



(11) **EP 2 118 445 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.12.2011 Patentblatt 2011/51

(51) Int Cl.:
F01D 5/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08716878.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/051872

(22) Anmeldetag: **15.02.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/110429 (18.09.2008 Gazette 2008/38)

(54) **LÄUFER EINER GASTURBINE**

ROTOR OF A GAS TURBINE

ROTOR D'UNE TURBINE À GAZ

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **12.03.2007 EP 07005079**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.11.2009 Patentblatt 2009/47

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

(72) Erfinder:
• **AHAUS, Guido**
45133 Essen (DE)
• **EHEHALT, Ulrich**
45131 Essen (DE)
• **KOLK, Karsten**
45479 Mülheim A.d. Ruhr (DE)
• **BENKLER, Francois**
40880 Ratingen (DE)

- **HOELL, Harald**
63607 Wächtersbach (DE)
- **LOCH, Walter**
45472 Mülheim An Der Ruhr (DE)
- **NIMPTSCH, Harald**
45136 Essen (DE)
- **SCHNEIDER, Oliver**
46487 Wesel (DE)
- **SCHNEIDER, Peter-Andreas**
48145 Münster (DE)
- **SCHRÖDER, Peter**
45307 Essen (DE)
- **VEITSMAN, Vyacheslav**
45879 Gelsenkirchen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-2007/051443 CH-A- 344 737
DE-A1- 2 034 088 DE-B1- 2 643 886
GB-A- 703 489 GB-A- 749 279
JP-A- 58 070 096 NL-C- 50 163
US-A- 2 579 745 US-A- 2 621 018
US-A- 2 798 383 US-A- 3 680 979
US-A- 3 749 516

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).

EP 2 118 445 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Läufer gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft weiterhin eine thermische Strömungsmaschine mit einem solchen Läufer.

[0002] Zu den thermischen Strömungsmaschinen werden Dampf- und Gasturbinen sowie Rotationsverdichter gezählt. Diese weisen üblicherweise einen von einem feststehenden Gehäuse umgebenen drehbar gelagerten Rotor auf. Die feststehenden Baugruppen einer thermischen Strömungsmaschine werden zusammengefasst auch als Stator bezeichnet. Zwischen dem Rotor und dem Stator ist ein in axialer Richtung der Strömungsmaschine verlaufender Strömungskanal für ein kompressibles Strömungsmedium angeordnet. An dem Rotor sind üblicherweise in den Strömungskanal hineinragende und zu Schaufelgruppen oder Schaufelreihen zusammengefasste Laufschaufeln befestigt. Im Falle einer Kraftmaschine, wie etwa einer Gasturbine, dienen die Laufschaufeln zum Antrieb der Rotorwelle durch Impulsübertrag aus einem heißen und unter Druck stehenden Strömungsmedium. Die thermische Energie des Strömungsmediums wird also bei dessen Entspannung in mechanische Energie umgewandelt, die beispielsweise zum Antrieb eines elektrischen Generators genutzt werden kann.

[0003] Im Falle eines zu den Arbeitsmaschinen zählenden Rotationsverdichters wird umgekehrt die Rotorwelle z. B. durch einen Elektro- oder Verbrennungsmotor oder auf andere Weise angetrieben. Die rotorseitig angeordneten Laufschaufeln dienen dabei zur Komprimierung des im Strömungskanal befindlichen Strömungsmediums, das sich bei diesem Vorgang zugleich erwärmt. Es wird also mechanische Energie in thermische Energie des Strömungsmediums umgewandelt.

[0004] Der Rotor einer Gasturbine, welcher auch als Läufer bezeichnet wird, ist in der Regel einer hohen mechanischen und thermischen Belastung ausgesetzt. Vor allem durch die hohe Temperatur des Arbeitsmediums und die auf den Läufer wirkenden Kräfte während des Betriebes der Gasturbine werden die den Läufer bildenden Rotorkomponenten stark beansprucht. Um trotzdem einerseits die Betriebssicherheit gewährleisten zu können und andererseits die Fertigungskosten des Läufers in akzeptablen Grenzen zu halten, wurden in der Vergangenheit eine Vielzahl von Konstruktionsmöglichkeiten vorgeschlagen.

[0005] Eine vorgeschlagene Ausführungsform des Läufers ist beispielsweise durch dessen Fertigung aus einem Teil realisierbar. Eine derartige Herstellungsmethode ist aber vergleichsweise aufwändig im Fertigungsprozess. Insbesondere ist keine auftragsunabhängige Vorfertigung und auch keine Parallelbearbeitung von Einzelteilen möglich, so dass sich hohe Fertigungsdurchlaufzeiten ergeben. Zudem muss ein größerer axialer Abstand zwischen den benachbarten Laufschaufelringen hingenommen werden, um mit entsprechenden Werk-

zeugen die zur Befestigung der Schaufel notwendigen Konturen herstellen zu können. Diese fertigungsbedingten relativ großen Abstände zwischen den Laufschaufelringen verschlechtern jedoch die Rotordynamik.

[0006] Weiter ist beispielsweise aus der DE 26 43 886 B1 bekannt, den Gasturbinen-Läufer auch aus einzelnen Läuferteilen zusammenzusetzen, wobei die einzelnen Läuferteile über einen Zuganker zusammengehalten sind. Diese Läuferbauweise kann gemäß der CH 344 737 auch für Dampfturbinen angewendet werden. Jedes als Rotorscheibe ausgebildete Läuferteil weist eine axial verlaufende Ausnehmung auf, durch welche der gespannte Zuganker sich erstrecken kann. Durch endseitig auf den Zuganker aufgeschraubte Schraubenmutter kann dieser gespannt werden, wodurch die stirnflächig aneinander liegenden Läuferteile miteinander verspannt werden können. Die Läuferteile sind dann vom Zuganker aneinander gepresst und übertragen die auf sie wirkenden Drehkräfte über eine so genannte Hirth-Verzahnung, welche jeweils stirnseitig angeordnet einen Formschluss zwischen zwei aneinanderliegenden Läuferteilen bildet.

[0007] Der Läufer der Gasturbine ist endseitig durch geeignete Lager im Gehäuse der Turbine angeordnet. Anstelle der Schraubenmutter können auch mantelseitig komplexer gestaltete Bauteile zugankerendseitig aufgeschraubt sein, welche neben der Verspannung der Läuferteile auch weitere Funktionen, wie beispielsweise die Lagerung des Läufers in einem Radial- und/oder Axiallager, ermöglichen.

[0008] Während des Betriebes der Gasturbine treten jedoch Schwingungen im Rotor auf, deren Frequenz u. a. vom Abstand der beiden Axiallager, d. h. von der freischwingenden Länge des Läufers und insbesondere von der freischwingenden Länge des Zugankers - bei einer derartigen Bauweise - abhängig ist. Mit zunehmender Baulänge der Gasturbine nimmt auch die freischwingende Länge des Zugankers zu, was dazu führt, dass sich dessen Eigenfrequenz auf ein niedrigeres Niveau nahe der Rotationsfrequenz der Rotorkomponente verschiebt. Diese Frequenzverschiebung kann während des Betriebes der Gasturbine zu unzulässig hohen Schwingungsamplituden führen, welche die Funktion des Läufers beeinträchtigen und zu Schäden der Turbine führen kann.

[0009] Um diesem Problem zu begegnen, schlägt die DE 26 43 886 B1 Stülpringe vor. Die Stülpringe schaffen eine axiale Verbindung zwischen Rotorscheiben und Zuganker, um dessen Schwingungen zu vermindern. Die Stülpringe sind jedoch nicht im Bereich einer Hohlwelle einsetzbar.

[0010] Alternativ dazu ist aus der NL 50 163 C bekannt, alle Rotorscheiben eines Läufers auf einen Zuganker aufzusetzen. Diese Bauart ist jedoch montagefeindlich. Als Spezialisierung dieser Variante offenbart die DE 20 34 088 Schalen, die zur Aufrechterhaltung eines elastischen Kontakts zwischen Rotorscheiben und Zuganker letztgenannten umgreifen. Auch diese Ausführungsform ist bei der Montage vergleichsweise aufwändig.

[0011] Generell ist es wünschenswert, die Eigenfrequenz des Zugankers auch bei zunehmender Baulänge der Turbine hinreichend oberhalb der Betriebsdrehzahl zu halten. Somit wäre einerseits die Betriebssicherheit der Turbine gewährleistet und andererseits könnte somit dem steigenden Leistungsbedarf, zu dessen Deckung beispielsweise eine Erweiterung der Baulänge der Gasturbine notwendig ist, entsprochen werden.

[0012] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Läufer der Eingangs genannten Art anzugeben, welcher einen sicheren Betrieb der Gasturbine auch bei steigender Baulänge gewährleistet. Weiterhin sollen die Schwingungsamplituden des Zugankers, insbesondere im Bereich der mittleren Hohlwelle möglichst klein gehalten werden.

[0013] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem der Zuganker in seinem mittleren Bereich abgestützt ist. Dabei stellt das zwischen turbinenseitigem Abschnitt und verdichterseitigem Abschnitt angeordnete Stützrad eine den Zuganker radial abstützende Rotorkomponente dar.

[0014] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass für eine Reduzierung der Schwingung des Zugankers dieser an einer der Rotorkomponenten abgestützt werden sollte, wobei die thermisch bedingten unterschiedlichen Ausdehnungen der Rotorkomponenten dennoch ausgleichbar gehalten sein sollten. Insbesondere soll dem Umstand Rechnung getragen werden, dass aufgrund der steigenden Anforderungen bzgl. der Leistung der Turbine deren Länge zunimmt, wodurch sich die Eigenfrequenz des Zugankers der Betriebsdrehzahl der Gasturbine nähert. Die Reduzierung der Zugankerschwingungen wird dadurch erreicht, dass der Zuganker durch das Stützrad radial abgestützt wird. Dabei stellt das Stützrad eine weitere, abstützende Rotorkomponente dar, wobei das Stützrad dabei vorzugsweise - in axialer Richtung des Läufers gesehen - in einem Bereich mit dem Zuganker verbunden ist, in dem die Amplituden der während des Betriebes der Turbine auftretenden Schwingungen ihre Maximalwerte erreichen.

[0015] Um die Eigenfrequenz des Zugankers hinreichend oberhalb der Rotationsfrequenz zu halten, ist eine möglichst hohe Steifigkeit der Rotorkomponente erforderlich. Dazu ist das Stützrad zwischen turbinenseitigem Abschnitt des Läufers und verdichterseitigem Abschnitt des Läufers angeordnet, d. h. am Ort der maximalen Auslenkung des Zugankers bei ggf. auftretenden Zugankerschwingungen. Bei einer Gasturbine kann dieser Bereich beispielsweise zwischen dem Verdichterabschnitt und dem Turbinenabschnitt liegen. Damit ist eine Abstützung des Zugankers an einer schwingungstechnisch besonders wirksamen Position ermöglicht.

[0016] Die Abstützung des Zugankers wird vorzugsweise dadurch erreicht, indem das Stützrad kraft- und/oder formschlüssig mit dem Zuganker verbunden ist. Beispielsweise kann das Stützrad auf dem Zuganker aufgeschraubt werden. Diese Art der Verbindung ist besonders geeignet, da somit auf einfache Art und Weise eine

besonders starre Verbindung zwischen dem Stützrad und dem Zuganker ermöglicht ist. Die beim Betrieb der Gasturbine auftretenden thermisch bedingten unterschiedlichen Ausdehnungen der Rotorkomponenten, insbesondere zwischen dem Stützrad und dem Zuganker, können auf vorteilhafte Weise kompensiert werden, indem vorzugsweise mindestens eine der Rotorkomponenten mit einem Profil versehen ist.

[0017] Beispielsweise kann durch eine profilierte Formgestaltung der Nabe des Stützrades die Verbindung zwischen dem Zuganker und dem Stützrad elastisch eingestellt sein, derart, dass das Differenzvolumen aufgrund der unterschiedlichen Erwärmung der Rotorkomponenten weitgehend kompensiert wird. Vorzugsweise ist dazu die Nabe des Stützrades mit einem im Längsschnitt des Läufers gesehen balligen Profil versehen. Mit einer derartig gebildeten verbindungsseitig nachgiebigen Form der Nabe können Spannungen und Risse in der Rotorkomponente verhindert werden. Das ballige Profil der Stützradnabe kann auch mit anderen Worten beschrieben werden: die der zylindrischen Mantelfläche des Zugankers gegenüberliegende Oberfläche der Zugankerbohrung der Stützrades ist - in Axialrichtung gesehen - gewölbt, wobei die Wölbung zur Mantelfläche hin gerichtet ist.

[0018] In weiterer zweckmäßiger Ausgestaltung ist das Stützrad mit zwei benachbart angeordneten Läuferteilen mittels einer Hirthverzahnung verbunden. Unter Verwendung einer solchen axial wirksamen Verbindung können die auf den Läufer wirkenden Drehmomente über das Stützrad übertragen und weitergeleitet werden. Zudem ist mittels der Hirthverzahnung eine radiale Führung zur Aufnahme unterschiedlicher Wärme- und Fliehkraftverformungen gewährleistet. Insbesondere kann somit das Auftreten von Schwingungen während des Betriebs der Gasturbine aufgrund einer thermisch bedingten ungleichmäßigen Ausdehnung des Stützrades verringert werden.

[0019] In besonders vorteilhafter Ausgestaltung ist das Stützrad mit Kühlöffnungen versehen, wobei diese vorzugsweise gleichmäßig um die Nabe herum angeordnet sind. Vorteilhafterweise wird somit aufgrund der zur Kühlung in das Stützrad eingebrachten Ausnehmungen eine Rippenstruktur gebildet, welche das Durchströmen eines Kühlmediums in Axialrichtung des Läufers ermöglicht. Weiterhin kann einerseits durch die eingebrachten Öffnungen die Oberfläche des Stützrades vergrößert und mittels derartig gebildeter Kühlluftöffnungen ein problemloser Transport der Kühlluft innerhalb des Rotors ermöglicht werden.

[0020] Um ein Durchströmen des Kühlmediums, insbesondere Kühlluft, in axialer Richtung des Läufers zwischen dem Zuganker und den Läuferteilen zu gewährleisten, sind die als Kühlöffnung dienenden Ausnehmungen im Stützrad vorteilhafterweise nahe bei der Nabe beginnend eingebracht. Somit wird eine Kühlung des Stützrades sowie eine Kühlluftzufuhr für die in Strömungsrichtung des Kühlmediums gesehen nachfolgend

angeordneten Rotorkomponenten ermöglicht. Der Zuganker kann für eine geeignete Führung von Kühlmedium von einer Anzahl von konzentrisch angeordneten Kühltrennröhrchen umgeben sein, wobei diese den zwischen dem Zuganker und den diesen umgreifenden Rotorkomponenten gebildeten Kanal in eine Anzahl von radial benachbarten Teilkühlkanälen unterteilen. Damit wird erreicht, dass die Kühlung der Rotorkomponenten, insbesondere dem Kühlbedarf der jeweiligen Turbinenstufe entsprechend erfolgen kann. Das heißt, mittels derartig gebildeter Kühlluftöffnungen ist ein problemloser Transport der Kühlluft innerhalb des Rotors ermöglicht. Die Kühllufttrennröhre sind dabei zur Aufnahme des Stützrades axial in zwei Abschnitte geteilt, derart, dass deren in Richtung des Stützrades zeigenden Enden in dafür vorgesehene, im Stützrad eingebrachte Aufnahmenuten geführt werden können.

[0021] Die Kühllufttrennröhre realisieren somit zum einen eine verbesserte Wärmeableitung, und zum anderen kann die Wärmekapazität dieser Rotorkomponente verringert werden.

[0022] Üblicher Weise ist bei Eingangs genannten Läufern zwischen dem verdichterseitigen Abschnitt des Läufers und dem turbinenseitigen Abschnitt des Läufers eine so genannte mittlere Hohlwelle angeordnet, welche im Falle des Einsatzes eines erfindungsgemäßen Stützrades in mindestens zwei Rohrabschnitte axial unterteilt ist. Vorzugsweise sind die Rohrabschnitte im Wesentlichen gleich lang.

[0023] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch das mit dem Zuganker verbundene Stützrad ein besonders sicherer Betrieb der Gasturbine auch mit deren zunehmender Baulänge ermöglicht ist. Insbesondere können durch die geeignete Abstützung des Zugankers dessen Schwingungsamplituden besonders klein gehalten werden. Zudem ist über dieses System eine gezielte Erhöhung der Eigenfrequenz des Zugankers mit vergleichsweise nur geringem Aufwand realisierbar. Weiterhin können die thermisch bedingten Relativbewegungen zwischen dem Zuganker und dem als Stützrad ausgebildeten Läuferteil besonders gut kompensiert werden. Gleichzeitig ist aber auch eine aufgrund der hohen thermischen Belastung der Rotorkomponente notwendige Kühlung mittels einer in axialer Richtung des Läufers verlaufenden Kühlluftführung gewährleistet, selbst bei Durchleitung von Kühlluft mit unterschieden Drücken und Temperaturen, welche durch Trennröhre getrennt führbar sind.

[0024] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

FIG 1 einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Turbinenläufer,

FIG 2 eine Schnitteildarstellung eines Turbinenläufers,

FIG 3 eine schematische Darstellung eines Stützra-

des,

FIG 4 einen Ausschnitt des Stützrades im Längsschnitt,

FIG 5 einen Detailausschnitt aus FIG 4.

[0025] Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0026] Ein Läufer 2 einer Gasturbine mit einer Anzahl aus einzelnen, durch einen Zuganker 4 zusammengehaltenen und zu einer Einheit zusammengeführten Läuferteilen 6 ist in FIG 1 in einem Längsschnitt dargestellt.

[0027] Der Läufer 2 weist einen verdichterseitigen Abschnitt 1 und einen turbinenseitigen Abschnitt 3 mit jeweils einer Anzahl von Läuferteilen 6 auf. Die jeweiligen als Rotorscheiben ausgebildeten Läuferteile 6 sind verbindungsseitig, d.h. stirnseitig mit symmetrisch zur Mittelachse M des Läufers 2 verlaufenden Ausnehmungen nach Art einer Hirth-Verzahnung versehen, wobei die dadurch entstehenden Konturen korrespondierend zu den Konturen des jeweiligen benachbarten Läuferteils 6 ausgebildet sind, wodurch eine konzentrische Ausrichtung der Läuferteile 6 zur Mittelachse M bewirkt wird.

[0028] Jedes der Läuferteile 6 ist zur beabstandeten Durchführung des Zugankers 4 mit einer axial verlaufenden Bohrung 10 versehen. Zudem ist zwischen den verdichterseitigen Läuferteilen 6 und den turbinenseitigen Läuferteilen 6 eine mittlere Hohlwelle 11 angeordnet. Endseitig ist der Zuganker 4 jeweils mit einem Läuferteil 7, 9 verschraubt, wodurch alle dazwischen angeordneten Läuferteile 6 zusammengehalten und verspannt werden. Die zwischen den Läuferteilen 6 vorhandenen Ausnehmungen 8 dienen zur Führung eines Kühlmediums zum Kühlen der Rotorkomponenten, indem Kühlluft über einen zwischen dem Zuganker 4 und dem Läuferteil 6 gebildeten Kühlkanal zugeführt wird.

[0029] Um den Zuganker 4 in geeigneter Weise durch ihn umgebende Rotorkomponenten, d.h. Läuferteile 6 abstützen zu können, wird zwischen zwei Läuferteilen 6, vorzugsweise zwischen verdichterseitigem Abschnitt 1 des Läufers 2 und turbinenseitigem Abschnitt 3 des Läufers 2 ein weiteres als Stützrad 14 ausgebildetes Läuferteil 6 eingefügt. Hierzu wurde die bisher einteilige mittlere Hohlwelle 11 in zwei Rohrabschnitte 11a, 11b unterteilt, zwischen denen das Stützrad 14 vorzugsweise eingespannt ist. Das Stützrad 14 stellt dabei eine weitere Rotorkomponente dar. Dabei sind die Läuferteile 6 und das Stützrad 14 mittels Zuganker 4 miteinander verspannt, wobei das Stützrad 14, im Gegensatz zu den anderen Läuferteilen 6 zusätzlich kraft- und/oder formschlüssig mit dem Zuganker 4 verbunden ist.

[0030] Im Detail ist zwischen demjenigen verdichterseitigen Läuferteil 6a, welches zum turbinenseitigen Abschnitt 3 nächstliegend angeordnet ist und demjenigen turbinenseitigen Läuferteil 6b, welches zum verdichterseitigen Abschnitt 1 nächstliegend angeordnet ist, die mittlere Hohlwelle 11 umfassend mindestens zwei Rohr-

abschnitte 11a, 11b angeordnet, zwischen denen das Stützrad 14 eingespannt ist.

[0031] Neben der Abstützung des Zugankers 4 im Bereich der mittleren Hohlwelle 11 ist es auch möglich, den Zuganker 4 zusätzlich im verdichterseitigen Abschnitt 1 oder im turbinenseitigen Abschnitt 3 mittels geeigneter Dämpfungselemente wie Dämpfungskegel gegen Zugankerschwingungen zu sichern. Diese Überbrücken dann den üblicherweise vorhandenen Abstand zwischen Zuganker 4 und Zugankeröffnung 10.

[0032] Die Abbildung gemäß FIG 2 zeigt einen Querschnitt durch den verdichterausgangsseitigen Abschnitt des Läufers 2 im Detail. Insgesamt sind in der Abbildung gemäß FIG 2 drei als Rotorscheiben ausgebildete Läuferteile 6 des verdichterseitigen Abschnitts 1 des Rotors 2 dargestellt. Dabei ist dasjenige verdichterseitige Läuferteil, welche dem turbinenseitigen Abschnitt 3 - nicht dargestellt - nächstliegend zugewandt ist, mit 6a bezeichnet. Stirnseitig liegt an dem Läuferteil 6a eines der beiden Rohrabschnitte 11a der mittleren Hohlwelle 11 an. Radial weiter innen sind zudem zwei Kühllufttrennröhre 13 dargestellt. Auch die Kühllufttrennröhre 13 sind zur Aufnahme des Stützrades 14 axial in zwei Abschnitte geteilt, derart, dass deren in Richtung des Stützrades 14 zeigenden Enden in dafür vorgesehene, im Stützrad 14 eingebrachte Aufnahmenuten geführt werden können.

[0033] Die Abbildung gemäß FIG 3 zeigt ein mit Kühlöffnungen 12 versehenes Stützrad 14, wobei die Tiefe der als Kühlöffnungen 12 dienenden Ausnehmungen 12 der Materialdicke des Stützrades 14 an dieser Stelle entspricht. Die Ausnehmungen 12 sind dabei gleichmäßig über den Querschnitt des Stützrades 14 verteilt eingebracht, so dass eine gleichmäßige Abkühlung des Stützrades 14 erfolgen kann und somit Spannungen und ungleichmäßige Verformungen vermieden werden. Zudem erfolgt die Wärmeübertragung an das Kühlmedium besonders effektiv, da aufgrund der durch die in den Radkörper 15 eingebrachten Ausnehmungen 12 vergrößerte Kühlfläche mehr Wärme abtransportiert werden kann.

[0034] Um die auf den Läufer 2 wirkenden hohen Kräfte während des Betriebes der Gasturbine besser aufnehmen und übertragen zu können, ist an der äußeren Felge des Stützrades 14 beidseitig stirnseitig eine Hirthverzahnung 18 vorgesehen. Die aus zwei axialen Rohrabschnitten bestehende mittlere Hohlwelle 11 liegt dann beidseitig des Stützrades 14 mit einer korrespondierenden Hirth-Verzahnung an. Durch eine derartig gebildete formschlüssige Verbindung wird zudem erreicht, dass neben der Übertragung hoher Drehmomente bei kompakter Bauweise eine selbstzentrierende Wirkung des in der Nabe 16 geführten Zugankers realisiert ist. Weiterhin ist eine radiale Führung zur Aufnahme unterschiedlicher Wärme- und Fliehkraftverformungen und somit ein sicherer Betrieb der Gasturbine gewährleistet.

[0035] Wie der Darstellung in FIG 4 und FIG 5 entnehmbar ist, weist die Nabe 16 des Stützrades 14 zugankerseitig ein Profil mit einer balligen Form auf. Diese kann auf besonders einfache Weise durch eine zentral in die

Nabe 16 eingebrachte umlaufende Nut 20 sowie durch das Abrunden der stirnseitig um den Zuganker umlaufenden Kanten realisiert werden. Dieses zugankerseitige Profil der Nabe 16 ermöglicht eine Kompensation der während des Betriebes der Gasturbine auftretenden Differenzverformungen von Zuganker 4 und Stützrad 14. Weiterhin erfolgt durch diese spezielle Form eine Umverteilung der Spannungen vom Zentrum der Nabe 16 hin zu den Stirnseiten des Stützrades 14. Eine somit auftretende erhöhte Spannung im Bereich der Stirnseiten ist jedoch vergleichsweise unkritisch, so dass durch die zugankerseitig nachgiebige Form die Betriebssicherheit der Gasturbine wesentlich erhöht werden kann.

Patentansprüche

1. Läufer (2) für eine Gasturbine, mit einem verdichterseitigem Abschnitt und einem turbinenseitigem Abschnitt, in denen jeweils eine Anzahl von einzelnen Läuferteilen (6) vorgesehen sind, welche Läuferteile (6) durch mindestens einen Zuganker (4) aneinander gepresst und zu einer Läuferereinheit (2) zusammengefügt sind, wobei jedes Läuferteil (6) für jeden vorgesehenen Zuganker (4) eine sich in Axialrichtung des Läufers (2) erstreckende Zugankeröffnung aufweist, durch welche sich der mindestens eine Zuganker (4) unter Abstand zu den jeweiligen Läuferteilen (6) erstreckt, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein weiteres Läuferteil (6) zwischen turbinenseitigem Läuferabschnitt und verdichterseitigem Läuferabschnitt angeordnet ist, welches als Stützrad (14) den Zuganker (4) radial abstützt.
2. Läufer (2) nach Anspruch 1, bei dem das Stützrad (14) kraft- und/oder formschlüssig mit dem Zuganker (4) verbunden ist.
3. Läufer (2) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Stützrad (14) verbindungsseitig mit einem balligen Profil versehen ist.
4. Läufer (2) nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei dem das Stützrad (14) auf den Zuganker (4) aufgeschumpft ist.
5. Läufer (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das Stützrad (14) mit zwei benachbart angeordneten Läuferteilen (6) mittels einer Hirthverzahnung (18) verbunden ist.
6. Läufer (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem das Stützrad (14) mit Öffnungen (12) zur Durchleitung eines Kühlmediums versehen ist.
7. Läufer (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

bei dem zwischen demjenigen verdichterseitigen Läufer(6), welches zum turbinenseitigen Abschnitt nächstliegend angeordnet ist und demjenigen turbinenseitigen Läufer(6), welches zum verdichterseitigen Abschnitt nächstliegend angeordnet ist, eine mittlere Hohlwelle (11) umfassend mindestens zwei Rohrabchnitte angeordnet ist, zwischen denen das Stützrad (14) angeordnet ist.

8. Läufer (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die turbinenseitigen Läufer(6) und/oder die verdichterseitigen Läufer(6) von jeweils einer Rotorscheibe gebildet ist.
9. Thermische Strömungsmaschine mit einem Läufer (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

Claims

1. Rotor (2) for a gas turbine, with a compressor-side section and a turbine-side section, in which a number of individual rotor components (6) are provided in each case, which rotor components (6) are pressed to each other by means of at least one tie-bolt (4) and assembled to form a rotor unit (2), wherein for each tie-bolt (4) which is provided each rotor component (6) has a tie-bolt opening which extends in the axial direction of the rotor (2), through which the at least one tie-bolt (4) extends at a distance to the respective rotor components (6),
characterized in that
at least one further rotor component (6) is arranged between turbine-side rotor section and compressor-side rotor section and as a support wheel (14) supports the tie-bolt (4).
2. Rotor (2) according to Claim 1, in which the support wheel (14) is connected to the tie-bolt (4) in a friction-locking and/or form-fitting manner.
3. Rotor (2) according to Claim 1 or 2, in which the support wheel (14) is provided with a preferably crowned profile on the connection side.
4. Rotor (2) according to Claim 1, 2 or 3, in which the support wheel (14) is shrunk onto the tie-bolt (4).
5. Rotor (2) according to one of Claims 1 to 4, in which the support wheel (14) is connected to two adjacently arranged rotor components (6) by means of a Hirth toothing (18).
6. Rotor (2) according to one of Claims 1 to 5, in which the support wheel (14) is provided with

openings (12) for the guiding through of a cooling medium.

7. Rotor (2) according to one of Claims 1 to 6, in which between that compressor-side rotor component (6) which is arranged nearest to the turbine-side section and that turbine-side rotor component (6) which is arranged nearest to the compressor-side section a center hollow shaft (11), which comprises at least two tubular sections, is arranged, between which tubular sections the support wheel (14) is arranged.
8. Rotor (2) according to one of Claims 1 to 7, in which the turbine-side rotor components (6) and/or the compressor-side rotor components (6) are formed in each case by a rotor disk.
9. Thermal turbomachine with a rotor (2) according to one of Claims 1 to 8.

Revendications

1. Rotor (2) pour une turbine à gaz, comprenant une partie du côté du compresseur et une partie du côté de la turbine, dans lesquelles sont prévues respectivement un certain nombre de pièces (6) individuelles de rotor, lesquelles pièces (6) de rotor sont pressées l'une sur l'autre par au moins un tirant (4) et sont assemblées en une unité (2) de rotor, chaque pièce (6) de rotor ayant pour chaque tirant (4) prévu une ouverture d'ancrage de traction, qui s'étend dans la direction axiale du rotor (2) et par laquelle au moins un tirant (4) s'étend à distance des pièces (6) de rotor respectives,
caractérisé
en ce qu'au moins une autre pièce (6) de rotor est montée entre la partie du rotor du côté de la turbine et la partie du rotor du côté du compresseur et soutient radialement le tirant (4) en tant que roue (14) d'appui.
2. Rotor (2) suivant la revendication 1, dans lequel la roue (14) d'appui est reliée à complémentarité de force et/ou de forme au tirant (4).
3. Rotor (2) suivant la revendication 1 ou 2, dans lequel la roue (14) d'appui est munie du côté de la liaison d'un profil bombé.
4. Rotor (2) suivant la revendication 1, 2 ou 3, dans lequel la roue (14) d'appui est rétreinte sur le tirant (4).
5. Rotor (2) suivant l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la roue (14) d'appui est reliée à deux pièces (6) de rotor voisines au moyen d'un crantage

(18) hertz.

6. Rotor (2) suivant l'une des revendications 1 à 5,
dans lequel la roue (14) d'appui est munie d'ouver-
tures (12) pour le passage d'un fluide de refroidis-
sement. 5
7. Rotor (2) suivant l'une des revendications 1 à 6,
dans lequel, entre la pièce (6) de rotor du côté du
compresseur, qui est la plus proche de la partie du
côté de la turbine, et la pièce (6) de rotor du côté
de la turbine, qui est la plus proche de la partie du
côté du compresseur, est disposé un arbre (11)
creux médian comprenant au moins deux tronçons
tubulaires entre lesquels est montée la roue (14)
d'appui. 10 15
8. Rotor (2) suivant l'une des revendications 1 à 7,
dans lequel la pièce (6) de rotor du côté de la turbine
et/ou la pièce (6) de rotor du côté du compresseur 20
est formée d'un disque de rotor respectivement.
9. Turbomachine thermique ayant un rotor (2) suivant
l'une des revendications 1 à 8. 25

25

30

35

40

45

50

55

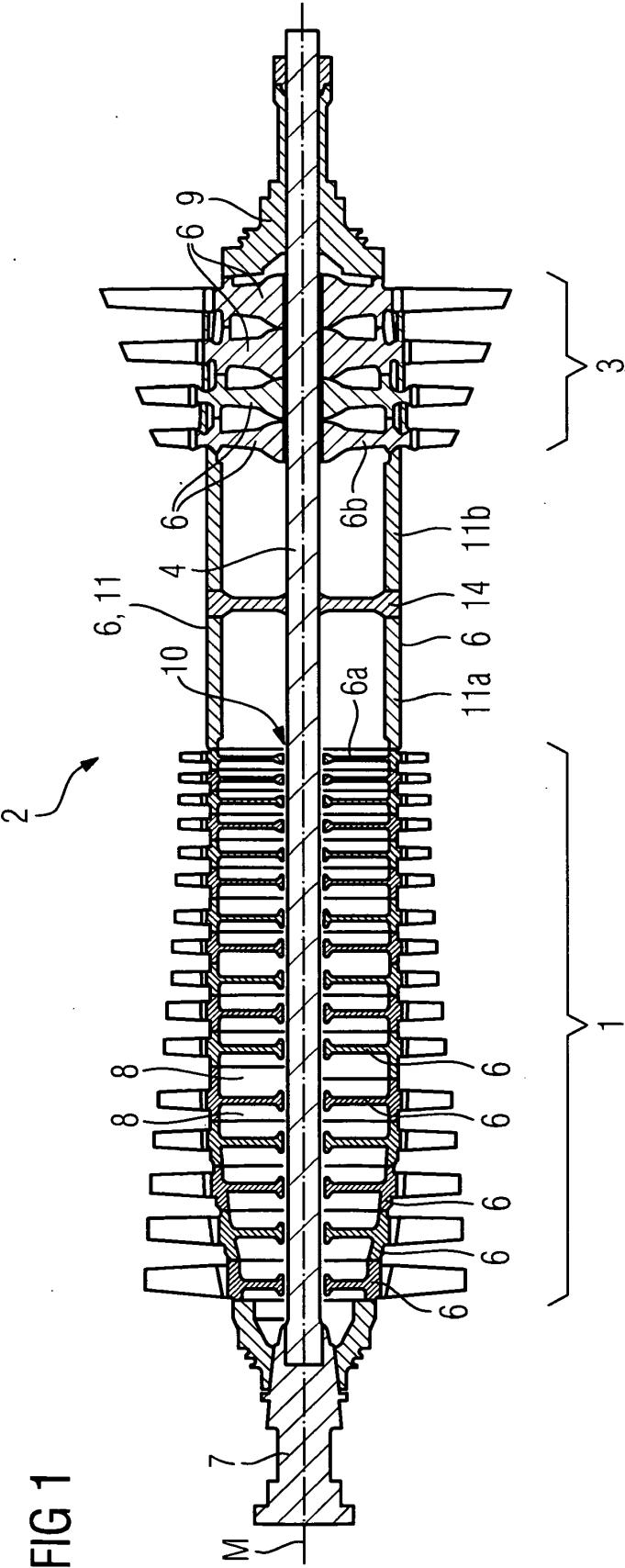


FIG 2

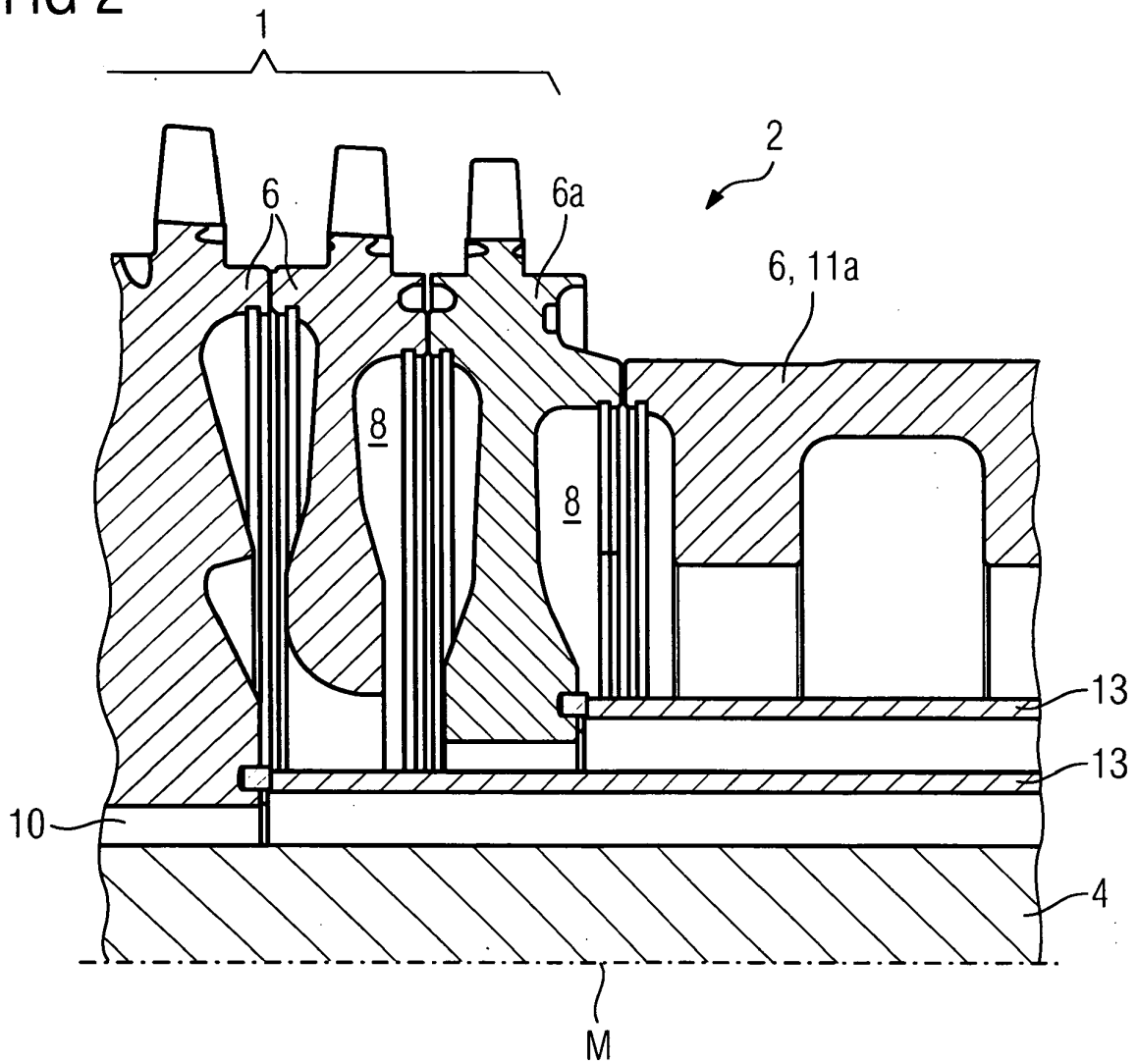


FIG 3

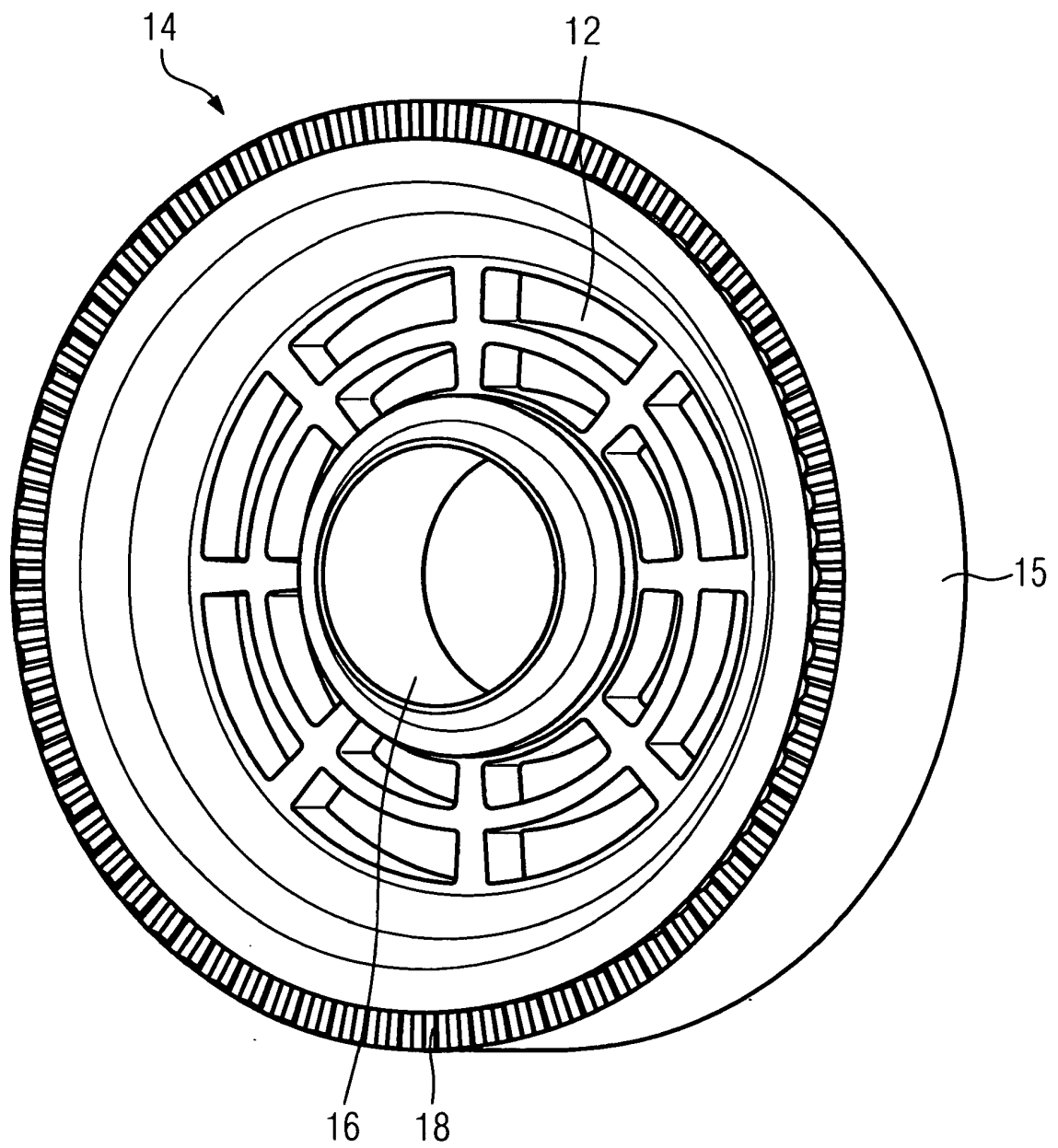


FIG 4

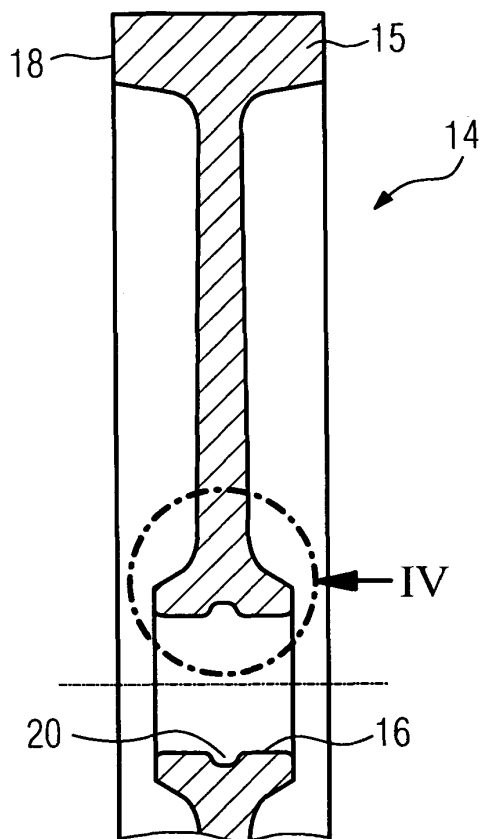
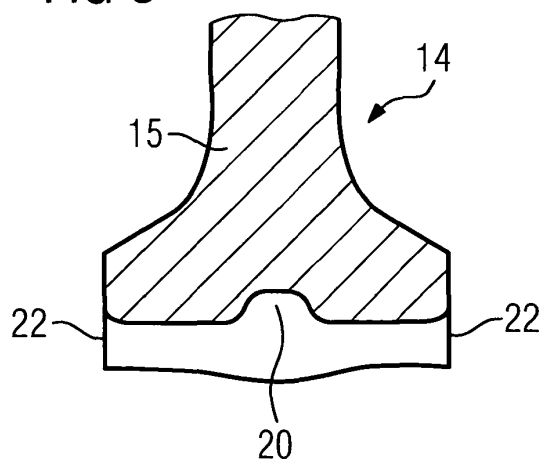


FIG 5



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 2643886 B1 [0006] [0009]
- CH 344737 [0006]
- NL 50163 C [0010]
- DE 2034088 [0010]