



(11)

EP 1 735 525 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.07.2007 Patentblatt 2007/29

(51) Int Cl.:
F01D 5/28 (2006.01) F01D 25/26 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05701171.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/000710

(22) Anmeldetag: **25.01.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/073517 (11.08.2005 Gazette 2005/32)

(54) **Dampfturbine**

Steam turbine

Turbine à vapeur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES GB LI LT PL

(30) Priorität: **30.01.2004 EP 04002157**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.12.2006 Patentblatt 2006/52

(73) Patentinhaber: **SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **THAMM, Norbert
45133 Essen (DE)**
• **ULMA, Andreas
45481 Mülheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 759 499 EP-A- 0 767 250
EP-A- 0 831 203 US-A1- 2001 021 346
US-B1- 6 224 334

EP 1 735 525 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Dampfturbine mit einem Innengehäuse und einer drehbar gelagerten Turbinenwelle.

[0002] Unter einer Dampfturbine im Sinne der vorliegenden Anmeldung wird jede Turbine oder Teilturbine verstanden, die von einem Arbeitsmedium in Form von Dampf durchströmt wird. Im Unterschied dazu werden Gasturbinen mit Gas und/oder Luft als Arbeitsmedium durchströmt, das jedoch völlig anderen Temperatur- und Druckbedingungen unterliegt als der Dampf bei einer Dampfturbine. Im Gegensatz zu Gasturbinen weist bei Dampfturbinen z. B. das einer Teilturbine zuströmende Arbeitsmedium mit der höchsten Temperatur gleichzeitig den höchsten Druck auf. Eine Dampfturbine umfasst üblicherweise eine mit Schaufeln besetzte drehbar gelagerte Turbinenwelle, die innerhalb eines Innengehäuses angeordnet ist. Bei Durchströmung des vom Innengehäuse gebildeten Innenraums des Strömungsraums mit erhitztem und unter Druck stehendem Dampf wird die Turbinenwelle über die Schaufel durch den Dampf in Drehung versetzt.

[0003] Die Schaufeln der Turbinenwelle werden auch als Laufschaufeln bezeichnet. Am Innengehäuse sind darüber hinaus üblicherweise Leitschaufeln aufgehängt, welche in die Zwischenräume der Laufschaufeln greifen. Das Innengehäuse kann man auch als Gehäusemantel bezeichnen. Eine Leitschaufel ist üblicherweise an einer ersten Stelle entlang einer Innenseite des Dampfturbinengehäuses gehalten. Dabei ist sie üblicherweise Teil eines Leitschaufelkranzes, welcher eine Anzahl von Leitschaufeln umfasst, die entlang eines Innenumfanges des Innengehäuses angeordnet sind. Dabei weist jede Leitschaufel mit ihrem Schaufelblatt radial nach innen.

[0004] Dampfturbinen oder Dampfteilturbinen können in Hochdruck-, Mitteldruck- oder Niederdruck-Teilturbinen eingeteilt werden. Die Eingangstemperaturen und Eingangsdrücke bei Hochdruck-Teilturbinen können 600°C bzw. 300 bar betragen.

[0005] Es sind eingehäusige Dampfturbinen bekannt, die eine Kombination aus einer Hochdruck- und einer Mitteldruckdampfturbine darstellen. Diese Dampfturbinen sind gekennzeichnet durch ein gemeinsames Gehäuse und eine gemeinsame Turbinenwelle und werden auch als Kompakt-Teilturbinen bezeichnet.

[0006] Bei Dampfturbinen für höhere Dampfzustände wird üblicherweise ein Material aus hochchromhaltigem Werkstoff eingesetzt. Der hochchromhaltige Werkstoff ist üblicherweise ein Chromstahl mit 9 bis 12 Gew.% Chromanteil. Bisher wurde als Material für das Innengehäuse der gleiche Werkstoff eingesetzt, der auch für die Turbinenwelle eingesetzt wird. Dies wurde mit notwendigerweise gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten für die Welle und das Gehäuse begründet. Der Einsatz des hochchromhaltigen Werkstoffes für die Turbinenwelle und das Innengehäuse führt zu kostenintensiven Ausführungsformen einer Dampfturbine.

[0007] Eine Dampfturbine gemäß dem Stand der Technik ist aus EP 0 759 499 bekannt. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Dampfturbine, mit einem Innengehäuse und einer drehbar gelagerten Turbinenwelle anzugeben, die fertigungsorientiert einfacher ausgeführt werden kann.

[0008] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Dampfturbine gemäß Anspruch 1, mit einem Innengehäuse und einer drehbar gelagerten Turbinenwelle, wobei das Innengehäuse und die Turbinenwelle aus unterschiedlichen Materialien hergestellt sind, wobei das Innengehäuse aus einem Material mit geringer Warmfestigkeit hergestellt ist, als das Material, aus dem die Turbinenwelle hergestellt ist, wobei die Turbinenwelle aus einem Chromstahl mit 9 bis 12 Gew.% Chrom und das Innengehäuse aus einem Chromgestell mit 1 bis 2 Gew.% Chrom hergestellt ist.

[0009] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass der Einsatz von gleichen hochchromhaltigen Werkstoffen sowohl für die Turbinenwelle als auch für das Innengehäuse nicht notwendig ist. Es wurde überraschenderweise festgestellt, dass die Wärmeausdehnung für hohe Dampfzustände bei den eingesetzten Massen für die Turbinenwelle und des Innengehäuses geringer sind als eine vorgegebene Toleranzgrenze.

[0010] Bisher wurde bei der Fertigung von Strömungsmaschinen, insbesondere Dampfturbinen, gleichartige Werkstoffe für die Turbinenwelle als auch für das Innengehäuse eingesetzt. Um eine Dampfturbine schnell zu fertigen, müssen die Materialien für das Innengehäuse und für die Turbinenwelle zeitnah verfügbar sind. Durch den erfindungsgemäßen Vorschlag, unterschiedliche Materialien für das Innengehäuse und die Turbinenwelle einzusetzen ist es möglich, eine Dampfturbine fertigungsorientiert einfacher auszubilden.

[0011] Durch den Einsatz von einem Material für das Innengehäuse mit geringerer Warmfestigkeit als das Material für die Turbinenwelle ist es möglich, eine Dampfturbine kostengünstiger auszubilden, da Material mit hoher Warmfestigkeit üblicherweise teurer ist als Material mit geringerer Warmfestigkeit.

[0012] Darüber hinaus wird die Möglichkeit geschaffen, für das Innengehäuse ein Material einzusetzen, das gegenüber dem Material, das für die Turbinenwelle eingesetzt wird, eine geringere Warmfestigkeit besitzt. Außerdem kann das Material, das für das Innengehäuse eingesetzt wird, eine höhere mechanische Festigkeit besitzen.

Mit Warmfestigkeit wird eine zulässige Spannungsbeanspruchung bei hohen Temperaturen verstanden.

[0013] Ein Chromstahl mit 9 bis 12 Gew.% Chrom besitzt eine hohe Warmfestigkeit, die besonders beim Einsatz für Turbinenwellen bei hohen Dampfzuständen notwendig ist. Ein Chromstahl mit 1 bis 2 Gew.% Chrom besitzt zwar eine geringere Warmfestigkeit als der Chromstahl mit 9 bis 12 Gew.% Chrom, dafür aber eine höhere, mechanische Festigkeit. Daher ist ein Chromstahl mit 1 bis 2 Gew.% Chrom sehr gut in Umgebungen

mit geringeren thermischen Belastungen geeignet. Insbesondere ist dieser Chromstahl für Innengehäuse in Dampfturbinen mit hohen Dampfzuständen geeignet.

[0014] Das Innengehäuse und die Turbinenwelle weisen zumindest teilweise Bereiche auf, die zum Einsatz bei Temperaturen über 550°C ausgebildet sind.

[0015] Der Einsatz von verschiedenen Materialien für das Innengehäuse und für die Turbinenwelle ist besonders geeignet in Dampfturbinen, Hochdruck-Teilturbinen, Mitteldruck-Teilturbinen, kombinierten Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbinen oder kombinierten Mitteldruck- und Niederdruck-Teilturbinen. Ebenso können die verschiedenen Materialien in Pumpen, Verdichtern, Gasturbinen oder Kompressoren eingesetzt werden.

[0016] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. Dabei haben mit denselben Bezugszeichen versehene Komponenten die gleiche Funktionsweise.

[0017] Die einzige Zeichnungsfigur zeigt im Einzelnen:

ein Schnittbild durch eine Kompakt-Teilturbine.

[0018] In der Figur ist ein Schnittbild einer Kompakt-Dampfturbine 1 dargestellt. Die Kompakt-Dampfturbine 1 weist ein Außengehäuse 2 auf, in dem eine Turbinenwelle 3 um eine Rotationsachse 4 drehbar gelagert ist. Die Kompakt-Dampfturbine 1 weist ein Innengehäuse 5 mit einem Hochdruckteil 6 und einem Mitteldruckteil 7 auf. Im Hochdruckteil 6 sind verschiedene Leitschaufeln 8 angebracht.

[0019] Im Mitteldruckteil 7 ist ebenso eine Anzahl von Leitschaufeln 9 angebracht. Die Turbinenwelle 3 ist mittels Lagern 10, 11 drehbar gelagert. Das Innengehäuse 5 ist mit dem Außengehäuse 2 verbunden.

[0020] Die Dampfturbine 1 weist einen Hochdruckabschnitt 12 und einen Mitteldruckabschnitt 13 auf. Im Hochdruckabschnitt 12 sind Laufschaufeln 14 angebracht. Im Mitteldruckabschnitt 13 sind ebenso Laufschaufeln 15 angebracht.

[0021] Frischdampf mit Temperaturen von über 550°C und einem Druck von über 250 bar strömt in einen Einströmbereich 16. Der Frischdampf durchströmt die einzelnen Leitschaufeln 8 und Laufschaufeln 14 im Hochdruckteil 12 und wird hierbei entspannt und abgekühlt. Zumindest in diesem Bereich sollte das Innengehäuse 5 und die Turbinenwelle 3 für Temperaturen über 550°C ausgebildet sein. Hierbei wird die thermische Energie des Frischdampfes in Rotationsenergie der Turbinenwelle 3 umgewandelt. Die Turbinenwelle 3 wird dadurch in eine um die Rotationsachse 4 dargestellte Richtung in Drehung versetzt.

[0022] Nach der Durchströmung des Hochdruckteils strömt der Dampf aus einem Ausströmbereich 17 in einen nicht näher dargestellten Zwischenüberhitzer und wird dort auf eine höhere Temperatur und auf einen höheren Druck gebracht. Dieser erhitzte Dampf strömt anschließend über nicht näher dargestellte Leitungen in ei-

nen Mitteldruckeinströmbereich 18 in die Kompakt-Dampfturbine 1 ein. Der im Zwischenüberhitzer erhitzte Dampf strömt hierbei an den Laufschaufeln 15 und Leitschaufeln 9 vorbei und wird hierdurch entspannt und abgekühlt. Die Umwandlung der inneren Energie des zwischenüberhitzten Dampfes in eine kinetische Energie bewirkt eine Rotation der Turbinenwelle 3. Der im Mitteldruckteil 7 ausströmende und entspannte Dampf strömt aus einem Ausströmbereich 19 aus der Kompakt-Dampfturbine 1. Dieser ausströmende und entspannte Dampf kann in nicht näher dargestellten Niederdruck-Teilturbinen eingesetzt werden.

[0023] Die Turbinenwelle 3 ist in einem Lagerbereich 23 mit dem Außengehäuse 5 gelagert. Die Laufschaufeln 14, 15 sind nicht näher dargestellt. Der Frischdampf trifft zunächst auf den mittleren Bereich 16 der Turbinenwelle 3 und entspannt sich im Hochdruckteil 6. Der Frischdampf kühlt sich hierbei ab. Nach dem Zwischenüberhitzer strömt der aus dem Hochdruckteil entspannte Dampf mit einer hohen Temperatur wieder in den mittleren Bereich 20. Der zwischenüberhitzte Dampf strömt zunächst an der Stelle des Mitteldruck-Einströmbereichs 18 auf die Turbinenwelle 3 und entspannt sich und kühlt sich in Richtung des Mitteldruckteils 7 ab. Der im Mitteldruckteil 7 entspannte und abgekühlte Dampf strömt dann anschließend aus der Kompakt-Teilturbine 1. Die Turbinenwelle 3 weist ein hochwarmfestes Material auf. Das hochwarmfeste Material ist ein Chromstahl mit 9 bis 12 Gew. % Chromanteil. Das Innengehäuse 5 wird aus einem unterschiedlichen Material hergestellt. Insbesondere wird das Innengehäuse 5 aus einem Material mit geringerer Warmfestigkeit hergestellt als das Material aus dem die Turbinenwelle 3 hergestellt ist.

[0024] Das Innengehäuse wird insbesondere aus einem Chromstahl mit 1 bis 2 Gew.% Chrom hergestellt.

[0025] Unterschiedliche Materialien können für die Turbinenwelle 3 und für das Innengehäuse 5 in Hochdruck-Teilturbinen, in Mitteldruck-Teilturbinen, kombinierten Hochdruck- und Mitteldruck-Teilturbinen oder kombinierten Mitteldruck- und Niederdruck-Teilturbinen, Pumpen, Verdichtern, Gasturbinen oder Kompressoren eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Dampfturbine (1), die für Frischdampftemperaturen über 550°C geeignet ist, mit einem Innengehäuse (5) und einer drehbar gelagerten Turbinenwelle (3), wobei das Innengehäuse (5) und die Turbinenwelle (3) aus unterschiedlichen Materialien hergestellt sind, wobei das Innengehäuse (5) aus einem Material mit geringerer Warmfestigkeit hergestellt ist, als das Material, aus dem die Turbinenwelle (3) hergestellt ist, wobei die Turbinenwelle (3) aus einem Chromstahl mit 9 bis 12 Gew. % Chrom hergestellt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innengehäuse (5) aus

einem Chromstahl mit 1 bis 2 Gew.% Chrom hergestellt ist.

Claims

5

1. Steam turbine (1), which is suitable for live steam temperatures over 550°C, having an inner casing (5) and a rotatably mounted turbine shaft (3), in which the inner casing (5) and the turbine shaft (3) are made from different materials, the inner casing (5) being made from a material with a lower hot strength than the material from which the turbine shaft (3) is produced, the turbine shaft (3) being produced from a chromium steel containing 9 to 12% by weight chromium, **characterized in that** the inner casing (5) being produced from a chromium steel containing 1 to 2% by weight chromium.

20

Revendications

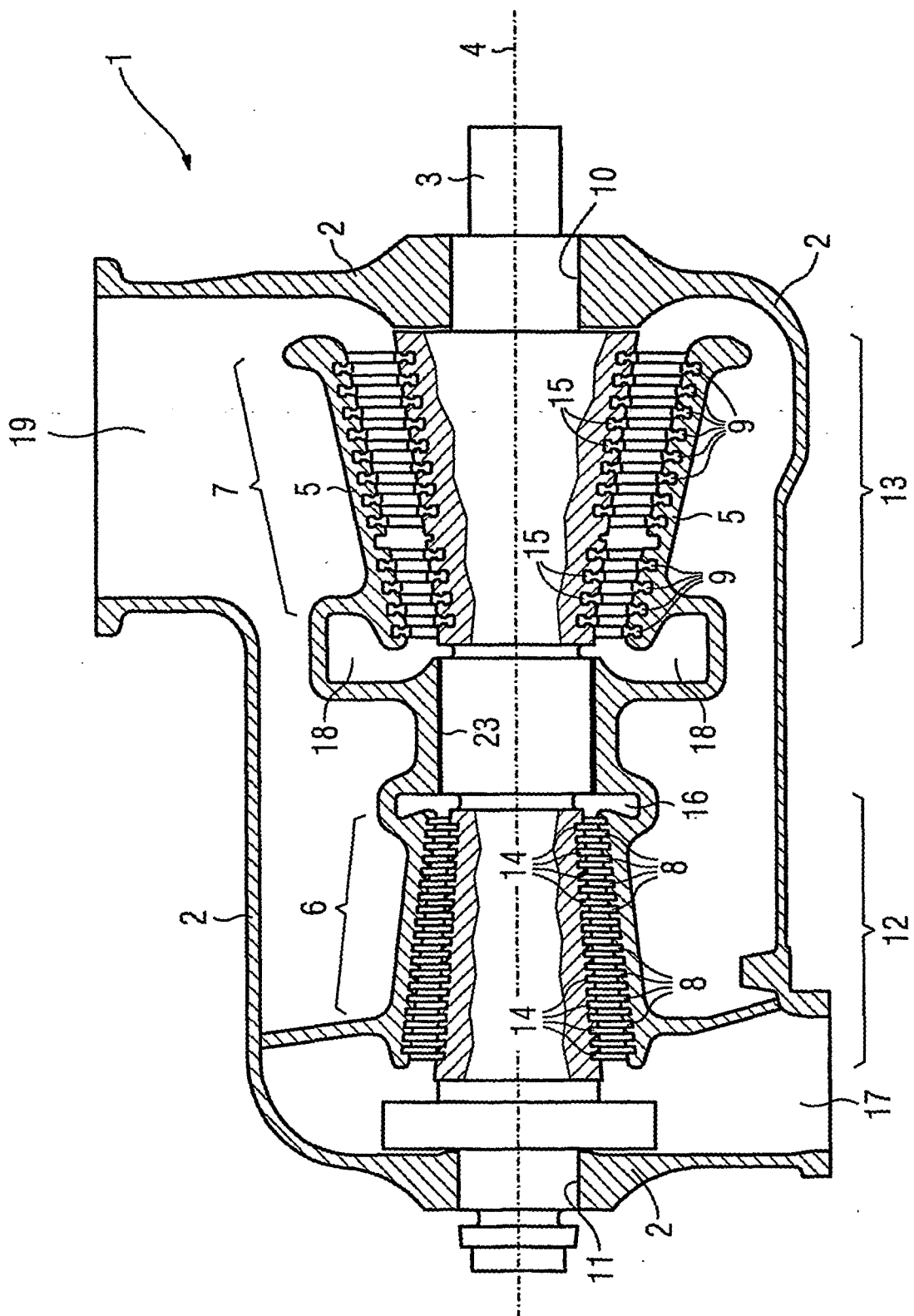
1. Turbine (1) à vapeur, qui est appropriée à des températures de vapeur vive supérieures à 550°C et qui comprend un carter (5) intérieur et un arbre (3) de turbine monté tournant, dans laquelle le carter (5) intérieur et l'arbre (3) de turbine sont fabriqués en des matériaux différents, le carter (5) intérieur étant fabriqué en un matériau ayant une résistance à la chaleur moindre que le matériau dont l'arbre (3) de turbine est fabriqué, dans laquelle l'arbre (3) de turbine est fabriqué en un acier au chrome ayant de 9 à 12 % en poids de chrome, **caractérisée en ce que** le carter (5) intérieur est fabriqué en un acier au chrome ayant de 1 à 2 % en poids de chrome.

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 0759499 A [0007]