

(19)



(11)

EP 1 785 586 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.05.2014 Patentblatt 2014/19

(51) Int Cl.:
F01D 25/32 ^(2006.01) **F01D 25/24** ^(2006.01)
F01D 5/08 ^(2006.01) **F01D 9/06** ^(2006.01)
F01D 25/14 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05022933.5**

(22) Anmeldetag: **20.10.2005**

(54) **Rotor einer Strömungsmaschine**

Rotor of a turbomachine

Rotor d'une turbomachine

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE GB IT LI

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.05.2007 Patentblatt 2007/20

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Thiemann, Thomas, Dr.**
45659 Recklinghausen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 452 688 EP-B- 0 906 494
DE-A1- 3 406 071 DE-A1- 3 424 139
DE-A1- 19 742 621 DE-C1- 19 620 828
US-A- 3 429 557 US-A- 4 668 161

EP 1 785 586 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

[0001] Die Erfindung betrifft einen Rotor einer Strömungsmaschine, insbesondere eine Dampf- und/oder Gasturbine, mit einer Rotorwelle. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur partiellen Kühlung einer Rotorwelle eines Rotors einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Dampf- und/oder Gasturbine.

[0002] Rotoren der vorgenannten Art sind aus dem Stand der Technik an sich bekannt, weshalb es eines gesonderten druckschriftlichen Nachweises an dieser Stelle nicht bedarf.

[0003] Um den Rotor einer Strömungsmaschine in eine Drehbewegung zu versetzen, werden die an der Rotorwelle des Rotors angeordneten Laufschaufeln mit einem heißen Arbeitsgas beaufschlagt, welches beispielsweise im Falle einer Dampfturbine Dampf ist. Das den Rotor umströmende heiße Arbeitsgas bewirkt einen Wärmeeintrag in die Rotorwelle des Rotors, und zwar zum einen infolge eines direkten Kontaktes des heißen Arbeitsgases mit der Rotorwelle sowie zum anderen aufgrund der Erwärmung der an der Rotorwelle angeordneten Laufschaufeln. Dabei ist insbesondere derjenige Rotorwellenabschnitt einem starken Wärmeeintrag ausgesetzt, der der Eintrittsöffnung für das heiße Arbeitsgas gegenüber liegt. Insofern wird die maximal zulässige Eintrittstemperatur des heißen Arbeitsgases unter anderem durch die Festigkeitskennwerte der Rotorwelle im Einströmbereich begrenzt.

[0004] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, dass der Anwendungsbereich eines Rotors hinsichtlich des Rotorwellenwerkstoffes durch eine entsprechende Auslegung der Eintrittsstufe als Schwachreaktionsstufe besser ausgenutzt werden kann. So ist es zum Beispiel aus dem Stand der Technik bekannt, mit einer so genannten Drallkühlung die Temperatur an der Rotorwellenoberfläche zu reduzieren, was es ermöglicht, die Rotorwelle auch hinsichtlich höherer Eintrittstemperaturen einzusetzen.

[0005] Obgleich sich die Drallkühlung in der Praxis bewährt hat, besteht nach wie vor Verbesserungsbedarf.

[0006] Hierzu relevanter Stand der Technik zeigt z.B. das Dokument EP-A-1 452 688.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, einen Rotor einer Strömungsmaschine zu schaffen, der bei gleichzeitig einfachem Aufbau innerhalb eines erweiterten Anwendungsspektrums Verwendung finden kann. Darüber hinaus soll mit der Erfindung ein Verfahren zur partiellen Kühlung einer Rotorwelle eines Rotors vorgeschlagen werden.

[0008] Vorrichtungsseitig wird zur Lösung dieser Aufgabe eine Dampfturbine vorgeschlagen, wie im Anspruch 1 angegeben.

[0009] Verfahrensseitig wird zur Lösung der vorstehenden Aufgabe vorgeschlagen ein Verfahren zur partiellen Kühlung einer Rotorwelle eines Rotors einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Dampf- und/oder Gasturbine, wie im Anspruch 9 angegeben.

[0010] Der erfindungsgemäße Rotor zeichnet sich durch eine Rotorwelle aus, die eine radial umlaufende, einen Hohlraum bereitstellende Nut aufweist. Diese Nut ist im besonders beaufschlagten Rotorwellenbereich ausgebildet, das heißt im Bereich der Rotorwelle, der der Eintrittsöffnung für das heiße Arbeitsgas gegenüber liegt. In den von der Nut bereitgestellten Hohlraum wird zum Zwecke der partiellen Kühlung der Rotorwelle in diesem Bereich ein Kühlmedium eingeleitet. Zu diesem Zwecke ist der von der Nut bereitgestellte Hohlraum einerseits an eine Kühlmittelzuführungsleitung und andererseits an eine Kühlmittelabführungsleitung strömungstechnisch abgeschlossen. Dabei versteht es sich von selbst, das je nach konstruktiver Ausgestaltung des Rotors bzw. der Rotorwelle sowohl mehrere Kühlmittelzuführungsleitungen als auch mehrere Kühlmittelabführungsleitungen vorgehen sein können.

[0011] Die Kühlmittelzuführungsleitung und die Kühlmittelabführungsleitung sind umfangsseitig der Rotorwelle versetzt zueinander angeordnet, beispielsweise um 180° versetzt. Hierdurch wird sichergestellt, dass das über die Kühlmittelzuführungsleitung in den von der Nut bereitgestellten Hohlraum eingeführte Kühlmedium die radialumlaufende Nut vollständig durchströmt, bevor es zur Kühlmittelabführungsleitung gelangt und über diese abgeführt wird.

[0012] Aus fertigungstechnischen Gründen ist die in der Rotorwelle ausgebildete Nut vorzugsweise einseitig offen ausgebildet. Dies erlaubt die einfache Ausbildung der Nut beispielsweise mittels einer spanenden Fertigung.

[0013] Die offene Seite der Nut ist vorzugsweise mittels einer Abdeckeinrichtung verschlossen, wodurch ein zur umgebenden Atmosphäre abgeschlossener Hohlraum entsteht. Für eine fluiddichte Ausbildung des von der Nut bereitgestellten Hohlraums wird gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgeschlagen, dass die Abdeckeinrichtung mittels einer Dichtung gegenüber der durch den Rotor geführten Hauptströmung abgedichtet ist. Dabei ist die Dichtung vorzugsweise als berührungslose Dichtung ausgebildet, was eine hinreichend lange Lebensdauer derselben gewährleistet.

[0014] Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Abdeckeinrichtung ein die offene Seite der radialumlaufenden Nut verschließender Ring ist. Diese Ausgestaltung der Abdeckeinrichtung hat sich insbesondere aus fertigungstechnischen Gründen als vorteilhaft herausgestellt. Auch die Montage einer solch ausgebildeten Abdeckeinrichtung ist besonders einfach. Gleichwohl versteht es sich von selbst, dass die Abdeckeinrichtung auch in anderer Weise denn dann ringförmig ausgebildet sein kann.

[0015] Das Kühlmittel ist vorzugsweise ein aus der durch den Rotor geführten Hauptströmung entnommenes Fluid. Zu diesem Zweck wird der durch den Rotor geführten Hauptströmung stromabwärts ein Teilstrom entnommen, der vorzugsweise über den an den Rotor angrenzenden Stator zurückgeführt und über die Zufüh-

rungsleitung in den von der in der Rotorwelle ausgebildeten Nut bereitgestellten Hohlraum eingeführt wird. Dabei wird die Entnahmestelle für den Teilstrom so gewählt, dass der aus dem Arbeitsgas abgezweigte Teilstrom eine deutlich geringere Temperatur aufweist als das über den Eintritt in den Rotor eingeleitete Arbeitsgas. Infolge dieses Temperaturunterschiedes zwischen zurückgeführtem Teilstrom einerseits und heißem Arbeitsgas andererseits kommt es zu einer partiellen Kühlung der Rotorwelle im Einführbereich des heißen Arbeitsgases. Der in den von der Nut bereitgestellten Hohlraum eingeführte Teilstrom wird zumindest nach einem teilweisen Durchströmen des von der Nut bereitgestellten Hohlraums der durch den Rotor geführten Hauptströmung wieder zugeführt, und zwar über die Kühlmittelabführleitung. Infolge des Abkühlvorganges erwärmt sich der abgezweigte und durch den von der Nut bereitgestellten Hohlraum geführte Teilstrom, weshalb die Abgabestelle zur Überführung des Teilstroms zurück in den Hauptstrom so gewählt werden sollte, dass das Arbeitsgas in der Hauptströmung im Bereich der Abgabestelle in etwa dieselbe Temperatur aufweist, wie das in die Hauptströmung zurückgeführte Gas der Teilströmung.

[0016] Mit dem erfindungsgemäßen Rotor bzw. dem erfindungsgemäßen Verfahren wird in vorteilhafter Weise ein geschlossenes Kühlsystem vorgeschlagen. Das Kühlmittel wird nicht durch externe Rohrleitungen eingeleitet, sondern ausschließlich aus der durch den Rotor geführten Hauptströmung gewonnen. Dabei sind die thermodynamischen Verluste aufgrund des aus der Hauptströmung entnommenen Kühlmittels begrenzt, da das infolge einer Kühlung der Rotorwelle aufgeheizte Kühlmittel stromab der Entnahmestelle der Beschauflung wieder zugeführt wird.

[0017] Der durch die Einleitung des heißen Arbeitsgases in den Rotor im besonderen wärmebeanspruchten Bereich der Rotorwelle wird erfindungsgemäß partiell gekühlt, wodurch eine intensive lokale Kühlung des Einströmbereiches der Rotorwelle erzielt wird. Dazu wird der besonders beaufschlagte Rotorwellenbereich mit einer Nut und einem Abdeckring versehen, der zur Hauptströmung mittels einer berührungslosen Dichtung abgedichtet ist. Als Kühlmittel dient ein Fluidstrom, der dem durch den Rotor geführten Arbeitsgasstrom entnommen ist. Dieser Fluid- oder Teilstrom wird durch eine oder mehrere Leitungen oder auch durch hohle oder mit entsprechend ausgebildeten Bohrungen versehenen Laufschaufeln der Rotorwelle an einer bestimmten Umfangsposition der in der Rotorwelle ausgebildeten Nut zugeführt und über eine oder mehrere Leitungen an anderer Umfangsposition abgeleitet und der Beschauflung stromab wieder zugeführt. Die Intensität der Kühlung kann dabei über die Auslegung der Dichtung und die Lage der Kühlmittelentnahmestelle bzw. der Kühlmittelzugabestelle eingestellt werden. Bei Dampfturbinen bietet sich zudem die Entnahme aus den Anzapfungen an.

[0018] Als Folge der intensiven lokalen Kühlung der Rotorwelle im Einströmbereich des heißen Arbeitsgases

unterliegt die Rotorwelle in diesem Bereich weniger stark thermischen Belastungen. Dies führt in vorteilhafter Weise dazu, dass die Strömungsmaschine mit einem insgesamt heißeren Arbeitsgas betrieben werden kann, wodurch der Anwendungsbereich, das heißt das Anwendungsspektrum erweitert ist. Zudem besticht der erfindungsgemäße Rotor durch seinen insgesamt einfachen Aufbau.

[0019] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung anhand der einzigen Figur 1, die in schematischer Schnittdarstellung den erfindungsgemäßen Rotor samt Stator zeigt.

[0020] Fig. 1 zeigt den erfindungsgemäßen Rotor 1 samt Stator 2. Der Rotor 1 verfügt über eine Rotorwelle 3, die außenumfangsseitig Laufschaufeln 4 trägt. Die Rotorwelle 3 ist in an sich bekannter Weise um die Rotorwellenachse drehbar gelagert.

[0021] Das in den Rotor 1 einströmende heiße Arbeitsgas gelangt über den Eintritt 5 in den Rotor 1. In der Ausgestaltungsform nach Fig. 1 ist der Rotor 1 zweiflutig ausgebildet, das heißt, das über den Eintritt 5 in den Rotor 1 gelangende heiße Arbeitsgas teilt sich mit Bezug auf die Zeichnungsebene nach Fig. 1 in einen Hauptstrom 7 nach links und in einen Hauptstrom 7 nach rechts. Nach einem Durchströmen des Rotors 1 wird das Arbeitsgas über die Austritte 6 abgeführt.

[0022] Die Rotorwelle 3 des erfindungsgemäßen Rotors 1 verfügt im Eintrittsbereich des heißen Arbeitsgases über eine radial umlaufende Nut 12. Diese Nut 12 ist einseitig offen ausgebildet, und zwar statorseitig. Diese offene Seite der Nut 12 ist durch eine Abdeckeinrichtung 14, die ringförmig ausgebildet ist, verschlossen. Diese ringförmig ausgebildete Abdeckeinrichtung ist zur Hauptströmung 7 mittels einer berührungslosen Dichtung 15 abgedichtet, so dass der von der Nut 12 bereitgestellte Hohlraum 13 zur umgebenden Atmosphäre vollständig abgedichtet ist.

[0023] Zur Kühlung der Rotorwelle 3 im Eintrittsbereich des heißen Arbeitsgases wird in den von der Nut 12 bereitgestellten Hohlraum 13 ein Kühlmittel eingeführt. Zu diesem Zweck ist der von der Nut 12 bereitgestellte Hohlraum 13 sowohl an eine Kühlmittelzuführungsleitung 10 als auch an eine Kühlmittelabführungsleitung 11 strömungstechnisch angeschlossen.

[0024] Als Kühlmittel dient ein aus dem Hauptstrom 7 abgezweigter Teilstrom 9. In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist der dem Hohlraum 13 über die Kühlmittelzuführungsleitung 10 zugeführte Teilstrom mit dem Bezugszeichen 9a gekennzeichnet. Der aus dem Hohlraum 13 über die Kühlmittelabführungsleitung 11 abgeführte Teilstrom trägt das Bezugszeichen 9b.

[0025] Der dem Hohlraum 13 zuzuführende Teilstrom 9a wird dem Hauptstrom 7 an der Entnahmestelle 16 entnommen. An dieser Stelle befindet sich eine im Stator 2 ausgebildete Bohrung 8, über die der Teilstrom 9a abgeführt und der Kühlmittelzuführungsleitung 10 zwecks Beschickung des Hohlraums 13 zugeführt wird. Nach ei-

nem zumindest teilweisen Durchströmen des Hohlraums 13 gelangt der infolge der Rotorwellenabkühlung aufgeheizte Teilstrom 9b über die Kühlmittelabführungsleitung 11 zurück in die Hauptströmung 7. Zu diesem Zweck verfügt der Stator 2 an der Abgabestelle 17 über eine weitere Bohrung 8, über die der zurückgeführte Teilstrom 9b zurück in die Hauptströmung 7 gelangen kann.

[0026] Die Temperatur des an der Entnahmestelle 16 vorbeigeführten Arbeitsgases ist im Vergleich zur Temperatur des über den Eintritt 5 in den Rotor 1 gelangende Arbeitsgas so weit erniedrigt, dass durch den hieraus abzweigenden und zum Hohlraum 13 geführten Teilstroms eine partielle Kühlung der Rotorwelle 3 im mit heißem Arbeitsgas beaufschlagten Rotorwellenbereich erzielt werden kann.

Patentansprüche

1. Dampfturbine umfassend ein Gehäuse (2a, 2b), eine drehbar gelagerte Rotorwelle (3) und einen zwischen dem Gehäuse (2a, 2b) und der Rotorwelle (3) ausgebildeten Strömungskanal, wobei die Rotorwelle (3) eine radial umlaufende, einen Hohlraum (13) bereitstellende Nut (12) aufweist, wobei die Nut (12) mit einer Abdeckeinrichtung (14) versehen ist, die den Strömungskanal von der Nut (12) trennt, wobei die Nut (12) zum Zwecke der Zu- und Abführung eines Kühlmittels einerseits an eine Kühlmittelzuführungsleitung (10) und andererseits an eine Kühlmittelabführungsleitung (11) strömungstechnisch angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdeckeinrichtung (14) mit Bohrungen oder hohl ausgeführte Leitschaukeln zum Zu- und Abführen des Kühlmittels ausgebildet ist, wobei die Kühlmittelzuführungsleitung (10) und die Kühlmittelabführungsleitung (11) umfangsseitig der Rotorwelle (3) versetzt zueinander angeordnet sind.
2. Dampfturbine nach Anspruch 1, bei der die Abdeckeinrichtung (14) mit Bohrungen oder Leitungen zum Zu- und Abführen des Kühlmittels ausgebildet ist.
3. Dampfturbine nach Anspruch 1, bei der die Versetzung im Wesentlichen 180° beträgt.
4. Dampfturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abdeckeinrichtung (14) mittels einer Dichtung (15) gegenüber der Nut (12) abgedichtet ist.
5. Dampfturbine nach Anspruch 4, wobei die Dichtung (15) eine berührungslose Dichtung ist.

6. Dampfturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei im Gehäuse (2a) eine Zuführbohrung (8) ausgeführt ist, die den Strömungskanal mit der Zuführung strömungstechnisch verbindet.
7. Dampfturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei im Gehäuse (2a) eine Abführbohrung ausgeführt ist, die den Strömungskanal mit der Abführung strömungstechnisch verbindet.
8. Dampfturbine nach einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei das Fühlmittel ein aus der durch den Rotor (1) geführten Hauptströmung (7) entnommenes Fluid ist.
9. Verfahren zur partiellen Kühlung einer Rotorwelle (3) eines Rotors (1) einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Dampf- und/oder Gasturbine, bei dem der durch den Rotor (1) geführten Hauptströmung (7) ein Teilstrom (9) entnommen wird, bei dem der Teilstrom (9) zum Zwecke der Rotorwellenkühlung in eine an der Rotorwelle (3) radial umlaufend ausgebildete und einen Hohlraum (13) bereitstellende Nut (12) eingeleitet wird, bei dem der Teilstrom (9) durch den von der Nut (12) bereitgestellten Hohlraum (13) geführt wird und bei dem der Teilstrom (9) nach einem zumindest teilweisen Durchströmen des von der Nut (12) bereitgestellten Hohlraums (13) der durch den Rotor (1) geführten Hauptströmung (7) wieder zugeführt wird, wobei der Teilstrom umfangsseitig den Rotorwelle versetzt zueinander in die Nut eingeleitet bzw. aus der Nut abgeführt wird.

Claims

1. Steam turbine comprising a housing (2a, 2b), a rotatably mounted rotor shaft (3) and a flow duct formed between the housing (2a, 2b) and the rotor shaft (3), wherein the rotor shaft (3) has a groove (12) which runs radially around it and which defines a void (13), wherein the groove (12) is provided with a covering device (14) which separates the flow duct from the groove (12), wherein, for the purpose of supplying and discharging a coolant, the groove (12) is fluidically connected on one hand to a coolant supply line (10) and on the other hand to a coolant discharge line (11), **characterized in that** the covering device (14) is formed with bores or hollow guide vanes for supplying and discharging the coolant, wherein the coolant supply line (10) and the coolant discharge line (11) are arranged offset with respect to each other on the circumference of the rotor shaft (3).

2. Steam turbine according to Claim 1, in which the covering device (14) is formed with bores or lines for supplying and discharging the coolant.
3. Steam turbine according to Claim 1, in which the offset is approximately 180°.
4. Steam turbine according to one of the preceding claims, wherein the covering device (14) is sealed with respect to the groove (12) by means of a seal (15).
5. Steam turbine according to Claim 4, wherein the seal (15) is a contactless seal.
6. Steam turbine according to one of the preceding claims, wherein a supply bore (8) is created in the housing (2a), which bore fluidically connects the flow duct to the supply.
7. Steam turbine according to one of the preceding claims, wherein a discharge bore is created in the housing (2a), which bore fluidically connects the flow duct to the discharge.
8. Steam turbine according to either of Claims 6 and 7, wherein the coolant is a fluid taken from the main flow (7) conducted through the rotor (1).
9. Method for partially cooling a rotor shaft (3) of a rotor (1) of a turbomachine, in particular a steam turbine and/or gas turbine, in which a partial flow (9) is taken from the main flow (7) conducted through the rotor (1), in which, for the purpose of cooling the rotor shaft, the partial flow (9) is conducted into a groove (12) which runs radially around the rotor shaft (3) and which defines a void (13), in which the partial flow (9) is conducted through the void (13) defined by the groove (12) and in which, after the partial flow (9) has at least partially passed through the void (13) defined by the groove (12), it is fed back into the main flow (7) conducted through the rotor (1), wherein the partial flow is respectively conducted into and discharged from the groove offset on the circumference of the rotor shaft.

Revendications

1. Turbine à vapeur comprenant un carter (2a, 2b), un arbre (3) rotorique monté tournant et un canal d'écoulement constitué entre le carter (2a, 2b) et l'arbre (3) rotorique, dans lequel l'arbre (3) rotorique a une rainure (12)

faisant le tour radialement et ménageant une cavité (13), dans laquelle la rainure (12) est pourvue d'un dispositif (14) de recouvrement, qui sépare le canal d'écoulement de la rainure (12), dans laquelle la rainure (12) est, en vue de l'apport et de l'évacuation d'un fluide de refroidissement, raccordée fluidiquement d'une part à un conduit (10) d'apport de fluide de refroidissement et d'autre part à un conduit (11) d'évacuation de fluide de refroidissement,

caractérisée en ce que

le dispositif (14) de recouvrement est, pour l'apport et l'évacuation du fluide de refroidissement, constitué de trous ou d'aubes directrices réalisées creuses,

dans laquelle le conduit (10) d'apport de fluide de refroidissement et le conduit (11) d'évacuation de fluide de refroidissement sont disposés du côté du pourtour de l'arbre (3) rotorique en étant décalés l'un par rapport à l'autre.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2. Turbine à vapeur suivant la revendication 1, dans laquelle le dispositif (14) de recouvrement est, pour l'apport et l'évacuation du fluide de refroidissement, constitué de trous ou de conduits.
3. Turbine à vapeur suivant la revendication 1, dans laquelle le décalage est sensiblement de 180°.
4. Turbine à vapeur suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle le dispositif (14) de recouvrement est rendu étanche par rapport à la rainure (12) au moyen d'une étanchéité (15).
5. Turbine à vapeur suivant la revendication 4, dans laquelle l'étanchéité (15) est une étanchéité sans contact.
6. Turbine à vapeur suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle dans la carcasse (2a) est réalisé un trou (8) d'apport, qui met le canal d'écoulement en communication fluidiquement avec le conduit d'apport.
7. Turbine à vapeur suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle dans la carcasse (2a) est réalisé un trou d'évacuation, qui met le canal d'écoulement en communication fluidiquement avec le conduit d'évacuation.
8. Turbine à vapeur suivant l'une des revendications 6 ou 7, dans laquelle le fluide de refroidissement est un fluide prélevé du courant (7) principal passant dans le rotor (1).
9. Procédé de refroidissement partiel d'un arbre (3) rotorique d'un rotor (1) d'une turbomachine, notamment d'une turbine à vapeur et/ou à gaz,

dans lequel on prélève un courant (9) partiel du courant (7) principal passant dans le rotor (1), dans lequel on envoie le courant (9) partiel afin de refroidir l'arbre rotorique dans une rainure (12) constituée de manière à faire le tour radialement de l'arbre (3) rotorique et à ménager une cavité (13), dans laquelle on fait passer le courant (9) partiel dans la cavité (13) ménagée par la rainure (12) et dans laquelle on envoie à nouveau le courant (9) partiel, après qu'il a passé au moins en partie dans la cavité (13) ménagée par la rainure (12), dans le courant (7) principal passant dans le rotor (1), dans lequel le courant partiel est introduit dans la rainure et en est évacué avec un décalage respectif du côté du pourtour de l'arbre rotorique.

5

10

15

20

25

30

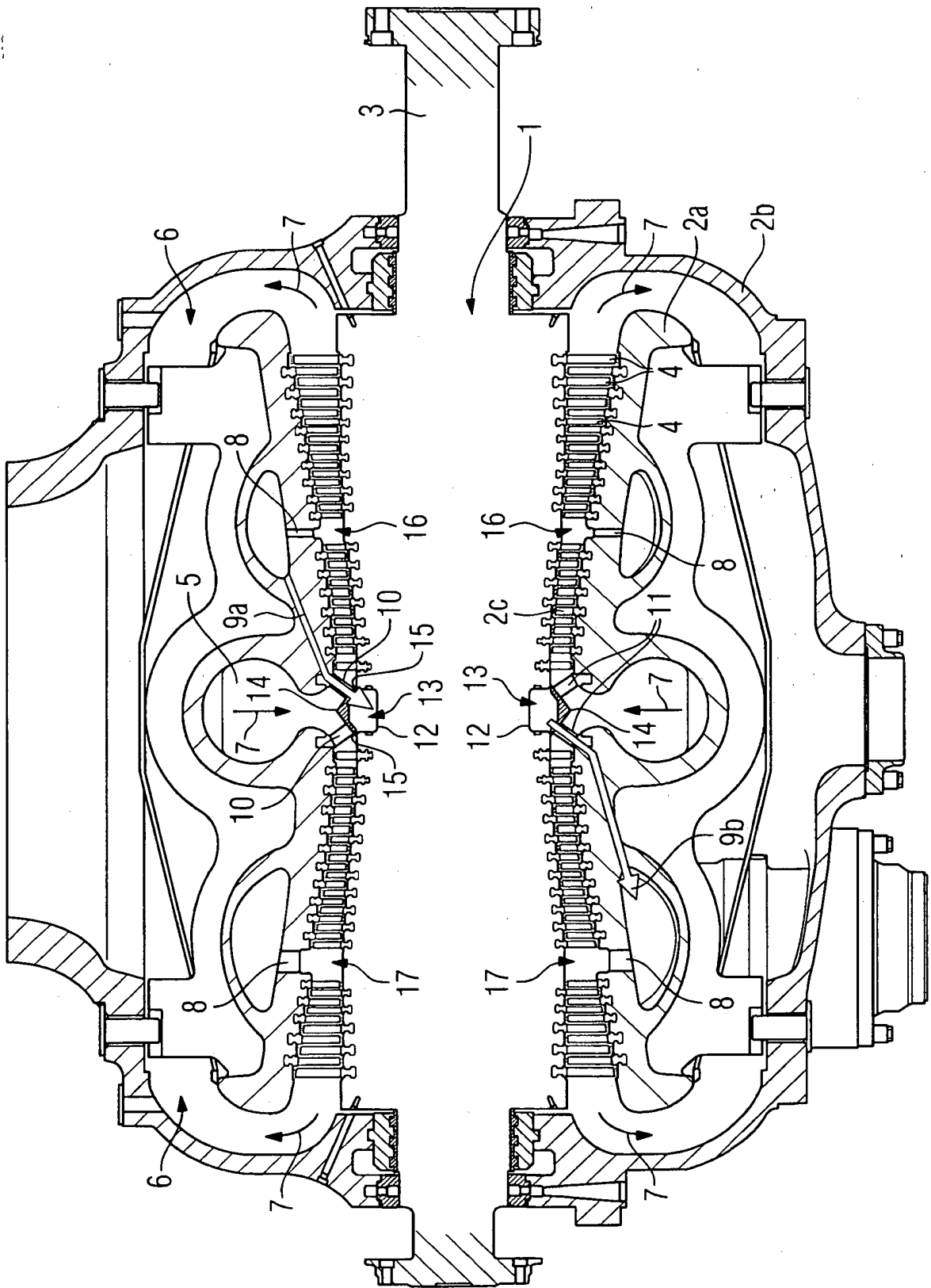
35

40

45

50

55



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 1452688 A [0006]