



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 701 997 A2

(51) Int. Cl.: F01D 11/12 (2006.01)
F01D 5/20 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01621/10

(22) Anmeldedatum: 04.10.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.04.2011

(30) Priorität: 09.10.2009 US 12/576,345

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

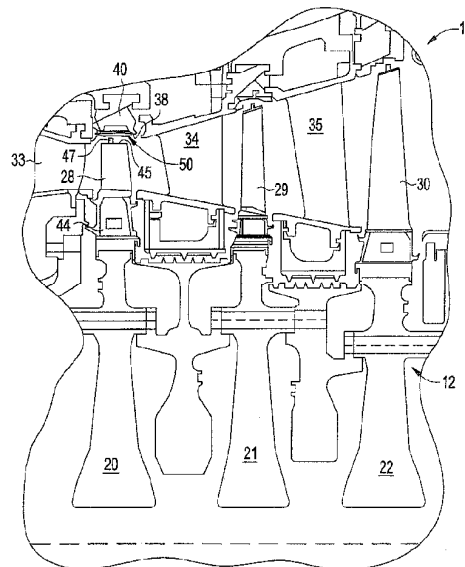
(72) Erfinder:
Sanjeev Kumar Jain, Bangalore, Karnataka 560037 (IN)
Joshy John, Bangalore, Karnataka 560016 (IN)
Sachin Kumar Rai, Ranchi, Jkarkhand 834004 (IN)
Rajnikumar Nandalal Suthar,
Race Course, Vadodara, Gujarat 390007 (IN)

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

(54) Turbomaschine mit einer geformten Wabendichtung.

(57) Eine Turbomaschine weist ein Gehäuse mit einer inneren Oberfläche (38), einen Verdichter, eine Turbine (10) und ein umlaufendes Teil (12) mit einer Anzahl Schaufelelemente auf, die als Teil des Verdichters und/oder der Turbine (10) ausgebildet sind. Jedes der mehreren Schaufelelemente weist einen Sockelteil (44) und einen Spitzenteil (45) auf. Die Turbomaschine verfügt ausserdem über ein Wabendichtungselement (50), das an der inneren Oberfläche (38) des Gehäuses dem umlaufenden Teil (12) benachbart angeordnet ist. Das Wabendichtungselement (50) weist eine geformte Oberfläche mit einer darin ausgebildeten Deformationszone auf. Die Deformationszone weist eine Einlasszone und eine Auslasszone auf. Die Einlasszone liegt in einem ersten Abstand von dem Spitzenteil (45) jedes der mehreren Schaufelelemente, während die Auslasszone in einem zweiten Abstand von dem Spitzenteil (45) der mehreren Schaufelelemente angeordnet ist.

Der zweite Abstand ist im Wesentlichen gleich oder kleiner als der erste Abstand.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Der hierin offenbarte Gegenstand bezieht sich auf das Gebiet der Turbomaschinen und mehr im Einzelnen auf eine geformte Wabendichtung für eine Turbomaschine.

[0002] Turbomaschinen weisen typischerweise einen Verdichter auf, der betriebsmässig mit einer Turbine gekuppelt ist. Ausserdem verfügen Turbomaschinen über eine Brennkammer, die Brennstoff und Luft aufnimmt, die miteinander vermischt und zur Erzeugung heisser Gase gezündet werden. Die heissen Gase werden dann unmittelbar auf Turbinenschaufeln in der Turbine geleitet. Wärmeenergie von den heissen Gasen erteilt den Turbinenschaufeln eine sie in Umdrehung versetzende Kraft, wodurch mechanische Energie erzeugt wird. Die Turbinenschaufeln weisen Endteile auf, die in unmittelbarer Nähe eines Stators umlaufen. Je näher die Spitzenteile der Turbinenschaufel an dem Stator stehen, umso geringer ist der Energieverlust. Das bedeutet, dass eine Verringerung der Menge heisser Gase, die zwischen den Spitzenteilen der Turbinenschaufeln und dem Stator durchströmen, sicherstellt, dass ein grösserer Anteil der Wärmeenergie in mechanische Energie umgewandelt wird.

[0003] Wenn der Spalt zwischen den Spitzenteilen und der Innenoberfläche des Turbinengehäuses verhältnismässig gross ist, entweicht ein hochenergetischer Mediumstrom ohne irgendwelche nützliche Energie beim Betrieb der Turbine zu erzeugen. Der entweichende Mediumsstrom bildet einen Spitzenspaltverlust und ist eine Hauptquelle für Verluste in der Turbine. Beispielsweise können in einigen Fällen die spitzen Spaltverluste bis zu 20-25% der Gesamtverluste in einer Turbinenstufe ausmachen.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0004] Gemäss einem Aspekt der Erfindung weist eine Turbomaschine ein Gehäuse mit einer inneren Oberfläche, einem in dem Gehäuse angeordnetem Verdichter, eine Turbine, die in dem Gehäuse angeordnet und mit dem Verdichter betriebsmässig gekuppelt ist und ein umlaufendes Element auf, das eine Anzahl Schaufelelemente umfasst, die als Teile entweder des Verdichters oder der Turbine ausgelegt sind. Jedes der mehreren Schaufelelemente weist einen Sockelteil und einen Spitzenteil (Kopf) auf. Die Turbomaschine weist ausserdem ein Wabendichtungselement auf, das an der Innenoberfläche des Gehäuses an das umlaufende Element angrenzend angeordnet ist. Das Wabendichtelement weist eine geformte Oberfläche mit einer Deformationszone auf, die durch den Spitzenteil jedes der mehreren Schaufelelemente geformt ist. Die Deformationszone verfügt über eine Einlasszone und eine Auslasszone. Die Einlasszone nimmt einen Luftstrom von einem strömungsaufwärtigen Ende entweder des Verdichters oder der Turbine auf, und die Auslasszone ist dazu ausgelegt und so angeordnet, dass der Luftstrom zu einem strömungsabwärtigen Ende des Verdichters bzw. der Turbine strömt. Die Einlasszone ist in einem ersten Abstand von dem Spitzenteil jedes der mehreren Schaufelelemente angeordnet, während die Auslasszone in einem zweiten Abstand von dem Spitzenteil jedes der mehreren Schaufelelemente angeordnet ist. Der zweite Abstand ist im Wesentlichen gleich oder kleiner als der erste Abstand, derart, dass der von der Deformationszone abströmende Luftstrom im Wesentlichen stromlinienförmig ist.

[0005] Gemäss einem anderen Gesichtspunkt der Erfindung beinhaltet ein Verfahren zum Abdichten eines Spaltes zwischen einem Spitzenteil eines Schaufelelementes und einer inneren Oberfläche eines Turbomaschinengehäuses das Anbringen eines Wabendichtungselementes mit einer geformten Oberfläche an der inneren Oberfläche des Turbomaschinengehäuses und das Umlaufenlassen mehrerer Schaufelelemente, die in dem Gehäuse angeordnet sind, wobei jedes der mehreren Schaufelelemente einen Sockelteil und einen Spitzenteil aufweist. Das Verfahren beinhaltet ausserdem das Ausbilden einer Deformationszone in der geformten Oberfläche des Wabendichtungselementes mit dem Spitzenteil der mehreren Schaufelelemente, wobei die Deformationszone eine Einlasszone und eine Auslasszone aufweist und das Einströmenlassen eines Luftstroms in die der Deformationszone, wobei die Einlasszone in einem ersten Abstand von dem Spitzenteil jedes der mehreren Schaufelelemente liegt. Das Verfahren beinhaltet weiterhin das Ableiten des Luftstroms von der Auslasszone der Deformationszone, wobei die Auslasszone in einem zweiten Abstand von dem Spitzenteil jedes der mehreren Schaufelelemente liegt. Der zweite Abstand ist im Wesentlichen gleich oder kleiner als der erste Abstand, derart, dass der von der Deformationszone abströmende Luftstrom im Wesentlichen stromlinienförmig ist.

[0006] Diese und andere Vorteile und Merkmale finden ihre eingehendere Erläuterung in der nachfolgenden Beschreibung, im Zusammenhang mit der Zeichnung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0007] Der als Erfindung betrachtete Gegenstand ist insbesondere in den Patentansprüchen am Ende der Beschreibung dargelegt und im Einzelnen beansprucht. Das Vorstehende und andere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung, im Zusammenhang mit der beigefügten Zeichnung in der bedeuten:

[0008] Fig. 1 ist eine schematische Teilansicht einer Turbomaschine, die eine Wabendichtung mit einer geformten Oberfläche gemäss einer beispielhaften Ausführungsform aufweist;

[0009] Fig. 2 ist eine schematische Teilansicht eines Turbinenteils der Turbomaschine nach Fig. 1;

[0010] Fig. 3 ist eine Schnittdarstellung der in dem Turbinenteil der Turbomaschine angeordneten Wabendichtung gemäss einem Merkmal der beispielhaften Ausführungsform;

[0011] Fig. 4 ist eine geschnittene Seitenansicht der Wabendichtung vor der Ausbildung einer Deformationszone in der geformten Oberfläche;

[0012] Fig. 5 ist eine geschnittene Seitenansicht einer Wabendichtung gemäss einem anderen Gesichtspunkt der beispielhaften Ausführungsform, vor der Ausbildung einer Deformationszone in der geformten Oberfläche;

[0013] Fig. 6 ist eine geschnittene Seitenansicht einer Wabendichtung gemäss einem weiteren Gesichtspunkt der beispielhaften Ausführungsform, vor der Ausbildung einer Deformationszone in der geformten Oberfläche; und

[0014] Fig. 7 ist eine geschnittene Seitenansicht einer Wabendichtung gemäss einem noch anderen Gesichtspunkt einer beispielhaften Ausführungsform, vor der Ausbildung einer Deformationszone in der geformten Oberfläche.

[0015] Die detaillierte Beschreibung erläutert beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung zusammen mit Vorteilen und Merkmalen unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0016] Bezug nehmend auf die Fig. 1 und 2 ist eine gemäss einer beispielhaften Ausführungsform konstruierte Turbomaschine allgemein mit 2 bezeichnet. Die Turbomaschine 2 weist ein Gehäuse 3 auf, in dem ein Verdichter 4 angeordnet ist. Der Verdichter 4 ist mit einer Turbine 10 über eine gemeinsame Verdichter/Turbinenwelle oder Rotor 12 gekuppelt. Der Verdichter 4 ist mit der Turbine 10 auch durch mehrere in Umfangsrichtung voneinander beabstandete Brennkammern verkettet, von dem eine bei 17 angedeutet ist. Bei der dargestellten beispielhaften Ausführungsform weist die Turbine 10 umlaufende Elemente oder Räder 20-22 einer ersten, zweiten und dritten Stufe auf, die jeweils eine zugeordnete Anzahl Schaufelelemente oder Laufschaufeln 28-30 tragen. Die Räder 20-22 und die Laufschaufeln 28-30 bilden zusammen mit den entsprechenden Leitschaufeln 33-35 verschiedene Stufen der Turbine 10. Bei dieser Anordnung laufen Laufschaufeln 28-30 in unmittelbarer Nähe einer Innenoberfläche 38 des Gehäuses 3 um.

[0017] Bei der dargestellten beispielhaften Ausführungsform sind an der Innenoberfläche 38 mehrere Mantelringelemente angebracht, von denen eines mit 40 bezeichnet ist. Wie im Einzelnen noch erläutert werden wird, begrenzt ein Mantelringelement 40 jeweils einen Strömungsweg für Hochdruckgase, die über Laufschaufeln 28-30 strömen. An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass jede Laufschaufel 28-30 gleich ausgebildet ist, sodass eine nachfolgende detaillierte Beschreibung bezüglich einer Laufschaufel 28 so zu verstehen ist, dass die restlichen Laufschaufeln 28-30 jeweils einen entsprechenden Aufbau aufweisen. Wie dargestellt, weist eine Laufschaufel 28 einen ersten oder Socketteil 44 auf, der sich zu einem zweiten oder Spitzenteil 45 mit einem Vorsprung 47 erstreckt. Heissgase aus der Brennkammer 17 strömen längs der inneren Oberfläche 48 über den jeweiligen Spitzenteil 45 der Laufschaufeln 28-30. Um eine ordnungsgemässe Strömung sicherzustellen, ist ein Wabendichtungselement 50 an dem Mantelringelement 40 anschliessend an das Spitzenteil 45 der jeweiligen Laufschaufel 28 angeordnet. Es versteht sich, dass naturgemäss weitere (nicht eigens bezeichnete) Wabendichtungselemente anschliessend an die restlichen Laufschaufeln 29-30 angeordnet sind.

[0018] Wie in Fig. 3 dargestellt, weist das Wabendichtungselement 50 einen Hauptkörper 60 mit einer ersten Oberfläche 62 auf, die sich zu einer zweiten geformten Oberfläche 63 über einen Zwischenabschnitt 64 erstreckt. Das Wabendichtungselement 50 ist aus einem leicht verformbaren Material gebildet. Bei dieser Anordnung bewirkt der Betrieb der Turbine 10, dass ein Vorsprung 47 auf jeder Laufschaufel 28 eine Deformationszone oder Nut 70 über das Wabendichtungselement 50 hinweg erzeugt, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist. Bei der veranschaulichten beispielhaften Ausführungsform weist die Deformationszone 70 eine Einlasszone 72 und eine Auslasszone 73 auf. Die Einlasszone 72 empfängt einen Spitzenspaltleckageluftstrom 74 von einem strömungsaufwärtigen Ende der Turbine 10 während die Auslasszone so ausgebildet ist, dass der Luftstrom zu einem strömungsabwärtigen Ende der Turbine 10, z.B. zu der zweiten und der dritten Stufe hin strömt. Die Einlasszone 72 liegt in einem ersten Abstand H von dem Spitzenteil 45 der jeweiligen Laufschaufel 28, während die Auslasszone 73 in einem zweiten Abstand Z von dem Spitzenteil 45 der Laufschaufel 28 sich befindet. Gemäss der beispielhaften Ausführungsform ist der zweite Abstand Z im Wesentlichen gleich oder kleiner als der erste Abstand H, derart, dass der Spitzenspaltleckageluftstrom 74, der über den Spitzenteil 45 strömt und aus der Auslasszone 73 austritt, im Wesentlichen stromlinienförmig ist. Das heisst, dadurch dass die profilierte Oberfläche 63 auf dem Hauptkörper 60 vorgesehen ist, trifft der Luftstrom auf der Wabendichtung nicht auf Oberflächen, die Turbulenzen am Spitzenteil 45 hervorrufen würden. Durch die stromlinienförmige Ausbildung des Spitzenspaltluftstroms 74 werden Wechselwirkungen zwischen einem Hauptluftstrom 75 und dem Spitzenspalt- oder Leckageluftstrom 74 verringert, und der Betrieb der Turbomaschine 2 wird verbessert.

[0019] Fig. 5 veranschaulicht ein Wabendichtungselement 84, das gemäss einem anderen Gesichtspunkt der beispielhaften Ausführungsform gestaltet ist. Das Dichtungselement 84 weist einen Hauptkörper 86 mit einer ersten Oberfläche 88 auf, die sich über einen Zwischenabschnitt 90 zu einer zweiten profilierten Oberfläche 89 erstreckt. Die zweite geformte oder Formoberfläche 89 ist im Wesentlichen linear und weist einen ersten Abschnitt 92 auf, der sich über einen Stufenabschnitt 94 zu einem zweiten Abschnitt 93 erstreckt. Unter im Wesentlichen linear ist zu verstehen, dass die profilierte Oberfläche 89 Teile aufweist, die nicht gekrümmt sind. Die Teile, die nicht gekrümmt sind, können sich jedoch jeweils unter einem Winkel zueinander erstrecken. Wie dargestellt, erstreckt sich der Stufenabschnitt 94 im Wesentlichen rechtwinklig

zu dem ersten Abschnitt 92 und dem zweiten Abschnitt 93. Unter dem Wesentlichen rechtwinklig ist zu verstehen, dass der erste Abschnitt und der zweite Abschnitt im Wesentlichen unter 90° Grad, $\pm 10^\circ$ Grad, zueinander angeordnet sind. Bei dieser Anordnung bildet sich beim Betrieb der Turbine 10 eine Deformationszone 96 bei dem Stufenabschnitt 94 aus. Das bedeutet, dass bei umlaufenden Laufschaufeln 28 Vorsprünge 47 auf den Stufenabschnitt 94 auftreffen und eine Deformationszone 96 ausbilden. In einer ähnlichen Weise, wie bereits beschrieben, weist die Deformationszone 96 eine Einlasszone 98 auf, die sich zu einer Auslasszone 99 erstreckt. Die Einlasszone 98 liegt in einem ersten Abstand H von dem Spitzenteil 45, während die Auslasszone 99 in einem zweiten Abstand Z von dem Spitzenteil 45 sich befindet. Wie dargestellt, ist der zweite Abstand Z kleiner oder im Wesentlichen gleich wie der erste Abstand H, sodass der von der Auslasszone 99 austretende Luftstrom in ähnlicher Weise wie bereits beschrieben, im Wesentlichen stromlinienförmig bleibt.

[0020] Fig. 6 veranschaulicht ein Dichtungselement 103, das gemäss einem weiteren Gesichtspunkt der beispielhaften Ausführungsform aufgebaut ist. Das Dichtungselement 103 weist einen Hauptkörper 105 mit einer ersten Oberfläche 107 auf, die sich über einen Zwischenabschnitt 109 zu einer zweiten Formoberfläche 108 erstreckt. Die erste Oberfläche 107 beinhaltet einen ersten Abschnitt 111, der sich über einen Stufenabschnitt 113 zu einem zweiten Abschnitt 112 erstreckt. Der Stufenabschnitt 113 ist bezüglich des ersten und des zweiten Abschnittes 111 bzw. 112 im Wesentlichen rechtwinklig angeordnet, um so eine Trennstelle zwischen zu der innen liegenden Oberfläche 38 der Turbine 10 zu verbessern. In ähnlicher Weise wie bereits beschrieben, weist die zweite profilierte Oberfläche 108 einen ersten Abschnitt 115 auf, der sich über einen Stufenabschnitt 117 zu einem zweiten Abschnitt 116 erstreckt. Der Stufenabschnitt 117 ist im Wesentlichen rechtwinklig bezüglich des ersten und zweiten Abschnittes 115 bzw. 116 angeordnet. Bei dieser Anordnung bewirkt der Betrieb der Turbine 10, dass Vorsprünge 47 der Laufschaufeln 28 bei dem Stufenabschnitt 117 auftreffen und eine Deformationszone 118 ausbilden. Die Deformationszone 118 weist eine Einlasszone 121 und eine Auslasszone 122 auf. Die Einlasszone 121 liegt in einem ersten Abstand H von dem jeweiligen Spitzenteil 45, während die Auslasszone 122 sich in einem zweiten Abstand Z von dem Spitzenteil 45 befindet. Der zweite Abstand Z ist im Wesentlichen gleich oder kleiner als der erste Abstand H derart, dass ein den Spitzenteil 45 überquerender und aus der Auslasszone 122 austretender Luftstrom im Wesentlichen stromlinienförmig bleibt.

[0021] Fig. 7 veranschaulicht ein Dichtungselement 128, das gemäss einem noch anderen Gesichtspunkt der beispielhaften Ausführungsform aufgebaut ist. Das Dichtungselement 128 weist einen Hauptkörper 130 mit einer ersten Oberfläche 132 auf, die sich über einen Zwischenabschnitt 134 zu einer zweiten profilierten Oberfläche 133 erstreckt. Die zweite profilierte Oberfläche 133 ist unter einem Winkel derart angeordnet, dass sie sich längs einer Ebene erstreckt, die im Wesentlichen parallel zu einer durch den jeweiligen Spitzenteil 45 definierten Ebene verläuft. In ähnlicher Weise wie bereits im Vorstehenden beschrieben, bewirkt der Betrieb der Turbomaschine 2, dass der jeweilige Vorsprung 47 auf das Wabendichtungselement 128 auftrifft und dieses verformt derart, dass eine Deformationszone 137 mit einer Einlasszone 140 und einer Auslasszone 141 ausgebildet wird. Die Einlasszone 140 liegt in einem ersten Abstand H von dem jeweiligen Spitzenteil 45, während die Auslasszone 141 in einem zweiten Abstand Z von dem Spitzenteil 45 angeordnet ist. Wie dargestellt, ist der zweite Abstand Z im Wesentlichen gleich oder kleiner als der erste Abstand H, sodass ein über die Einlasszone 140 in die Deformationszone 137 eintretender Luftstrom aus der Auslasszone 141 austritt und dabei im Wesentlichen stromlinienförmig bleibt. Das heisst, die spezielle Umrissgestalt oder der Winkel die bzw. der bei der zweiten Oberfläche 133 vorgesehen ist stellt sicher, dass es kein Hindernis gibt, dass eine Turbulenz bei der Auslasszone 141 erzeugen würde.

[0022] An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass das gemäss einer beispielhaften Ausführungsform konstruierte Wabendichtungselement eine leicht verformbare Dichtung zwischen Spitzenteilen umlaufender Laufschaufelelemente und einer innen liegenden Oberfläche der Turbomaschine schafft. Die besonders gestaltete oder geformte Oberfläche auf dem Wabendichtungselement stellt sicher, dass ein Luftstrom, der über an den Spitzenteilen der Schaufelelemente ausgebildete Vorsprünge strömt, im Wesentlichen stromlinienförmig bleibt. Das heisst, dass die Umrissgestalt keine Hindernisse beinhaltet, die den Luftstrom beeinträchtigen, sodass Turbulenzen erzeugt würden. Dadurch dass sichergestellt ist, dass der Luftstrom stromlinienförmig bleibt, wird der Betrieb der Turbomaschine 2 verbessert.

[0023] Wenngleich die Erfindung im Einzelnen in Verbindung mit lediglich einer begrenzten Anzahl von Ausführungsformen beschrieben wurde, so versteht sich doch, dass die Erfindung nicht auf solche hierin offenbarte Ausführungsformen beschränkt ist. Die Erfindung kann vielmehr abgewandelt werden, sodass sie beliebig viele Variationen, Änderungen, Austausch- oder Äquivalentanordnungen umfassen kann, die im Vorstehenden nicht beschrieben sind, aber innerhalb des Rahmens der Erfindung liegen. Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass wenngleich verschiedene Ausführungsformen der Erfindung beschrieben wurden, Ausbildungen der Erfindung lediglich einige der beschriebenen Ausführungsformen beinhalten können. Demgemäss soll die Erfindung nicht durch die vorstehende Beschreibung beschränkt sein; sie ist lediglich durch den Schutzbereich der beigefügten Patentansprüche beschränkt.

[0024] Eine Turbomaschine 2 weist ein Gehäuse 3 mit einer inneren Oberfläche 38, einen Verdichter 4, eine Turbine 10 und ein umlaufendes Teil 12 mit einer Anzahl Schaufelelementen 8, 14 auf, die als Teil des Verdichters 4 und/oder der Turbine 10 ausgebildet sind. Jedes der mehreren Schaufelelemente 8, 14 weist einen Sockelteil 44 und einen Spitzenteil 45 auf. Die Turbomaschine 2 verfügt ausserdem über ein Wabendichtungselement 50 das an der inneren Oberfläche 38 des Gehäuses 3 dem umlaufenden Teil 12 benachbart angeordnet ist. Das Wabendichtungselement 50, 84, 103, 128 weist eine geformte Oberfläche 63, 89, 108, 133 mit einer darin ausgebildeten Deformationszone 70, 96, 119, 137 auf. Die Deformationszone 70, 96, 119, 137 weist eine Einlasszone 72, 98, 121, 14 und eine Auslasszone 73, 99, 122, 141 auf. Die Einlasszone 72,

CH 701 997 A2

98, 121, 140 liegt in einem ersten Abstand von dem Spitzenteil 45 jedes der mehreren Schaufelelemente 8, 14 während die Auslasszone 73, 99, 122, 141 in einem zweiten Abstand von dem Spitzenteil 45 der mehreren Schaufelelemente 8, 14 angeordnet ist. Der zweite Abstand ist im Wesentlichen gleich oder kleiner als der erste Abstand.

Bezugszeichenliste

[0025]

2	Turbomaschine
3	Gehäuse
4	Verdichter
6	umlaufendes Teil
8, 14	Mehrere Schaufelelemente
10	Turbine
12	Rotor.
17	Brennkammeranordnung
20	Rotorrad der ersten Stufe
21	Rotorrad der zweiten Stufe
22	Rotorrad der dritten Stufe
28, 29, 30	Laufschaufel
33, 34, 35	Statorschaufeln
38	innere Oberfläche
40	Mantelringelement
44	erster/Socketteil
45	zweiter/Spitzenteil
47	Vorsprung
50, 84, 103, 128	Wabendichtungselement
60	Hauptkörper
62	erste Oberfläche
63, 89, 108, 133	zweite geformte Oberfläche
84	Zwischenabschnitt
70, 96, 119, 137	Deformationszone/Nut
72, 98, 121, 140	Einlasszone
73, 99, 122, 141	Auslasszone
74	Spitzenleckageluftström
75	Hauptluftström
86, 105, 130	Hauptkörper
88	erste Oberfläche
90, 109, 134	Zwischenabschnitt
92	erster Abschnitt (89)

93	zweiter Abschnitt (98)
94	Stufenabschnitt (89)
107	erste Oberfläche
111	erster Abschnitt (107)
112	zweiter Abschnitt (107)
113	Stufenabschnitt (107)
115	erster Abschnitt (108)
116	zweiter Abschnitt (108)
117	Stufenabschnitt (108)
132	erste Oberfläche

Patentansprüche

1. Turbomaschine (2) die aufweist:
ein Gehäuse (3) mit einer inneren Oberfläche (38);
einen Verdichter (4), der in dem Gehäuse (3) angeordnet ist;
eine Turbine (10), die in dem Gehäuse (3) angeordnet und mit dem Verdichter (4), betriebsmässig gekuppelt ist;
ein umlaufendes Teil (12) mit einer Anzahl Schaufelelemente (8, 14) die jeweils als Teil des Verdichters (4) und/oder der Turbine (10) ausgelegt sind, wobei jedes der mehreren Schaufelelemente (8, 14) einen Socketteil (44) und einen Spitzenteil (45) aufweist;
ein Wabendichtungselement (50), das an der inneren Oberfläche (38) des Gehäuses (3), anschliessend an das umlaufende Teil (12) angebracht ist, wobei das Wabendichtungselement (50) eine geformte Oberfläche (63, 89, 108, 133) mit einer Deformationszone (70, 96, 119, 137) aufweist, die durch den Spitzenteil (45) jedes der mehreren Schaufelelemente (8, 14) geformt ist, wobei die Deformationszone (70, 96, 119, 137) eine Einlasszone (72, 98, 121, 140) und eine Auslasszone (73, 99, 122, 141) aufweist, die Einlasszone (72, 98, 121, 140) einen Luftstrom von einem strömungsaufwärtigen Ende des Verdichters bzw. der Turbine (10) empfängt und die Auslasszone (73, 99, 122, 141) so geformt und angeordnet ist, dass sie den Luftstrom zu einem strömungsabwärtigen Ende des Verdichters bzw. der Turbine (10) leitet, die Einlasszone (72, 98, 121, 140) in einem ersten Abstand von dem Spitzenteil (45) jeder der mehreren Schaufelelemente (8, 14) liegt und die Auslasszone (73, 99, 122, 141) in einem zweiten Abstand von dem Spitzenteil (45) jedes der mehreren Schaufelelemente (8, 14) sich befindet, wobei der zweite Abstand im Wesentlichen gleich oder kleiner ist als der erste Abstand, derart dass der von der Deformationszone (70, 96, 119, 137) abströmende Luftstrom im Wesentlichen stromlinienförmig ist.
2. Turbomaschine (2) nach Anspruch 1, bei der die geformte Oberfläche (63, 89, 108, 133) des Wabendichtungselementes (50) eine gekrümmte Oberfläche ist.
3. Turbomaschine (2) nach Anspruch 1, bei der die geformte Oberfläche (63, 89, 108, 133) eine im Wesentlichen lineare Oberfläche (89, 108, 133) ist.
4. Turbomaschine (2) nach Anspruch 3, bei der die im Wesentlichen lineare Oberfläche (133) sich im Wesentlichen parallel zu dem Spitzenteil (45) jeder der mehreren Schaufelelemente (8, 14) erstreckt.
5. Turbomaschine (2) nach Anspruch 3, bei der die im Wesentlichen lineare Oberfläche (89, 108) einen ersten Abschnitt (92, 115), einen zweiten Abschnitt (93, 116) und einen Stufenabschnitt (94, 117) aufweist, wobei der Stufenabschnitt (94, 117) zwischen dem ersten und dem zweiten Abschnitt (99, 93, 115, 116) angeordnet ist.
6. Turbomaschine (2) nach Anspruch 5, bei der der Stufenabschnitt (94, 117) sich im Wesentlichen rechtwinklig zu dem ersten und zweiten Abschnitt (92, 93, 115, 116) erstreckt.
7. Turbomaschine (2) nach Anspruch 1, die ausserdem aufweist:
ein Mantelringelement (40) das an der inneren Oberfläche (38) des Gehäuses (3) dem umlaufenden Teil (12) benachbart angeordnet ist, wobei das Wabendichtungselement (50) an dem Mantelringelement (40) angebracht ist.
8. Turbomaschine (2) nach Anspruch 1, bei der das umlaufende Teil (12) als Teil des Verdichters (4) ausgebildet ist.
9. Turbomaschine (2) nach Anspruch 1, bei der das umlaufende Teil (12) als Teil der Turbine (10) ausgebildet ist.
10. Turbomaschine (2) nach Anspruch 1, bei der der Spitzenteil (45) jeder der mehreren Schaufelelemente (8, 14) einen Vorsprung (47) aufweist, wobei der Vorsprung (47) die Deformationszone (70, 96, 119, 137) in der geformten Oberfläche (63, 89, 108, 133) des Wabendichtungselement (50) formt.

FIG. 1

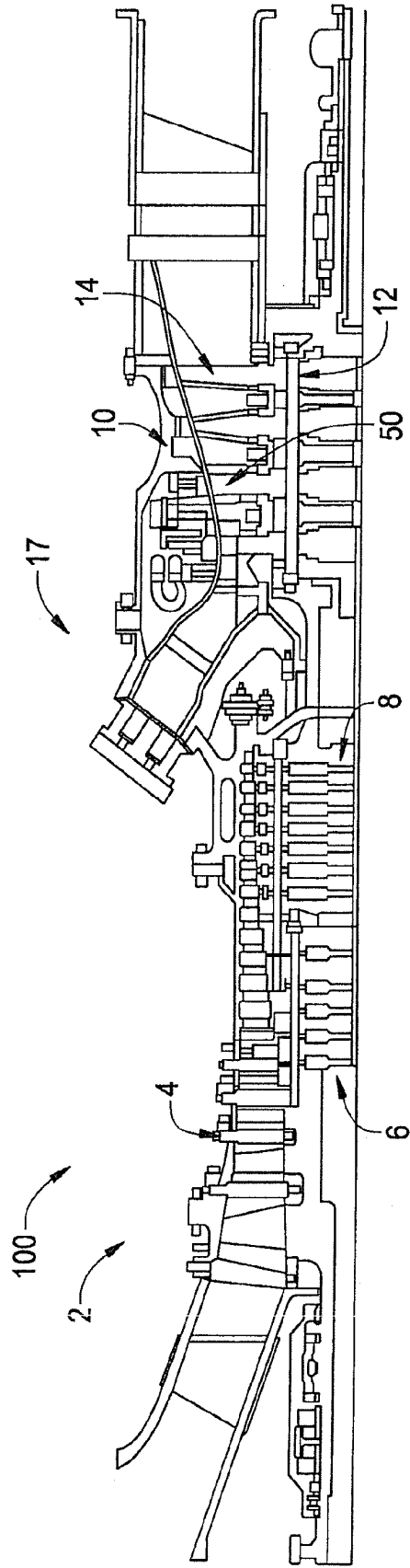


FIG. 2

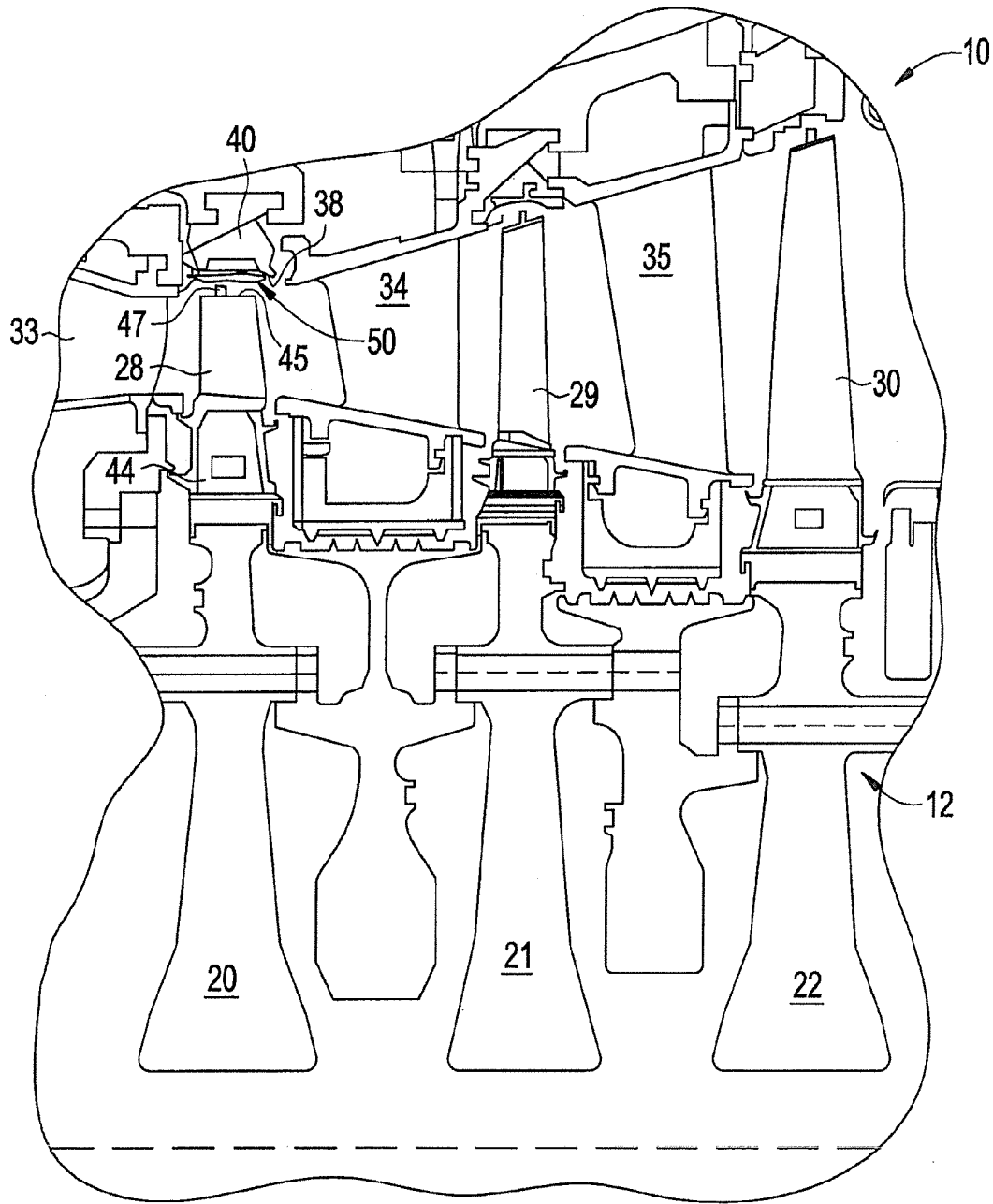


FIG. 3

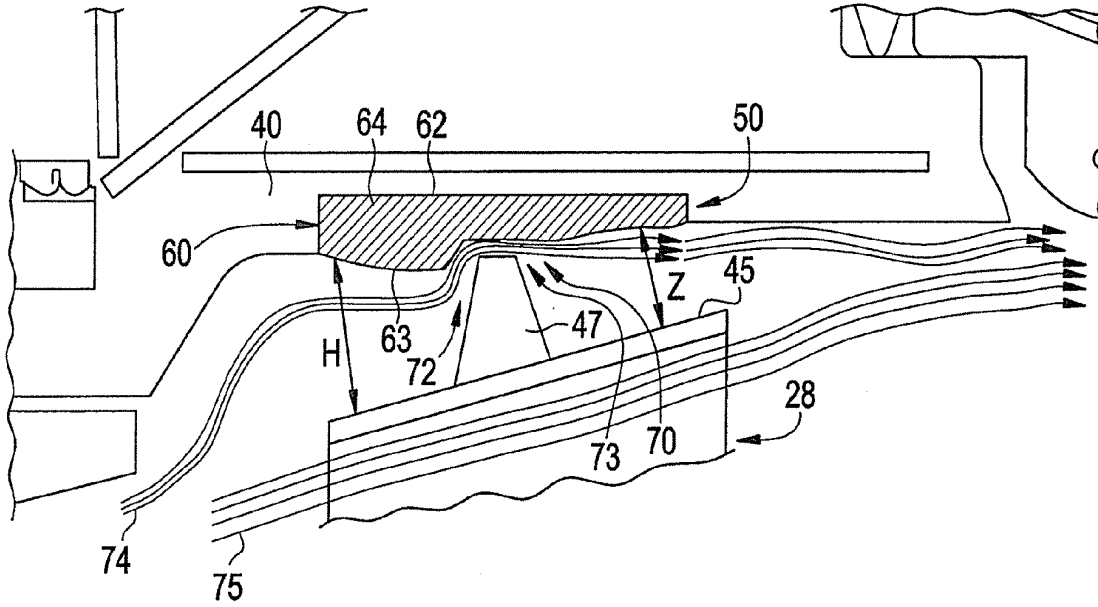


FIG. 4

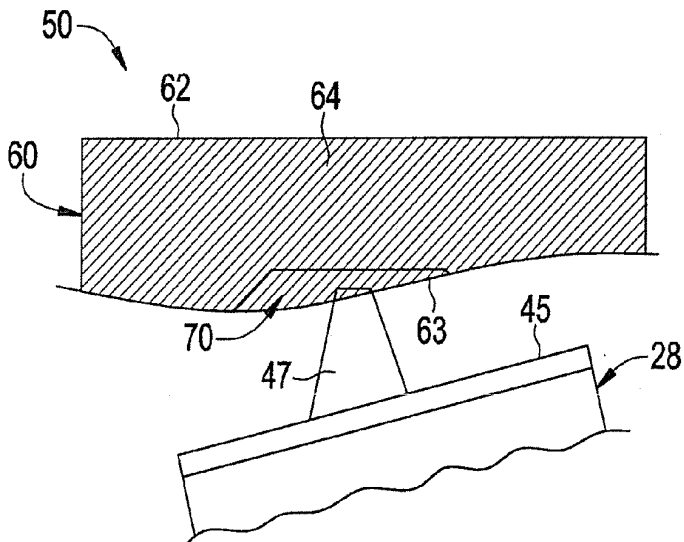


FIG. 5

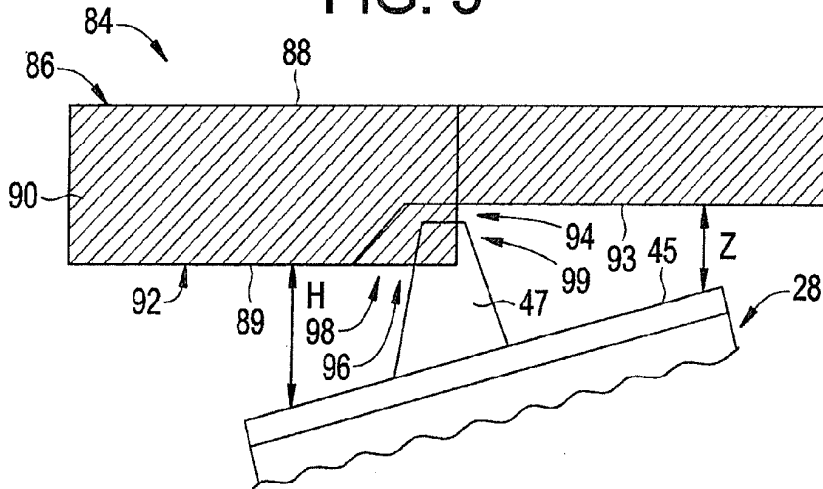


FIG. 6

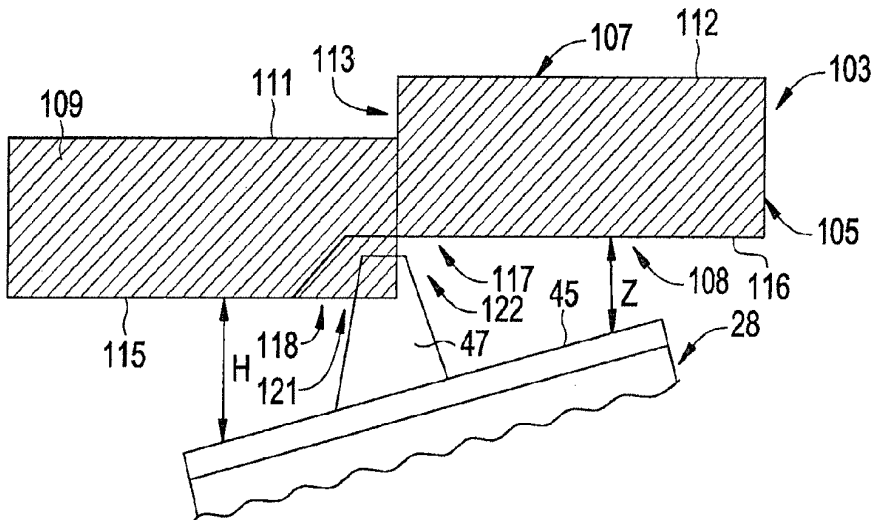


FIG. 7

