

(19)



(11)

EP 1 898 054 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.05.2018 Patentblatt 2018/22

(51) Int Cl.:
F01D 11/02^(2006.01) F01D 11/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07114082.6**

(22) Anmeldetag: **09.08.2007**

(54) **GASTURBINE**

GAS TURBINE

TURBINE A 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: **25.08.2006 CH 13592006**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.03.2008 Patentblatt 2008/11

(73) Patentinhaber: **Ansaldo Energia IP UK Limited London W1G 9DQ (GB)**

(72) Erfinder:
 • **Steiger, Ulrich 5405, Baden-Dättwil (CH)**

• **Olmes, Sven 5234, Villigen (CH)**

(74) Vertreter: **Bernotti, Andrea et al Studio Torta S.p.A. Via Viotti, 9 10121 Torino (IT)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 799 973 EP-A2- 0 894 947
EP-A2- 1 079 070 DE-A1- 3 940 607
DE-A1-102004 026 503 DE-C- 668 667

EP 1 898 054 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 Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, insbesondere eine Gasturbine, mit einem Rotor und einem Stator sowie einer zwischen dem Rotor und dem Stator angeordneten axialen Dichteinrichtung, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Um einem möglichst hohen Wirkungsgrad bei modernen Strömungsmaschinen, insbesondere bei Gasturbinen oder Verdichtern, erzeugen zu können, ist es wünschenswert, die Strömungsmaschine wirkungsvoll abzudichten und dadurch einen Verlust von die Strömungsmaschine antreibenden Heißgasen ebenso zu vermeiden wie einen Einbruch von Kühlgasen, welche die Temperatur innerhalb der Strömungsmaschine herabsetzen und dadurch den Wirkungsgrad negativ beeinflussen. Ein besonderes Problem bei der Abdichtung derartiger Strömungsmaschinen tritt insbesondere dann auf, wenn die Dichteinrichtung zwischen relativ zueinander bewegten Bauteilkomponenten angeordnet ist. Dies ist beispielsweise bei einer Dichteinrichtung der Fall, welche sich zwischen einem sich drehenden Rotor und einem relativ dazu feststehenden Stator angeordnet ist. Zusätzliche Relativbewegungen der sich gegenüberliegenden Dichteinrichtungskomponenten treten beim Übergang vom thermisch kalten Ruhezustand in den warmen Betriebszustand aufgrund der thermischen Ausdehnung und der mechanischen Belastung bei unterschiedlichen Materialeigenschaften der tragenden Teile auf.

[0003] Üblicherweise wird bei derartigen Dichteinrichtungen eine statorseitig radial gestufte Dichtkontur vorgesehen, welche in Richtung des Rotors vor- und zurückspringende Bereiche aufweist. Rotorseitig sind dabei mehrere in Richtung des Stators abstehende Dichtfinnen angeordnet, welche jeweils in benachbarte, zurückspringende Bereiche der statorseitigen Dichtkontur eingreifen. Durch die Dichtfinnen und die zugehörigen Dichtkonturen kann so eine sogenannte Labyrinthdichtung geschaffen werden, deren Dichtwirkung zusätzlich gesteigert werden kann, indem die Dichtkontur aus einem abtragungsfähigen Material und die Dichtfinnen aus einem abtragenden Material ausgebildet sind, so dass sich die Dichtfinnen beim Betrieb der Strömungsmaschine an die Dichtkonturen anlegen oder sogar in diese eingraben. Ein derartiges Eingraben bewirkt jedoch einen nicht zu unterschätzenden Verschleiß der Dichteinrichtung, wodurch diese ihre Dichtwirkung über die Zeit gesehen langsam wieder verliert.

[0004] Weitere Dichteinrichtungen gemäß dem Stand der Technik sind aus der EP 0 894 947 A2 sowie der DE 39 40 607 A1 bekannt.

[0005] Neben einer Reduzierung des Wirkungsgrades

der Strömungsmaschine hat eine schlechte Dichteigenschaft der Dichteinrichtung auch einen Heißgaseinbruch im Dichtbereich zur Folge, welcher einen Oxidationsprozess und damit auch eine Korrosion beschleunigt.

Darstellung der Erfindung

[0006] Hier setzt die Erfindung an. Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, beschäftigt sich mit dem Problem, für eine Strömungsmaschine der gattungsgemäßen Art eine verbesserte oder zumindest eine andere Ausführungsform anzugeben, welche sich insbesondere durch eine verbesserte Dichtwirkung einer zugehörigen Dichteinrichtung auszeichnet.

[0007] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, bei einer Strömungsmaschine mit zumindest einer zwischen einem Rotor und einem Stator angeordneten axialen Dichteinrichtung zusätzlich zu den bereits üblicherweise vorhandenen Dichtfinnen sog. Zusatzfinnen vorzusehen, welche eine Labyrinthwirkung der Dichteinrichtung erhöhen und dadurch die Dichtwirkung der Dichteinrichtung verbessern. Dabei weist die Dichteinrichtung statorseitig eine radial gestufte Dichtkontur mit in Richtung des Rotors vor- und zurückspringenden Bereichen auf. In jeweils benachbarte, zurückspringende Bereiche der statorseitigen Dichtkontur greifen rotorseitig angeordnete und in Richtung des Stators abstehende Dichtfinnen ein, wodurch bereits eine gewisse Labyrinthdichtung bei herkömmlichen Dichteinrichtungen geschaffen wird. Erfindungsgemäß ist nun rotorseitig zumindest eine in Richtung des Stators abstehende Zusatzfinne vorgesehen, welche einem vorspringenden Bereich der statorseitigen Dichtkontur gegenüber liegt und zwischen zwei benachbarten, rotorseitig angeordneten Finnen positioniert ist. Somit wird die Gesamtzahl der Finnen erhöht und dadurch die Labyrinthwirkung der Dichteinrichtung verbessert. Die Zusatzfinnen können dabei in der gleichen Weise wie die Dichtfinnen ausgebildet sein und beispielsweise aus abtragendem Material bestehen, während die gegenüberliegende Dichtkontur aus abzutragendem Material besteht, so dass sich auch die Zusatzfinnen gegebenenfalls in eine Oberfläche der Dichtkontur eingraben können. Üblicherweise liegen sowohl die Zusatzfinnen als auch die Dichtfinnen an den gegenüberliegenden Bereichen der Dichtkontur an. Sowohl die Zusatzfinnen als auch die Dichtfinnen sind dabei als in Umfangsrichtung des Rotors durchgehende Konturen ausgebildet, wodurch diese die Form eines vom Rotor abstehenden Kragens erhalten. Ebenfalls in Umfangsrichtung im wesentlichen gleichbleibend ist die statorseitige Dichtkontur aufgebaut, so dass die im axialen Längsschnitt radial vor- und zurückspringenden Bereiche der Dichtkontur ringförmig ausgebildet sind. Auf jeden Fall verbessert die Anordnung zumindest einer Zu-

satzfinne die Labyrinthwirkung und damit die Dichtwirkung der Dichteinrichtung erheblich.

[0009] Zweckmäßig sind zumindest eine Zusatzfinne und/oder eine Dichtfinne radial und axial geneigt am Rotor bzw. an einem rotorseitigen Hitzeschutzschild angeordnet. Eine Neigung in zur Hauptströmung entgegengesetzter Richtung der Dichtfinne bzw. der Zusatzfinne verstärkt dabei eine in Strömungsrichtung stromauf und stromab der jeweiligen Finne gelegene Stauströmung, bzw. einen sog. Totwasserbereich, welcher der Strömung entgegenwirkt und dadurch die Dichtwirkung der Dichteinrichtung verbessert. Gleichzeitig ist denkbar, dass bei hohen Rotationsgeschwindigkeiten sich die geneigten Finnen aufgrund der Fliehkräfte radial nach außen verformen und dadurch an die gegenüberliegende Dichtkontur anlegen. Auch hier kann wiederum ein Eingraben der Finnen in der wabenförmigen Dichtstruktur erfolgen, wobei ein Abtrag von Material ausschließlich im Bereich der Dichtkontur erfolgen soll.

[0010] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung weisen die Dichtfinnen und/oder die Zusatzfinne in Umfangsrichtung jeweils ein keilförmiges Querschnittsprofil auf. Ein derartiges keilförmiges Querschnittsprofil schafft eine breite Anbindungsbasis an den Rotor und dadurch eine zuverlässige Verbindung der Finne mit dem Rotor und gleichzeitig eine gewichtsoptimierte Finne, da sich diese radial nach außen verjüngt. Dies ist insbesondere für das Angreifen von Fliehkräften günstig, da eine im Querschnitt gleichbleibende Finne deutlich größere Fliehkräfte an ihrem freien Ende erzeugen würde, was eine deutlich größere Belastung des Anbindungsbereichs der Finne an den Rotor bzw. an einem Hitzeschutzschild des Rotors verursacht.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Strömungsmaschine ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0011] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

[0012] Es zeigen dabei, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine axiale Schnittdarstellung für eine Strömungsmaschine im Bereich einer zwischen einem Stator und einem Rotor gelegenen Dichteinrichtung,

Fig. 2 a bis e unterschiedliche Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Dichteinrichtung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0013] Entsprechend Fig. 1 weist eine Strömungsmaschine 1, insbesondere eine Gasturbine oder ein Verdichter, einen Stator 2 sowie einen Rotor 3 auf. Der Stator 2 kann dabei beispielsweise als Leitschaufel 4 ausgebildet sein. In Strömungsrichtung 7 stromauf der Leitschaufel 4 kann in üblicher Weise eine Laufschaufel 5 angeordnet sein.

Um den Wirkungsgrad der Strömungsmaschine 1 möglichst hoch zu halten und andererseits Oxidationsprozesse durch einen Heißgaseinbruch zu minimieren, ist zwischen dem Stator 2 und dem Rotor 3 zumindest eine Dichteinrichtung 6 angeordnet. Die Dichteinrichtung 6 verläuft dabei in axialer Richtung der Strömungsmaschine 1. Statorseitig weist die Dichteinrichtung 6 eine honigwabenartig ausgebildete und radial gestufte Dichtkontur 8 mit in Richtung des Rotors 3 vor- und zurückspringenden Bereichen 9 und 10 auf (vgl. auch Fig. 2). Rotorseitig hingegen, sind mehrere in Richtung des Stators 2 abstehende Dichtfinnen 11 angeordnet, welche jeweils in benachbarte, zurückspringende Bereiche 10 der statorseitigen Dichtkontur 8 eingreifen. Gemäß der Erfindung ist dabei zusätzlich rotorseitig zumindest eine, in Richtung des Stators 2 abstehende Zusatzfinne 12 vorgesehen, welche zwischen zwei benachbarten, rotorseitig angeordneten Dichtfinnen 11 positioniert ist und einem vorspringenden Bereich 9 der statorseitigen Dichtkontur 8 gegenüber liegt.

[0014] Die Dichtfinnen 11 bewirken zusammen mit der radial gestuften Dichtkontur 8 eine Labyrinthdichtung, welche ein Eindringen von Heißgasen zumindest erschwert. Um die Labyrinthwirkung weiter erhöhen zu können, sind nun zusätzlich sog. Zusatzfinnen 12 angeordnet, welche an den vorspringenden Bereichen 9 der Dichtkontur 8 anliegen oder sich sogar in diese eingraben. Sowohl die Dichtfinnen 11 als auch die Zusatzfinnen 12 sind dabei aus einem im Vergleich zur Dichtkontur 8 verschleißbeständigerem Material, sodass bei einer Berührung zwischen den Finnen 11, 12 und der Dichtkontur 8 ein Abtrag der Dichtkontur 8 erfolgt und sich die Finnen 11, 12 in die Dichtkontur 8 eingraben, wodurch die Dichtwirkung der Dichteinrichtung 6 zusätzlich verbessert wird.

[0015] Wie den Fig. 1 und 2 zu entnehmen ist, sind zumindest eine Zusatzfinne 12 und/oder eine Dichtfinne 11 radial und axial geneigt am Rotor 3 bzw. an einem Hitzeschutzschild 13 des Rotors 3 angeordnet. Dabei beträgt ein Neigungsgrad der zumindest einen Zusatzfinne 12 oder der zumindest einen Dichtfinne 11 ca. 25° - 35° bezogen auf eine radiale Senkrechte zur Achse der Strömungsmaschine 1. Die Neigung der Dichtfinnen 11 bzw. der Zusatzfinnen 12 erfolgt dabei in zur Hauptströmung 7a entgegengesetzter Richtung, wodurch sich stromauf und/oder stromab der jeweiligen Finne 11, 12 eine sog. Stauströmung bilden kann, welche auch als Totwasserbereich bezeichnet wird, und welche die Dichtwirkung der Dichteinrichtung 6 zusätzlich verbessert. Mit dem Be-

zugszeichen 7b ist dabei die Leckageströmung zwischen dem Stator 2 und dem Rotor 3 bezeichnet.

In den Fig. 2a bis e sind unterschiedliche Ausführungsformen der Dichteinrichtung 6 gezeigt, wobei die Dichteinrichtungen 6 gemäß den Fig. 2a bis d über ihre gesamte axiale Erstreckung eine gleichbleibende radiale Höhe aufweisen, während sich eine radiale Höhe der Dichteinrichtung 6 gemäß der Fig. 2e in axialer Richtung der Strömungsmaschine 1 verändert.

Diese Dichteinrichtungen 6 sind besonders geeignet für Fälle, in denen die axiale Relativbewegung größer ist als die radiale. Aus diesem Grund ist allen Dichteinrichtungen 6 gemäß den Fig. 1 und 2 dabei gemein, dass die zurückspringenden Bereiche 10 der Dichtkontur 8 eine größere axiale Längserstreckung aufweisen als die vorspringenden Bereiche 9 der Dichtkontur 8. Darüber hinaus ist ein axialer Abstand zwischen zwei vor- oder zurückspringenden statorseitigen Bereichen 9 oder 10 ungefähr doppelt so groß, wie eine radiale Höhe der Dichtfinne 11.

[0016] Ebenfalls allen Dichteinrichtungen 6 gemäß den Fig. 1 und 2 ist gemein, dass zumindest die Dichtfinnen 11 in Umfangsrichtung jeweils ein keilförmiges Querschnittsprofil aufweisen und sich dadurch ausgehend von ihrer rotorseitigen Anbindung bis hin zu einem freien Ende verjüngen. Dies bietet den Vorteil, dass ein rotorseitiger Anbindungsbereich stärker und damit belastungsfähiger ausgebildet ist, während das freie Ende der Dichtfinne 11 deutlich leichter ausgebildet ist und dadurch geringere Zentrifugalkräfte bzw. Fliehkräfte hervorruft.

[0017] Selbstverständlich hängt eine Größe sowohl der Finnen 11, 12 als auch der vorspringenden und zurückspringenden Bereiche 9, 10 der Dichtkontur 8 von konstruktiven Erfordernissen ab, wobei die beste Dichtwirkung erzielt wird, wenn die verschiedenen Abmessungen bestimmte geometrischen Verhältnisse aufweisen. Der statorseitige, zurückspringende Bereich 10 weist dabei vorzugsweise eine axiale Längserstreckung von ca. zwei- bis dreimal der im Längsschnitt dargestellten Höhe h der Dichtfinne 11 auf, während ein statorseitiger, vorspringender Bereich 9 eine axiale Längserstreckung von ca. 1 bis 2,5 mal der Höhe h, also eine im Längsschnitt dargestellte Breite b von 1 bis 2,5 mal h aufweist.

[0018] Ebenfalls den Fig. 1 und 2 zu entnehmen ist, dass eine radiale Höhe der Dichtfinne 11 ca. 2 bis 4 mal größer ist als eine radiale Höhe der Zusatzfinne 12. Ebenso wie die im vorigen Absatz genannten axialen Längserstreckungen der Bereiche 9 und 10 orientiert sich dabei die radiale Höhe sowohl der Zusatzfinne 12 als auch der Dichtfinne 11 an konstruktiven Erfordernissen.

[0019] In den Fig. 2a bis c und 2e ist ein letzter vorspringender Bereich 9' deutlich schmaler, d.h. mit einer deutlich geringeren axialen Längserstreckung ausgebildet, während er gemäß der Fig. 2b vollständig fehlt. Desweiteren ist allen Dichtkonturen gemäß den Fig. 1 und 2 gemein, dass die vor- bzw. zurückspringenden Bereiche 9 und 10 eine rechteckige, gestufte Querschnittsgestalt

aufweisen, wobei auch gewollt ist, dass anders gestufte oder gewellte Querschnittsformen von der Erfindung mit umschlossen sein sollen. Generell können bezüglich der Dichtwirkung optimierte Kombinationen aus Dichtfinnen 11 und Zusatzfinnen 12 zum Einsatz kommen, wobei die Dichtfinnen 1 und/oder die Zusatzfinnen vorzugsweise entgegengesetzt zur Hauptströmungsrichtung 7a geneigt sein können.

10 Bezugszeichenliste

[0020]

1	Strömungsmaschine
15 2	Stator
3	Rotor
4	Leitschaufel
5	Laufschaufel
6	Dichteinrichtung
20 7a	Hauptströmung
7b	Leckageströmung
8	Dichtkontur
9	vorspringender Bereich
10	zurückspringender Bereich
25 11	Dichtfinne
12	Zusatzfinne
13	Hitzeschutzschild
b	Breite, axiale Längserstreckung
h	Höhe der Dichtfinne 11

Patentansprüche

1. Strömungsmaschine (1), insbesondere eine Gasturbine,
 - mit einem Stator (2) und einem Rotor (3) sowie einer zwischen Stator (2) und Rotor (3) angeordneten axialen Dichteinrichtung (6),
 - wobei die Dichteinrichtung (6) statorseitig eine radial gestufte Dichtkontur (8) mit in Richtung des Rotors (3) vor- und zurückspringenden Bereichen (9,10) aufweist,
 - wobei rotorseitig mehrere in Richtung des Stators (2) abstehende Dichtfinnen (11) angeordnet sind, welche jeweils in benachbarte, zurückspringende Bereiche (10) der statorseitigen Dichtkontur (8) eingreifen,
 - wobei rotorseitig zumindest eine, in Richtung des Stators (2) abstehende Zusatzfinne (12) vorgesehen ist, welche zwischen zwei benachbarten, rotorseitig angeordneten Dichtfinnen (11) positioniert ist und einem vorspringenden Bereich (9) der statorseitigen Dichtkontur (8) gegenüberliegt,
 - wobei ein statorseitiger, zurückspringender Bereich (10) breiter ist als ein statorseitiger, vorspringender Bereich (9),

- wobei die radiale Höhe (h) der Dichtfinne (11) ca. 2 bis 4 mal größer ist als eine radiale Höhe der Zusatzfinne (12),

dadurch gekennzeichnet,

dass zumindest eine Zusatzfinne (12) und/oder eine Dichtfinne (11) radial und axial geneigt am Rotor (3) angeordnet sind/ist, und

dass ein Neigungsgrad der zumindest einen Zusatzfinne (12) und/oder der zumindest einen Dichtfinne (11) ca. 25° bis 35° beträgt.

2. Strömungsmaschine nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die zumindest eine Zusatzfinne (12) und/oder die zumindest eine Dichtfinne (11) in zur Hauptströmung (7a) entgegengesetzter Richtung geneigt sind/ist.

3. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein axialer Abstand zwischen zwei vor- oder zurückspringenden, statorseitigen Bereichen (9,10) ungefähr doppelt so groß ist wie eine radiale Höhe der Dichtfinne (11).

4. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein statorseitiger, zurückspringende Bereich (10) eine axiale Längserstreckung von ca. zwei bis dreimal einer radialen Höhe (h) der Dichtfinne (11) aufweist, während ein statorseitiger, vorspringender Bereich (9) eine axiale Längserstreckung von ca. 1 bis 2,5 mal der radialen Höhe (h) aufweist.

5. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Dichtfennen (11) in Umfangsrichtung jeweils ein keilförmiges Querschnittsprofil aufweisen.

Claims

1. Turbo machine (1), in particular a gas turbine,

- with a stator (2) and a rotor (3) and an axial sealing device (6) arranged between the stator (2) and the rotor (3),

- wherein the sealing device (6) on the stator side has a radially stepped sealing contour (8) with protruding and recessed regions (9, 10) in the direction of the rotor (3),

- wherein on the rotor side, several sealing fins (11) are provided which protrude in the direction of the stator (2) and each engage in adjacent

recessed regions (10) of the sealing contour (8) on the stator side,

- wherein on the rotor side, at least one additional fin (12) is provided which protrudes in the direction of the stator (2) and is positioned between two adjacent sealing fins (11) arranged on the rotor side, and lies opposite a protruding region (9) of the stator-side sealing contour (8),

- wherein a stator-side recessed region (10) is wider than a stator-side protruding region (9),

- wherein the radial height (h) of the sealing fin (11) is approximately 2 to 4 times greater than a radial height of the additional fin (12),

characterised in that

at least one additional fin (12) and/or sealing fin (11) is arranged radially and axially sloping on the rotor (3), and

that a slope angle of the at least one additional fin (12) and/or at least one sealing fin (11) is around 25° to 35°.

2. Turbo machine according to claim 1, **characterised in that** the at least one additional fin (12) and/or the at least one sealing fin (11) is arranged sloping in a direction opposite the main flow direction (7a).

3. Turbo machine according to one of claims 1 or 2, **characterised in that** an axial distance between two protruding or recessed regions (9, 10) on the stator side is approximately twice as great as a radial height of the sealing fin (11).

4. Turbo machine according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** a stator-side recessed region (10) has an axial longitudinal extension of around two to three times a radial height (h) of the sealing fin (11), whereas a stator-side protruding region (9) has an axial longitudinal extension of around 1 to 2.5 times the radial height (h).

5. Turbo machine according to any of claims 1 to 4, **characterised in that** the sealing fins (11) each have a wedge-shaped cross-sectional profile in the circumferential direction.

Revendications

1. Turbomachine (1), plus particulièrement turbine à gaz,

- avec un stator (2) et un rotor (3) ainsi qu'un dispositif d'étanchéité axial (6) disposé entre le stator (2) et le rotor (3),

- le dispositif d'étanchéité (6) comprenant, du côté du stator, un contour d'étanchéité étagé radialement (8) avec des zones en saillie et en

- retrait (9, 10) en direction du rotor (3),
 - moyennant quoi, du côté du rotor, plusieurs ailettes d'étanchéité (11) s'étendant en direction du stator (2) sont disposées, qui s'emboîtent chacune dans des zones en retrait (10) adjacentes du contour d'étanchéité côté stator (8),
 - moyennant quoi, du côté du rotor, est prévue au moins une ailette supplémentaire (12) s'étendant en direction du stator (2), qui est située entre deux ailettes d'étanchéité (11) adjacentes disposées du côté du rotor et qui est disposée en face d'une zone en saillie (9) du contour d'étanchéité côté stator (8),
 - moyennant quoi une zone en retrait côté stator (10) est plus large qu'une zone en saillie côté stator (9),
 - moyennant quoi la hauteur radiale (h) de l'ailette d'étanchéité (11) est environ 2 à 4 fois plus grande qu'une hauteur radiale de l'ailette supplémentaire (12), **caractérisée en ce que**
- au moins une ailette supplémentaire (12) et/ou une ailette d'étanchéité (11) est/sont disposée(s) de manière radiale et axiale par rapport au rotor (3) et un angle d'inclinaison de l'au moins une ailette supplémentaire (12) et/ou de l'au moins une ailette d'étanchéité (11) est d'environ 25° à 35°.
2. Turbomachine selon la revendication 1, **caractérisée en ce que**
- l'au moins une ailette supplémentaire (12) et/ou l'au moins une ailette d'étanchéité (11) est/sont inclinée(s) dans une direction opposée à l'écoulement principal (7a).
3. Turbomachine selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que**
- une distance axiale entre deux zones en saillie ou en retrait côté stator (9, 10) est approximativement deux fois plus grande qu'une hauteur radiale de l'ailette d'étanchéité (11).
4. Turbomachine selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que**
- une zone en retrait côté stator (10) présente une extension longitudinale axiale d'environ deux à trois fois une hauteur radiale (h) de l'ailette d'étanchéité (11), tandis qu'une zone en saillie côté stator (9) présente une extension longitudinale axiale d'environ 1 à 2,5 fois la hauteur radiale (h).
5. Turbomachine selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que**
- les ailettes d'étanchéité (11) présentent chacune, dans la direction circonférentielle, un profil de section transversale cunéiforme.

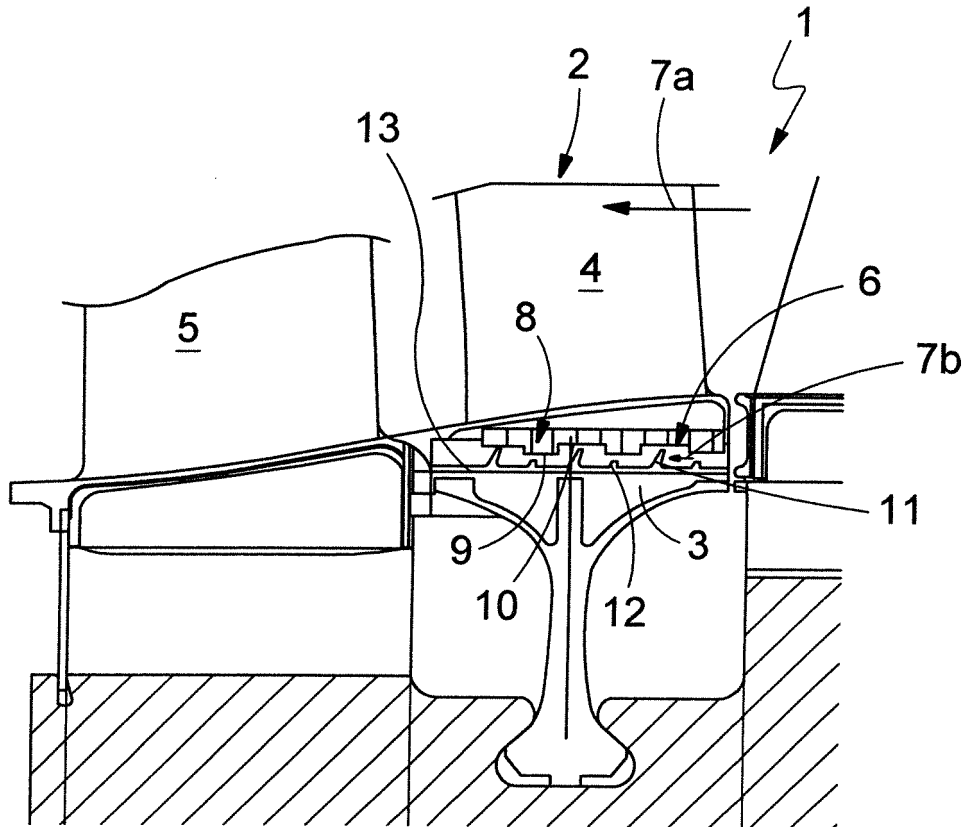


Fig.1

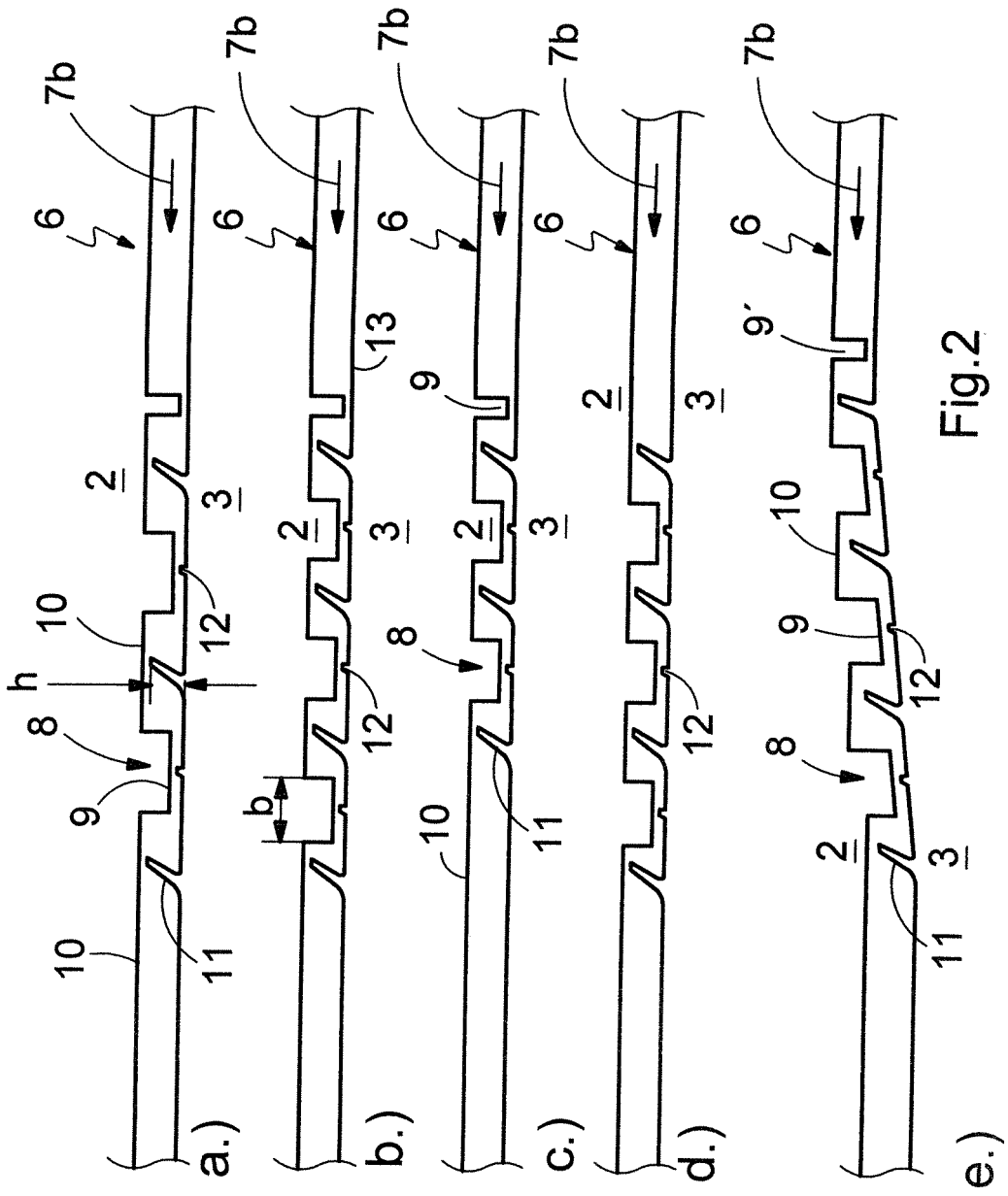


Fig. 2

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

- EP 0894947 A2 [0004]
- DE 3940607 A1 [0004]