

- 2 Turbomaschine
- 4 Verdichter
- 5 Brennkammeranordnung
- 6 Brennkammer
- 8 Gehäuse der Einspritzdüsenanordnung
- 10 Turbine
- 12 Rotoranordnung
- 20 Verdichterradelement
- 21 Strömungspfad
- 22 Axialbolzen

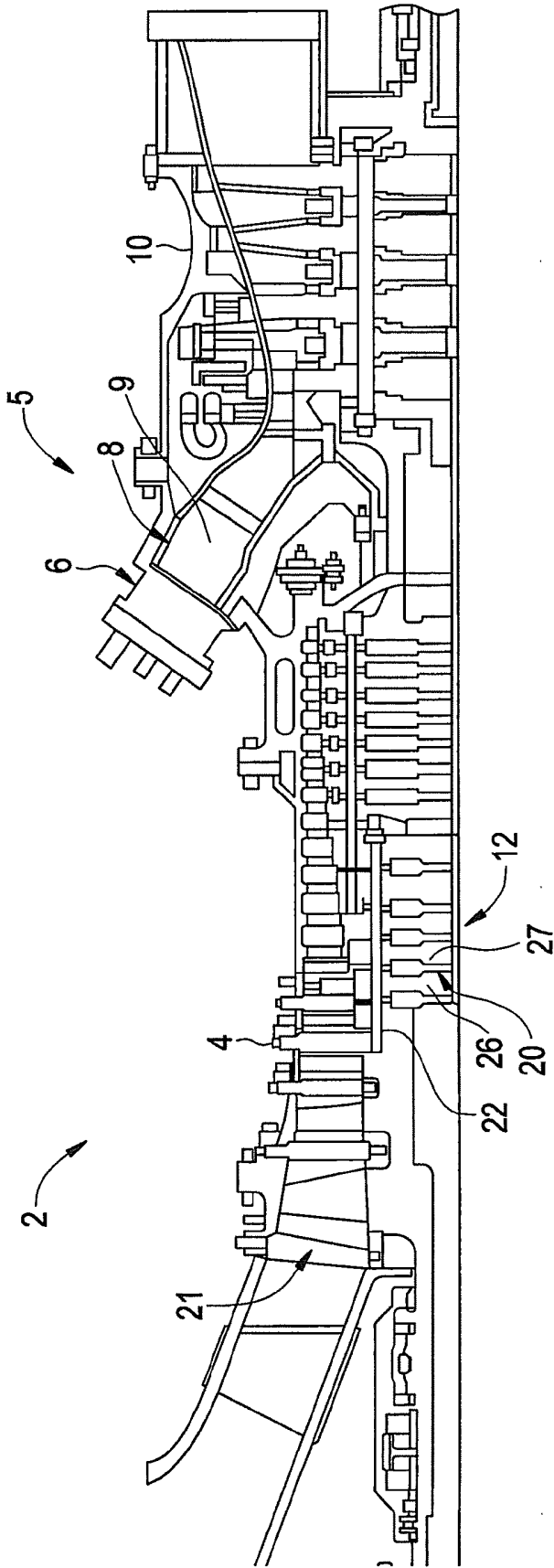
23	erster Abschnitt
24	zweiter Abschnitt
25	Zwischenabschnitt
26	erster Rad(zwischen)raum
27	zweiter Rad(zwischen)raum
28	axiale Öffnung/axialer Kanal
30	Rotorträgheitsgürtelelement
32	erster diametraler Abschnitt
33	zweiter diametraler Abschnitt
34	Mittelabschnitt
38	Entnahmelufthohlraum
41	erste Nut/erster Kanal
42	zweite Nut/zweiter Kanal
54	Einlass
57	mehrere erste Entnahmeluftkanäle
58	mehrere zweite Entnahmeluftkanäle
63	Einlassabschnitt
64	Auslassabschnitt
66	Leitungsabschnitt
67	erster Winkel α
70	Einlassabschnitt
71	Auslassabschnitt
73	Leitungsabschnitt
74	zweiter Winkel β
90	Verdichterradelement
93	zweiter Abschnitt
94	Zwischenabschnitt
96	erster Rad(zwischen)raum
97	zweiter Rad(zwischen)raum
104	Rotorträgheitsgürtelelement
106	erster diametraler Abschnitt
107	zweiter diametraler Abschnitt
108	Mittelabschnitt
118	Entnahmelufthohlraum
119	Mittelebene
121	erste Nut/erster Kanal

- 122 zweite Nut/zweiter Kanal
- 128 Einlass (versetzt)
- 135 mehrere erste Entnahmeluftkanäle
- 136 mehrere zweite Entnahmeluftkanäle
- 139 Einlassabschnitt
- 140 Auslassabschnitt
- 142 Leitungsabschnitt
- 143 erster Winkel Δ
- 146 Einlassabschnitt
- 147 Auslassabschnitt
- 149 Leitungsabschnitt
- 150 zweiter Winkel π

Patentansprüche

1. Turbomaschine (2), die aufweist:
eine Rotoranordnung (12), die wenigstens ein Verdichterradelement (20,90) enthält, das aufweist:
einen ersten Abschnitt (23), der sich über einen Zwischenabschnitt (25, 94) zu einem zweiten Abschnitt (24, 93) erstreckt, wobei der Zwischenabschnitt (25, 94) teilweise einen ersten Radraum (26, 96) und einen zweiten Radraum (27, 97) definiert; und
ein Rotorträgheitsgürtelelement (30, 104), das an dem Zwischenabschnitt (25, 94) des wenigstens einen Verdichterradelementes (20, 90) angeordnet ist, wobei das Rotorträgheitsgürtelelement (30, 104) einen Entnahmelufthohlraum (38, 118) mit einem Einlass (54, 128), mehreren ersten Entnahmeluftkanälen (57, 135), die jeweils einen Einlassabschnitt (63, 139) und einen Auslassabschnitt (64, 140) enthalten, wobei der Einlassabschnitt (63, 139) mit dem Einlass (54, 128) strömungsmässig verbunden ist und der Auslassabschnitt (64, 140) zu dem ersten Radraum (26, 96) führt, und mehreren zweiten Entnahmeluftkanälen (58, 136) enthält, die jeweils einen Einlassabschnitt (70, 146) und einen Auslassabschnitt (71, 147) enthalten, wobei der Einlassabschnitt (70, 146) mit dem Einlass (54, 128) strömungsmässig verbunden ist und der Auslassabschnitt (71, 147) zu dem zweiten Radraum (27, 97) führt.
2. Turbomaschine (2) nach Anspruch 1, wobei das Rotorträgheitsgürtelelement (30) einen ersten diametralen Abschnitt (32) enthält, der sich zu einem zweiten diametralen Abschnitt (33) über einen Mittelabschnitt (34) erstreckt, wobei das Rotorträgheitsgürtelelement (30) eine Mittelebene (55) aufweist, wobei der Einlass (54) in dem Mittelabschnitt (34) ausgebildet ist.
3. Turbomaschine (2) nach Anspruch 2, wobei der Entnahmelufthohlraum (38) entlang der Mittelebene (55) des Rotorträgheitsgürtelelementes positioniert ist.
4. Turbomaschine (2) nach Anspruch 2, wobei der Entnahmelufthohlraum (38) gegenüber der Mittelebene (55) des Rotorträgheitsgürtelelementes (30) versetzt angeordnet ist.
5. Turbomaschine (2) nach Anspruch 1, wobei die mehreren ersten Entnahmeluftkanäle (135) relativ zu den mehreren zweiten Entnahmeluftkanälen (136) asymmetrisch angeordnet sind.
6. Turbomaschine (2) nach Anspruch 1, wobei die mehreren ersten Entnahmeluftkanäle (57, 135) den je einen Einlassabschnitt (63, 139) enthalten, der sich über einen Leitungsabschnitt (66, 142) bis zu dem Auslassabschnitt (64, 140) erstreckt, wobei jeder der Leitungsabschnitte (66, 142) unter einem ersten Winkel relativ zu einer Mittelebene (55, 119) des Rotorträgheitsgürtelelementes (30, 104) angeordnet ist und die mehreren zweiten Entnahmeluftkanäle (58, 136) den je einen Einlassabschnitt (70, 146) enthalten, der sich über einen Leitungsabschnitt (73, 149) bis zu dem Auslassabschnitt (71, 147) erstreckt, wobei jeder der Leitungsabschnitte (73, 149) unter einem zweiten Winkel relativ zu der Mittelebene (55, 119) angeordnet ist.
7. Turbomaschine (2) nach Anspruch 6, wobei sich der erste Winkel von dem zweiten Winkel unterscheidet.
8. Turbomaschine (2) nach Anspruch 6, wobei der erste Winkel mit dem zweiten Winkel im Wesentlichen gleich ist.
9. Turbomaschine (2) nach Anspruch 1, die ferner aufweist:
einen Kanal (28) der in dem Zwischenabschnitt (25) des wenigstens einen Verdichterradelementes (20) ausgebildet ist, wobei der Kanal (28) den ersten Radraum (26) mit dem zweiten Radraum (27) strömungsmässig verbindet.

FIG. 1



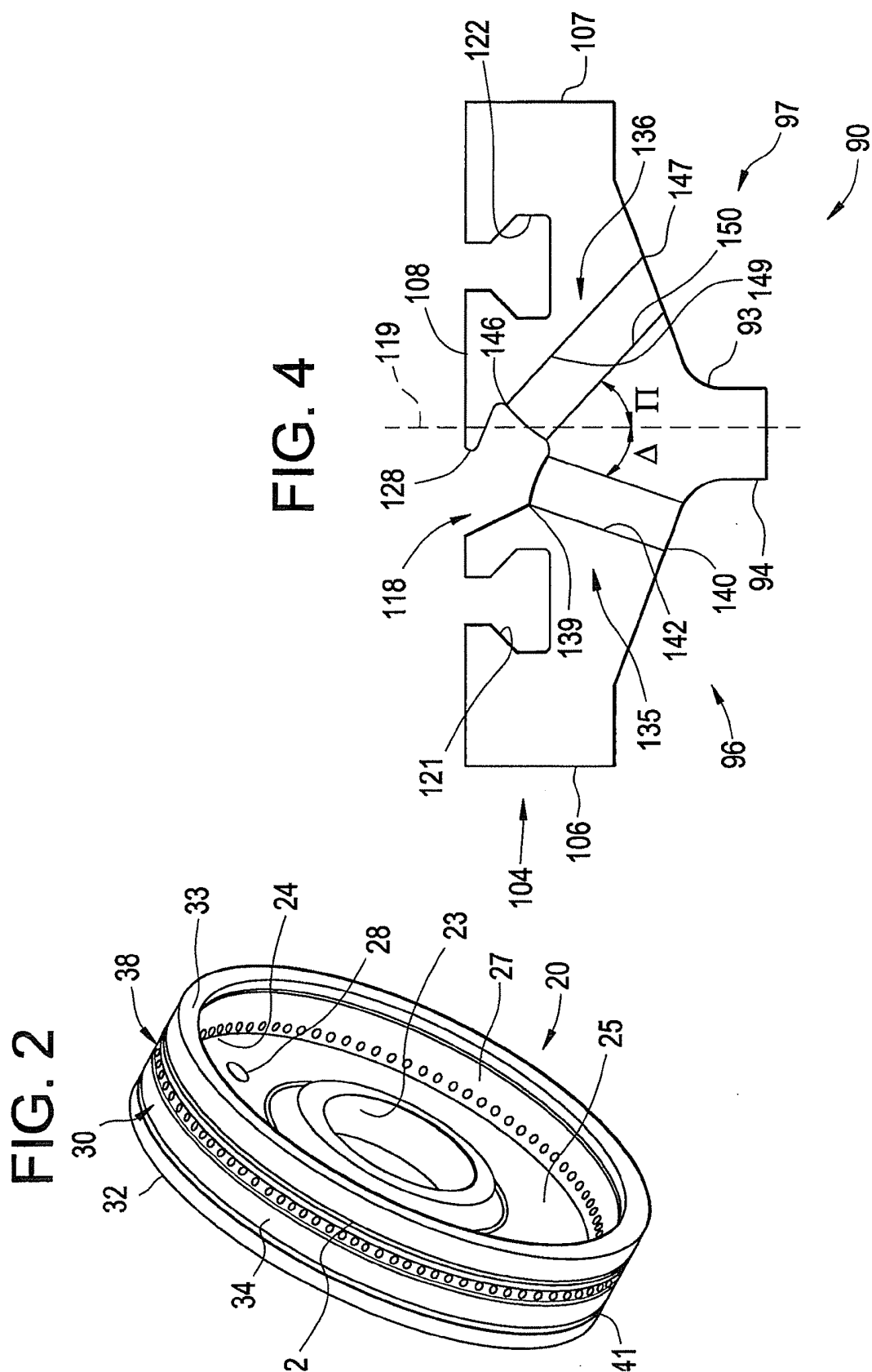


FIG. 3

