

(19)



(11)

EP 2 092 164 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
06.10.2010 Patentblatt 2010/40

(51) Int Cl.:
F01D 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07847789.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/063288

(22) Anmeldetag: **04.12.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/074633 (26.06.2008 Gazette 2008/26)

(54) **STRÖMUNGSMASCHINE, INSBESONDERE GASTURBINE**

TURBOMACHINE, PARTICULARLY A GAS TURBINE

TURBO MACHINE, EN PARTICULIER TURBINE À GAZ

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

(30) Priorität: **19.12.2006 CH 20582006**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.08.2009 Patentblatt 2009/35

(73) Patentinhaber: **Alstom Technology Ltd
5400 Baden (CH)**

(72) Erfinder:
• **KONTER, Maxim**
5313 Klingnau (CH)
• **KHANIN, Alexander**
Moskau 121601 (RU)
• **BURMISTROV, Alexander**
Moskau 125439 (RU)
• **VORONTSOV, Sergey**
Moskau, 129164 (RU)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 371 814 CH-A- 525 419
DE-A1- 19 654 471 US-A- 3 551 068

EP 2 092 164 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine rotierende Strömungsmaschine, insbesondere eine Gasturbine.

Stand der Technik

[0002] Rotierende Strömungsmaschinen besitzen üblicherweise einen Rotor, der wenigstens zwei Laufschaufelreihen mit mehreren Laufschaufeln sowie wenigstens ein Rotorhitzeschutzschild mit mehreren Schutzschildelementen aufweist, wobei das jeweilige Rotorhitzeschutzschild axial zwischen zwei benachbarten Laufschaufelreihen angeordnet ist. Ferner umfasst eine derartige Strömungsmaschine üblicherweise einen Stator, der wenigstens eine, axial zwischen zwei benachbarten Laufschaufelreihen angeordnete Leitschaufelreihe mit mehreren Leitschaufeln aufweist.

[0003] Zur Ausbildung einer Axialdichtung im Bereich der Leitschaufelreihe ist es grundsätzlich möglich, die Leitschaufeln der Leitschaufelreihe radial innen mit einer in Umfangsrichtung geschlossenen Statordichtstruktur auszustatten und die Schutzschildelemente radial außen mit einer in Umfangsrichtung geschlossenen Rotordichtstruktur auszustatten, die mit der Statordichtstruktur zur Ausbildung der Axialdichtung zusammenwirkt. Ferner ist es grundsätzlich möglich, einen Gaspfad der Strömungsmaschine, durch den sich die Laufschaufeln und die Leitschaufeln erstrecken, vom Rotor bzw. von einem Kühlgaspfad mit Hilfe von Radialdichtungen zu trennen, die zwischen in Umfangsrichtung benachbarten Laufschaufeln oder zwischen in Umfangsrichtung benachbarten Schutzschildelementen ausgebildet sein können.

[0004] Zur Leistungssteigerung bzw. zur Erhöhung des Wirkungsgrads einer derartigen Strömungsmaschine besteht permanent ein Bedürfnis, Fehlströmungen im Bereich von Dichtungen zu reduzieren.

[0005] Aus der DE 196 54 471 A1 ist eine rotierende Strömungsmaschine mit einem Rotor und einem Stator bekannt. Dabei ist in Umfangsrichtung zwischen zwei benachbarten Schutzschildelementen eine Schutzschildradialdichtung ausgebildet, die den Gaspfad vom Rotor trennt. Außerdem sind die Schutzschildelemente und die Laufschaufeln so aufeinander abgestimmt, dass die Schutzschildradialdichtung unterbrechungsfrei in die Schaufelradialdichtungen der beiden axial benachbarten Laufschaufeln übergeht, und zwar derart, dass von der einen Laufschaufel über das Schutzschildelement zur anderen Laufschaufel eine durchgehende Radialdichtung ausgebildet ist. Dabei können die Radialdichtungen mit Hilfe von Schaufelnuten und Schutzschildnuten ausgebildet werden.

[0006] Weitere Strömungsmaschinen mit Radialdichtungen sind aus der CH 525419 A, aus der EP 1 371 814 A und aus der US 3,551,068 A bekannt.

Darstellung der Erfindung

[0007] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, beschäftigt sich mit dem Problem, für eine Strömungsmaschine der eingangs genannten Art, eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch einen erhöhten Wirkungsgrad auszeichnet.

[0008] Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0009] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, eine Axialdichtung, die durch das Zusammenwirken einer Statordichtstruktur mit einer Rotordichtstruktur gebildet ist, mit einer von einer Laufschaufel über das Schutzschildelement zur anderen Laufschaufel durchgehenden Radialdichtung zu kombinieren. Auf diese Weise können Leckagen in axialer Richtung sowie in radialer Richtung reduziert werden, was die Leistungsfähigkeit der Strömungsmaschine bzw. deren Wirkungsgrad erhöht. Die Kombination der Axialdichtung im Bereich des Rotorhitzeschutzschields mit der in axialer Richtung über das Rotorhitzeschutzschild durchgehenden, also unterbrechungsfreien oder lückenlosen Radialdichtung spielt dabei zur Wirkungsgradsteigerung zusammen. Die durchgehende Radialdichtung wird bei der erfindungsgemäßen Strömungsmaschine dadurch realisiert, dass die Schutzschildelemente und die Laufschaufeln so aufeinander abgestimmt sind, dass die im Bereich der Schutzschildelemente ausgebildete Schutzschildradialdichtung unterbrechungsfrei in die im Bereich der Laufschaufeln ausgebildete Schaufelradialdichtungen übergeht.

[0010] Diese Radialdichtungen werden dabei mit Hilfe von Dichtelementen realisiert, die im Bereich der Schutzschildelemente in Schutzschildnuten und im Bereich der Laufschaufeln in Schaufelnuten angeordnet sind. Durch eine spezielle Abstimmung der Schutzschildelemente und der Laufschaufeln aufeinander kann erreicht werden, dass axiale Längsenden der Schutzschildnuten zu axial benachbarten axialen Längsenden der Schaufelnuten axial fluchten, wodurch es möglich ist, plattenförmige oder bandförmige Dichtelemente so anzuordnen, dass sie sich zum Teil in den Schutzschildnuten und zum Teil in den Schaufelnuten zumindest einer der benachbarten Laufschaufeln erstrecken. Auf diese Weise kann ein Axialspalt, der axial zwischen dem Schutzschildelement und der jeweiligen Laufschaufel ausgebildet ist, durch das jeweilige Dichtelement in einem Bereich, der in Umfangsrichtung zwischen benachbarten Schutzschildelementen bzw. in Umfangsrichtung zwischen benachbarten Laufschaufeln angeordnet ist, effektiv abgedeckt werden, was die Dichtungswirkung der so gebildeten Radialdichtung erheblich verbessert.

[0011] Erfindungsgemäß stoßen benachbarte Dichtelemente zwischen den axialen Längsenden der Schaufelnuten und/oder zwischen den axialen Längsenden der

Schutzschildnuten axial aneinander. Hierdurch kann die Dichtungswirkung der Radialdichtung erhöht werden, was den Wirkungsgrad der Strömungsmaschine verbessert.

[0012] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform können die Schutzschildelemente zwischen ihren axialen Enden jeweils eine radial nach innen zurückspringende Vertiefung aufweisen, in der die Rotordichtstruktur angeordnet ist. Besonders vorteilhaft ist dabei eine Weiterbildung, bei welcher die genannte Vertiefung so dimensioniert ist, dass die Axialdichtung innerhalb dieser Vertiefung ausgebildet ist und relativ zu den Schaufelradialdichtungen der benachbarten Laufschaufeln radial nach innen versetzt angeordnet ist. Durch diese Bauweise wird erreicht, dass sich die Axialdichtung in einem Bereich befindet, der sich quasi außerhalb einer im Gaspfad der Strömungsmaschine strömenden Gasströmung befindet, was die Effektivität der Axialdichtung verbessert. Durch die Vertiefung wird innerhalb des Gaspfades quasi eine Totwasserzone gebildet, in der die Axialdichtung eine verbesserte Dichtungswirkung erzielt.

[0013] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Strömungsmaschine ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus der Zeichnung und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0014] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0015] Die einzige Figur zeigt einen vereinfachten Längsschnitt durch einen Teilbereich einer Strömungsmaschine.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0016] Entsprechend Fig. 1 umfasst eine nur teilweise dargestellte rotierende Strömungsmaschine 1 einen Rotor 2 und einen Stator 3. Im Betrieb der Strömungsmaschine 1, bei der es sich vorzugsweise um eine Gasturbine handelt, bei der es sich jedoch auch um einen Verdichter bzw. um eine Dampfturbine handeln kann, rotiert der Rotor 2 um eine Rotorachse 4, die gleichzeitig die Axialrichtung der Strömungsmaschine 1 definiert. Der Rotor 2 weist zumindest zwei Laufschaufelreihen 5 auf, die jeweils mehrere, in Umfangsrichtung zueinander benachbarte Laufschaufeln 6 aufweisen. Des Weiteren besitzt der Rotor 2 zumindest ein Rotorhitzeschutzschild 7, das jeweils axial zwischen zwei benachbarten Laufschaufelreihen 5 angeordnet ist. Im dargestellten Ausschnitt der Strömungsmaschine 1 sind zwei Rotorhitzeschutzschilde 7 erkennbar. Der Stator 3 kann mehrere Leitschaufelreihen 8 aufweisen, von denen zumindest eine axial zwischen zwei benachbarten Laufschaufelreihen 5 angeordnet ist. Jede Leitschaufelreihe 8 weist mehrere, in Umfangsrichtung benachbarte Leitschaufeln

9 auf. Wenn im Folgenden von der Leitschaufelreihe 8 die Rede ist, ist regelmäßig die wenigstens eine, axial zwischen zwei benachbarten Laufschaufelreihen 5 angeordnete Leitschaufelreihe 8 gemeint.

[0017] Die Leitschaufeln 9 zumindest einer dieser Leitschaufelreihen 8 weisen radial innen eine Statordichtstruktur 10 auf, die in Umfangsrichtung geschlossen ausgestaltet sein kann. Hierzu kann beispielsweise jede Leitschaufel 9 radial innen an ihrer Schaufelspitze eine flächige, sich in Umfangsrichtung sowie axial erstreckende Plattform 11 aufweisen, die nach Art eines Deckbands ausgestaltet sein kann. Die Statordichtstruktur 10 ist an diesen Leitschaufelplattformen 11 angeordnet.

[0018] Das jeweilige Rotorhitzeschutzschild 7 umfasst in der Regel mehrere, in Umfangsrichtung benachbarte Schutzschildelemente 12, die nach Art von Ringsegmenten das jeweilige Rotorhitzeschutzschild 7 bilden. Die einzelnen Schutzschildelemente 12 weisen radial außen eine Rotordichtstruktur 13 auf, die sich in Umfangsrichtung geschlossen erstreckt. Die Rotordichtstruktur 13 und die Statordichtstruktur 10 sind dabei radial benachbart angeordnet und wirken zur Ausbildung einer Axialdichtung 14 zusammen.

[0019] Die in Fig. 1 gewählte Schnittebene liegt in Umfangsrichtung zwischen zwei benachbarten Laufschaufeln 6 sowie zwischen zwei in Umfangsrichtung benachbarten Schutzschildelementen 12. Die Schnittebene liegt somit in einem Längsspalt, der sich jeweils zwischen zwei in Umfangsrichtung benachbarten Laufschaufeln 6 bzw. Schutzschildelementen 12 ausbildet. Im Bereich dieses Längsspalts ist einerseits jeweils zwischen zwei benachbarten Laufschaufeln 6 der gleichen Laufschaufelreihe 5 eine Schaufelradialdichtung 15 ausgebildet, während andererseits zwischen zwei benachbarten Schutzschildelementen 12 jeweils eine Schutzschildradialdichtung 16 ausgebildet ist. Sowohl die jeweilige Schaufelradialdichtung 15 als auch die jeweilige Schutzschildradialdichtung 16 trennt in radialer Richtung einen Gaspfad 17, der Strömungsmaschine 1 vom Rotor 2 bzw. von einem Kühlgaspfad 18, der radial zwischen dem Rotor 2 und der jeweiligen Radialdichtung 15, 16 ausgebildet ist. Im Gaspfad 17 strömt im Betrieb der Strömungsmaschine 1 das jeweilige Arbeitsgas, beispielsweise ein Heißgas; eine entsprechende Gasströmung ist durch Pfeile 19 symbolisiert. Die Laufschaufeln 6 und die Leitschaufeln 9 erstrecken sich jeweils durch den Gaspfad 17. Im Kühlgaspfad 18 kann im Betrieb der Strömungsmaschine 1 eine Kühlgasströmung strömen, die durch Pfeile 20 angedeutet ist.

[0020] Die Schutzschildelemente 12 und die Laufschaufeln 6 der zum Rotorhitzeschutzschild 7 benachbarten Laufschaufelreihen 5 sind so aufeinander abgestimmt, dass die Schutzschildradialdichtung 16 ohne Unterbrechung sowohl in die stromauf liegende Schaufelradialdichtung 15 als auch in die stromab liegende Schaufelradialdichtung 15 übergeht. Dieser unterbrechungsfreie Übergang zwischen der Schutzschildradialdichtung 16 und den beiden Schaufelradialdichtungen

15 ist dabei so realisiert, dass sich dadurch eine Radialdichtung 21 ausbilden kann, die in der Längsrichtung von der einen Laufschaufel 6 über das jeweilige Schutzschildelement 12 bis zur anderen Laufschaufel 6 quasi nahtlos oder lückenlos durchgehend ausgestaltet ist. Beachtenswert ist dabei, dass sowohl bei einem stromauf liegenden Übergang 22 als auch bei einem stromab liegenden Übergang 23 zwischen dem Schutzschildelement 12 und der jeweiligen Laufschaufel 6 eine durchgehende Radialdichtung 21 realisiert werden kann.

[0021] Die jeweilige Schaufelradialdichtung 15 umfasst im Bereich von Schaufelfüßen 24 der in Umfangsrichtung benachbarten Laufschaufeln 6 jeweils eine in Umfangsrichtung offene Schaufelnut 25. Die beiden Schaufelnuten 25 der jeweiligen Schaufelradialdichtung 15 liegen sich mit ihren offenen Seiten zueinander fluchtend gegenüber, so dass in diese Schaufelnuten 25 ein plattenförmiges oder bandförmiges Dichtelement 26 einlegbar ist. Die Schutzschildradialdichtung 16 ist in entsprechender Weise aufgebaut und weist in Bereichen 27, die an die Rotordichtstruktur 13 angrenzen, bei den in Umfangsrichtung benachbarten Schutzschildelementen 12 jeweils eine in Umfangsrichtung offene Schutzschildnut 28 auf. Auch hier liegen sich die Schutzschildnuten 28 der beiden in Umfangsrichtung benachbarten Schutzschildelemente 12 in Umfangsrichtung zueinander fluchtend gegenüber, so dass in die Schutzschildnuten 28 ebenfalls ein plattenförmiges oder bandförmiges Dichtelement 26 einführbar ist.

[0022] Die Schutzschildnuten 28 und die Schaufelnuten 25 sind zweckmäßig nun so aufeinander abgestimmt, dass in den Übergangsbereichen 22, 23 axiale Längsenden 29 der Schutzschildnuten 28 zu axial benachbarten axialen Längsenden 30 der Schaufelnuten 25 axial fluchten. Hierdurch ist es möglich, in den Übergangsbereichen 22, 23 ein gemeinsames Dichtelement 26 oder jeweils ein Dichtelement 26 anzuordnen, und zwar so, dass es sich von den Schutzschildnuten 28 axial bis in die Schaufelnuten 25 hinein erstreckt oder dass es sich von den Schaufelnuten 25 der Laufschaufeln 6 der einen Laufschaufelreihe 5 axial bis in die Schutzschildnuten 28 hinein erstreckt.

[0023] Dabei ist es grundsätzlich möglich, ein durchgehendes, relativ langes Dichtelement 26 zu verwenden, das sich in den jeweiligen Nuten 25, 28 von der einen Laufschaufelreihe 5 über das Rotorhitzeschutzschild 7 bis in die andere Laufschaufelreihe 5 erstreckt. Bevorzugt können jedoch mehrere Dichtelemente 26 vorgesehen sein, wobei insbesondere benachbarte Dichtelemente 26 zwischen den axialen Längsenden 29 der Schutzschildnuten 28 und/oder zwischen den axialen Längsenden 30 der jeweiligen Schaufelnuten 25 axial aneinander stoßen. Ebenso ist es grundsätzlich möglich, vergleichsweise kleine Dichtelemente 26 vorzusehen, die nur im jeweiligen Übergangsbereich 22 bzw. 23 zur Überbrückung des dortigen ringförmigen Axialspalts angeordnet sind und sich dabei einerseits bis in die Schutzschildnuten 28 und andererseits bis in die Schaufelnuten

25 erstrecken.

[0024] Die Schutzschildelemente 12 können entsprechend der hier gezeigten Ausführungsform zwischen ihren axialen Enden, also zwischen den Übergangsbereichen 22, 23 eine radial nach innen zurückspringende Vertiefung 31 aufweisen. In dieser Vertiefung 31 ist die Rotordichtstruktur 13 angeordnet. Ferner sind die Laufschaufeln 9 hier so dimensioniert, dass auch die Stator dichtstruktur 10 innerhalb dieser Vertiefung 31 angeordnet ist. Gemäß der hier gezeigten bevorzugten Ausführungsform kann die Vertiefung 31 so dimensioniert sein, dass die durch das Zusammenspiel der Rotordichtstruktur 13 mit der Stator dichtstruktur 10 gebildete Axialdichtung 14 innerhalb der Vertiefung 31 ausgebildet ist. Die Axialdichtung 14 ist dabei relativ zu den Schaufelradialdichtungen 15 der benachbarten Laufschaufeln 6 radial nach innen versetzt angeordnet. Hierdurch befindet sich die Axialdichtung 14 radial außerhalb der Gasströmung 19 im Gaspfad 17 und insbesondere in einem Totwasergebiet der Gasströmung 19.

[0025] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann die Stator dichtstruktur 10 einschleifbar ausgestaltet sein. Beispielsweise kann die Stator dichtstruktur 10 hierzu als Wabenstruktur 33 mit radial orientierten Waben ausgebildet sein. Vorzugsweise ist dann die Rotordichtstruktur 13 einschleifend ausgestaltet. Beispielsweise ist die Rotordichtstruktur 13 durch wenigstens einen klingenförmigen Ringsteg 32 gebildet. Im gezeigten Beispiel sind zwei derartige Ringstege 32 vorgesehen, die in axialer Richtung voneinander beabstandet angeordnet sind. Im Betrieb der Strömungsmaschine 1 kann sich die Rotordichtstruktur 13 in die Stator dichtstruktur 10 einschleifen, das heißt, der jeweilige Ringsteg 32 dringt in die Wabenstruktur 33 ein.

[0026] Zweckmäßig wirken die Stator dichtstruktur 10 und die Rotordichtstruktur 13 zur Ausbildung der Axialdichtung 14 nach Art einer Labyrinthdichtung zusammen. Insbesondere kann hierzu die Stator dichtstruktur 10 mehrere, z. B. zwei, ringförmige Axialabschnitte 34 aufweisen, die gegenüber einem dazu benachbarten, hier mittleren ringförmigen Axialabschnitt 35 radial nach außen versetzt sind. Die Rotordichtstruktur 13 weist dann mehrere, hier zwei radial nach außen vorstehende Ringstege 32 auf, die jeweils im Bereich eines der radial nach außen versetzten Radialabschnitte 34 angeordnet sind.

Bezugszeichenliste

[0027]

- | | |
|---|-------------------|
| 1 | Strömungsmaschine |
| 2 | Rotor |
| 3 | Stator |
| 4 | Rotorachse |

5	Laufschaufelreihe
6	Laufschaufel
7	Rotorhitzeschutzschild
8	Leitschaufelreihe
9	Leitschaufel
10	Statordichtstruktur
11	Leitschaufelplattform
12	Schutzschildelement
13	Rotordichtstruktur
14	Axialdichtung
15	Schaufelradialdichtung
16	Schutzschildradialdichtung
17	Gaspfad
18	Kühlgaspfad
19	Pfeil
20	Pfeil
21	Radialdichtung
22	Übergangsbereich
23	Übergangsbereich
24	Schaufelfuß
25	Schaufelnut
26	Dichtelement
27	Bereich
28	Schutzschildnut
29	Längsende von 28
30	Längsende von 25
31	Vertiefung
32	Ringsteg
33	Wabenstruktur

34 Axialabschnitt

35 Axialabschnitt

5

Patentansprüche**1. Rotierende Strömungsmaschine, insbesondere Gasturbine,**

10

- mit einem Rotor (2), der wenigstens zwei Laufschaufelreihen (5) mit mehreren Laufschaufeln (6) sowie wenigstens ein Rotorhitzeschutzschild (7) mit mehreren Schutzschildelementen (12) aufweist, dass axial zwischen zwei benachbarten Laufschaufelreihen (5) angeordnet ist,

15

- mit einem Stator (3), der wenigstens eine axial zwischen zwei benachbarten Laufschaufelreihen (5) angeordnete Leitschaufelreihe (8) mit mehreren Leitschaufeln (9) aufweist,

20

- wobei die Leitschaufeln (9) der Leitschaufelreihe (8) radial innen eine in Umfangsrichtung geschlossene Statordichtstruktur (10) aufweisen,

25

- wobei die Schutzschildelemente (12) radial außen eine in Umfangsrichtung geschlossene Rotordichtstruktur (13) aufweisen, die mit der Statordichtstruktur (10) zur Ausbildung einer Axialdichtung (14) zusammenwirkt,

30

- wobei in Umfangsrichtung zwischen zwei benachbarten Laufschaufeln (6) eine Schaufelradialdichtung (15) ausgebildet ist, die einen Gaspfad (17), durch den sich die Laufschaufeln (6) und die Leitschaufeln (9) erstrecken, vom Rotor (2) trennt,

35

- wobei in Umfangsrichtung zwischen zwei benachbarten Schutzschildelementen (12) eine Schutzschildradialdichtung (16) ausgebildet ist, die den Gaspfad (17) vom Rotor (2) trennt,

40

- wobei die Schutzschildelemente (12) und die Laufschaufeln (6) so aufeinander abgestimmt sind, dass die Schutzschildradialdichtung (16) unterbrechungsfrei in die Schaufelradialdichtungen (15) der beiden axial benachbarten Laufschaufeln (6) übergeht, derart, dass von der einen Laufschaufel (6) über das Schutzschildelement (12) zur anderen Laufschaufel (6) eine durchgehende Radialdichtung (21) ausgebildet ist,

50

- wobei die Schaufelradialdichtung (15) im Bereich von Schaufelfüßen (24) der in Umfangsrichtung benachbarten Laufschaufeln (6) ausgebildete, in Umfangsrichtung offene Schaufelnuten (25) aufweist, in die ein platten- oder bandförmiges Dichtelement (26) eingebracht ist,

55

- wobei die Schutzschildradialdichtung (16) in an die Rotordichtstruktur (13) angrenzenden

- Bereichen (27) der in Umfangsrichtung benachbarten Schutzschildelemente (12) ausgebildete, in Umfangsrichtung offene Schutzschildnuten (28) aufweist, in die ein platten- oder bandförmiges Dichtelement (26) eingebracht ist, 5
- wobei axiale Längsenden (29) der Schutzschildnuten (28) zu axial benachbarten axialen Längsenden (30) der Schaufelnuten (25) axial fluchten,
 - wobei zumindest ein solches Dichtelement (26) vorgesehen ist, dass sich von den Schutzschildnuten (28) axial bis in die Schaufelnuten (25) zumindest einer der benachbarten Laufschaufeln (6) erstreckt oder dass sich von den Schaufelnuten (25) der Laufschaufeln (6) der einen Laufschaufelreihe (5) axial bis in die Schutzschildnuten (28) erstreckt, 10
 - wobei benachbarte Dichtelemente (26) zwischen den axialen Längsenden (30) der Schaufelnuten (25) und/oder zwischen den axialen Längsenden (29) der Schutzschildnuten (28) axial aneinander stoßen. 15
2. Strömungsmaschine nach Anspruch 1, 20
- dadurch gekennzeichnet,** 25
- dass** die Schutzschildelemente (12) zwischen ihren axialen Enden eine radial nach innen zurückspringende Vertiefung (31) aufweisen, in der die Rotordichtstruktur (13) angeordnet ist.
3. Strömungsmaschine nach Anspruch 2, 30
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** die Leitschaufeln (9) so dimensioniert sind, dass die Statordichtstruktur (10) innerhalb der Vertiefung (31) angeordnet ist. 35
4. Strömungsmaschine nach Anspruch 2 oder 3, 40
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** die Vertiefung (31) so dimensioniert ist, dass die Axialdichtung (14) innerhalb der Vertiefung (31) ausgebildet ist und relativ zu den Schaufelradialdichtungen (15) der benachbarten Laufschaufeln (6) radial nach innen versetzt angeordnet ist.
5. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 45
- dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** die Statordichtstruktur (10) einschleifbar ausgestaltet ist, z. B. als Wabenstruktur (33) mit radial orientierten Waben, 50
 - **dass** die Rotordichtstruktur (13) einschleifend ausgestaltet ist, z.B. als wenigstens ein klingenförmiger Ringsteg (32),
 - **dass** sich die Rotordichtstruktur (13) im Betrieb der Strömungsmaschine (1) in die Statordichtstruktur (10) einschleift. 55
6. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, 60
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** die Statordichtstruktur (10) und die Rotordichtstruktur (13) zur Ausbildung der Axialdichtung (14) nach Art einer Labyrinthdichtung zusammenwirken.
7. Strömungsmaschine nach Anspruch 5 oder 6, 65
- dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** die Statordichtstruktur (10) mehrere ringförmige Axialabschnitte (34) aufweist, die gegenüber einem dazu benachbarten ringförmigen Axialabschnitt (35) radial nach außen versetzt sind, 70
 - **dass** die Rotordichtstruktur (13) mehrere radial nach außen vorstehende Ringstege (32) aufweist, die jeweils im Bereich eines der radial nach außen versetzten Axialabschnitte (34) angeordnet sind. 75
8. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 80
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** radial zwischen der Radialdichtung (21) und dem Rotor (2) ein Kühlgaspfad (18) verläuft.

Claims

1. Rotating turbomachine, especially a gas turbine, 85
- with a rotor (2) which has at least two rotor blade rows (5), with a plurality of rotor blades (6), and also at least one rotor heat shield (7), with a plurality of heat shield elements (12), which is arranged axially between two adjacent rotor blade rows (5),
 - with a stator (3) which has at least one stator blade row (8), with a plurality of stator blades (9), which is arranged axially between two adjacent rotor blade rows (5),
 - wherein the stator blades (9) of the stator blade row (8) have a stator sealing structure (10) radially on the inside, which is closed in the circumferential direction,
 - wherein the heat shield elements (12) have a rotor sealing structure (13) radially on the outside, which is closed in the circumferential direction and which interacts with the stator sealing structure (10) for forming an axial seal (14),
 - wherein a blade radial seal (15) is formed in the circumferential direction between two adjacent rotor blades (6) and separates a gas path (17), through which the rotor blades (6) and the stator blades (9) extend, from the rotor (2),
 - wherein a heat shield radial seal (16) is formed in the circumferential direction between two ad-

- jacent heat shield elements (12) and separates the gas path (17) from the rotor (2),
 - wherein the heat shield elements (12) and the rotor blades (6) are matched to each other so that the heat shield radial seal (16) merges without interruption into the blade radial seals (15) of the two axially adjacent rotor blades (6) in such a way that a continuous radial seal (21) is formed from the one rotor blade (6), via the heat shield element (12), to the other rotor blade (6),
 - wherein the blade radial seal (15) has blade slots (25) which are formed in the region of blade roots (24) of the rotor blades (6) which are adjacent in the circumferential direction, the blade slots being open in the circumferential direction and into which a plate-like or strip-like sealing element (26) is introduced,
 - wherein the heat shield radial shield (16) has heat shield slots (28) which are formed in regions (27), which adjoin the rotor sealing structure (13), of the heat shield elements (12) which are adjacent in the circumferential direction, the heat shield slots being open in the circumferential direction and into which a plate-like or strip-like sealing element (26) is introduced,
 - wherein axial longitudinal ends (29) of the heat shield slots (28) axially align with axially adjacent axial longitudinal ends (30) of the blade slots (25),
 - wherein at least one such sealing element (26) is provided, which extends from the heat shield slots (28) axially into the blade slots (25) of at least one of the adjacent rotor blades (6), or extends from the blade slots (25) of the rotor blades (6) of the one rotor blade row (5) axially into the heat shield slots (28),
 - wherein adjacent sealing elements (26) axially abut against each other between the axial longitudinal ends (30) of the blade slots (25) and/or between the axial longitudinal ends (29) of the heat shield slots (28).
2. Turbomachine according to Claim 1, **characterized in that** the heat shield elements (12), between their axial ends, have a radially inwardly receding recess (31) in which the rotor sealing structure (13) is arranged.
3. Turbomachine according to Claim 2, **characterized in that** the stator blades (9) are dimensioned so that the stator sealing structure (10) is arranged inside the recess (31).
4. Turbomachine according to Claim 2 or 3, **characterized in that** the recess (31) is dimensioned so that the axial seal (14) is formed inside the recess (31) and is arranged in a radially inwardly offset manner relative to the blade radial seals (15) of the adjacent rotor blades (6).
5. Turbomachine according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that**
- the stator sealing structure (10) is designed with grindable allowance, for example is designed as a honeycomb structure (33) with radially oriented honeycombs,
 - the rotor sealing structure (13) is designed with grinding-in capability, for example is designed as at least one blade-like annular rib (32),
 - during operation of the turbomachine (1) the rotor sealing structure (13) grinds into the stator sealing structure (10).
6. Turbomachine according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the stator sealing structure (10) and the rotor sealing structure (13) interact in the manner of a labyrinth seal for forming the axial seal (14).
7. Turbomachine according to Claim 5 or 6, **characterized in that**
- the stator sealing structure (10) has a plurality of annular axial sections (34) which are radially outwardly offset in relation to an annular axial section (35) which is adjacent to them,
 - the rotor sealing structure (13) has a plurality of radially outwardly projecting annular ribs (32) which are arranged in each case in the region of one of the radially outwardly offset axial sections (34).
8. Turbomachine according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** a cooling gas path (18) extends radially between the radial seal (21) and the rotor (2).

Revendications

1. Turbomachine rotative, en particulier turbine à gaz, comprenant
- un rotor (2), qui présente au moins deux rangées d'aubes mobiles (5) avec plusieurs aubes mobiles (6) ainsi qu'au moins un panneau de protection contre la chaleur du rotor (7) avec plusieurs éléments de panneau de protection (12), qui est disposé axialement entre deux rangées d'aubes mobiles (5),
 - un stator (3), qui présente au moins une rangée d'aubes directrices (8) disposée axialement entre deux rangées d'aubes mobiles (5), avec plu-

sieurs aubes directrices (9),
 - les aubes directrices (9) de la rangée d'aubes directrices (8) présentant radialement à l'intérieur une structure d'étanchéité de stator (10) fermée dans la direction périphérique, 5
 - les éléments de panneau de protection (12) présentant radialement à l'extérieur une structure d'étanchéité de rotor (13) fermée dans la direction périphérique, qui coopère avec la structure d'étanchéité de stator (10) pour réaliser une étanchéité axiale (14), 10
 - une étanchéité radiale d'aube (15) étant réalisée dans la direction périphérique entre deux aubes mobiles adjacentes (6), laquelle sépare du rotor (2) un chemin de gaz (17) à travers lequel s'étendent les aubes mobiles (6) et les aubes directrices (9), 15
 - une étanchéité radiale de panneau de protection (16) étant réalisée dans la direction périphérique entre deux éléments de panneau de protection adjacents (12), laquelle sépare du rotor (2) le chemin de gaz (17), 20
 - les éléments de panneau de protection (12) et les aubes mobiles (6) étant adaptés mutuellement de telle sorte que l'étanchéité radiale de panneau de protection (16) se prolonge sans interruption dans les étanchéités radiales d'aubes (15) des deux aubes mobiles (6) axialement adjacentes, de telle sorte qu'une étanchéité radiale (21) continue depuis l'une des aubes mobiles (6) jusqu'à l'autre aube mobile (6) en passant par l'élément de panneau de protection (12) soit réalisée, 25
 - l'étanchéité radiale d'aube (15) présentant des rainures d'aubes (25) ouvertes dans la direction périphérique et réalisées dans la région des bases d'aubes (24) des aubes mobiles (6) adjacentes dans la direction périphérique, dans lesquelles rainures est introduit un élément d'étanchéité (26) en forme de plaque ou de bande, 30
 - l'étanchéité radiale de panneau de protection (16) présentant des rainures de panneau de protection (28) ouvertes dans la direction périphérique et réalisées dans des régions (27) adjacentes à la structure d'étanchéité du rotor (13) des éléments de panneau de protection (12) adjacents dans la direction périphérique, dans lesquelles rainures est introduit un élément d'étanchéité (26) en forme de plaque ou de bande, 35
 - des extrémités longitudinales axiales (29) des rainures de panneau de protection (28) étant alignées axialement avec des extrémités longitudinales axiales axialement adjacentes (30) des rainures d'aubes (25), 40
 - au moins un élément d'étanchéité (26) étant prévu pour s'étendre depuis les rainures de panneau de protection (28) axialement jusque dans les rainures d'aubes (25) d'au moins l'une des 45 50 55

aubes mobiles adjacentes (6), ou pour s'étendre depuis les rainures d'aubes (25) des aubes mobiles (6) d'une rangée d'aubes mobiles (5) axialement jusque dans les rainures de panneau de protection (28),
 - des éléments d'étanchéité adjacents (26) entre les extrémités longitudinales axiales (30) des rainures d'aubes (25) et/ou entre les extrémités longitudinales axiales (29) des rainures de panneau de protection (28) étant en aboutement l'une contre l'autre axialement.

2. Turbomachine selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les éléments de panneau de protection (12) présentent, entre leurs extrémités axiales, un renforcement (31) saillant en arrière, radialement vers l'intérieur, dans lequel est disposée la structure d'étanchéité de rotor (13). 15 20
3. Turbomachine selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** les aubes directrices (9) sont dimensionnées de telle sorte que la structure d'étanchéité de stator (10) soit disposée à l'intérieur du renforcement (31). 25
4. Turbomachine selon la revendication 2 ou 3, **caractérisée en ce que** le renforcement (31) est dimensionné de telle sorte que l'étanchéité axiale (14) soit réalisée à l'intérieur du renforcement (31) et soit disposée de manière décalée radialement vers l'intérieur par rapport aux étanchéités radiales d'aubes (15) des aubes mobiles (6) adjacentes. 30 35
5. Turbomachine selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que**
 - la structure d'étanchéité de stator (10) est configurée de manière à pouvoir être insérée par meulage, par exemple sous forme de structure en nid d'abeilles (33) avec des nids d'abeilles orientés radialement,
 - la structure d'étanchéité de rotor (13) est configurée de manière insérable par meulage, par exemple sous forme de nervure annulaire (32) en forme de lame,
 - la structure d'étanchéité de rotor (13) s'insère par meulage pendant le fonctionnement de la turbomachine (1) dans la structure d'étanchéité du stator (10). 40 45 50 55
6. Turbomachine selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la structure d'étanchéité de stator (10) et la structure d'étanchéité de rotor (13) coopèrent pour former une

étanchéité axiale (14) à la manière d'un joint à labyrinthe.

7. Turbomachine selon la revendication 5 ou 6, **caractérisée en ce que**

5

- la structure d'étanchéité de stator (10) présente plusieurs portions axiales annulaires (34) qui sont décalées radialement vers l'extérieur par rapport à une portion axiale annulaire (35) adjacente à celles-ci, 10
- la structure d'étanchéité de rotor (13) présente plusieurs nervures annulaires (32) saillant radialement vers l'extérieur, qui sont disposées à chaque fois dans la région de l'une des portions axiales (34) décalées radialement vers l'extérieur. 15

8. Turbomachine selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, 20
- caractérisée en ce**
- qu'un chemin de gaz de refroidissement (18) s'étend radialement entre l'étanchéité radiale (21) et le rotor (2).**

25

30

35

40

45

50

55

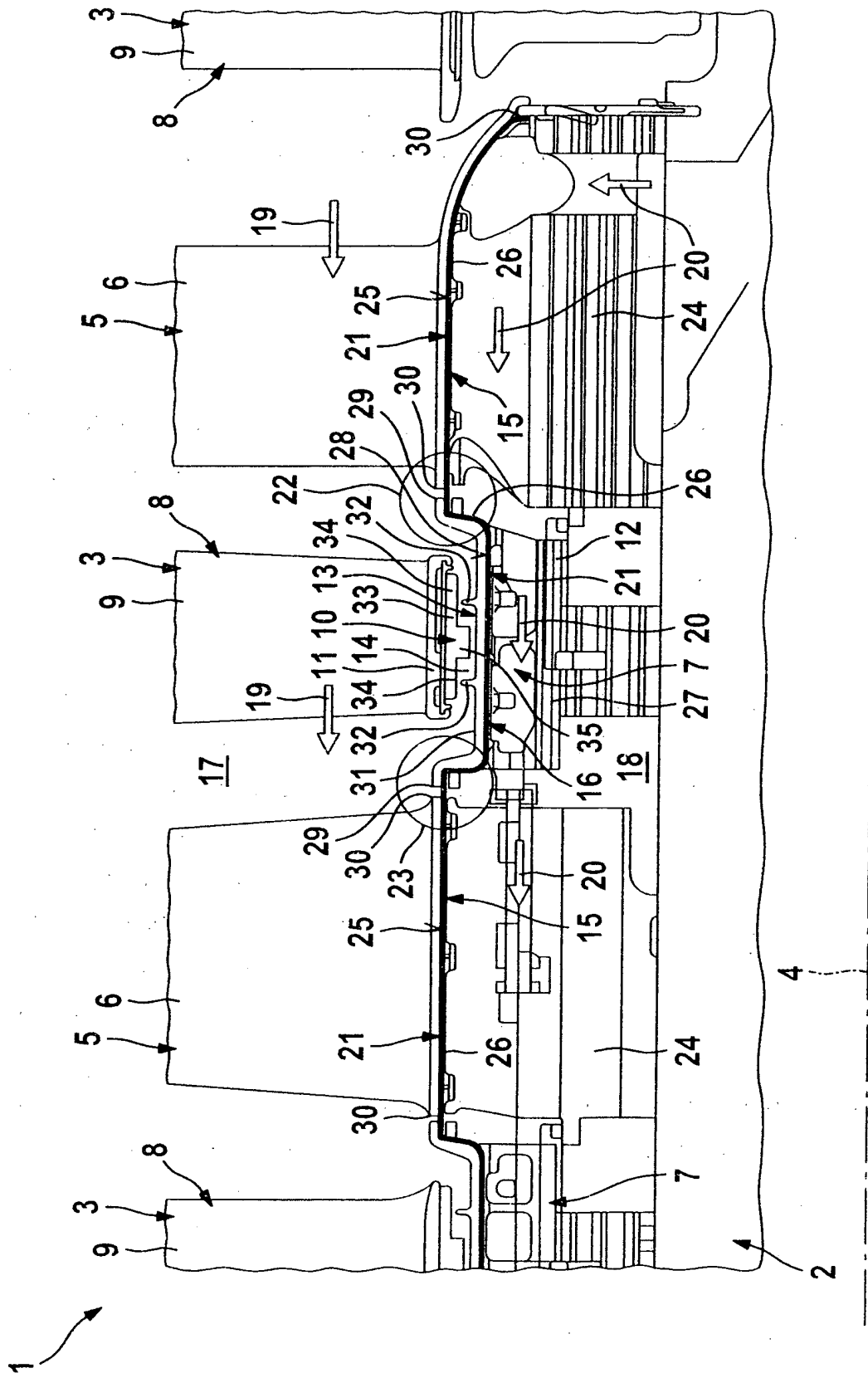


Fig. 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19654471 A1 [0005]
- CH 525419 A [0006]
- EP 1371814 A [0006]
- US 3551068 A [0006]