

(19)



(11)

EP 3 015 715 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.05.2016 Patentblatt 2016/18

(51) Int Cl.:
F04D 29/02 (2006.01) **F01D 11/00** (2006.01)
F01D 11/02 (2006.01) **F04D 29/16** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15180686.6**

(22) Anmeldetag: **12.08.2015**

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

(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder: **Wulf, Joachim**
80634 München (DE)

(30) Priorität: **27.10.2014 DE 102014221869**

(54) **LEITSCHAUFELKRANZ FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE UND STRÖMUNGSMASCHINE**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Leitschaufelkranz (1) für eine Strömungsmaschine, mit einer Vielzahl von verdrehbaren Leitschaufeln (3), und mit einem Innenring (5), wobei der Innenring (5) eine Dichtung (17) zum Abdichten eines Radialspaltes zwischen dem Innenring (5) und einem gegenüberliegenden Rotorabschnitt (7) aufweist, und wobei der Innenring (5) wenigstens zwei Innenringsegmente (11) umfasst. Der Innen-

ring (5) ist aus einem Material hergestellt oder weist ein Material auf, das einen Wärmeausdehnungskoeffizienten α von kleiner als $6 \cdot 10^{-6}$ pro Kelvin in einem Temperaturbereich zwischen wenigstens 20 Grad Celsius und 90 Grad Celsius aufweist. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung eine Strömungsmaschine mit zumindest einem erfindungsgemäßen Leitschaufelkranz (1).

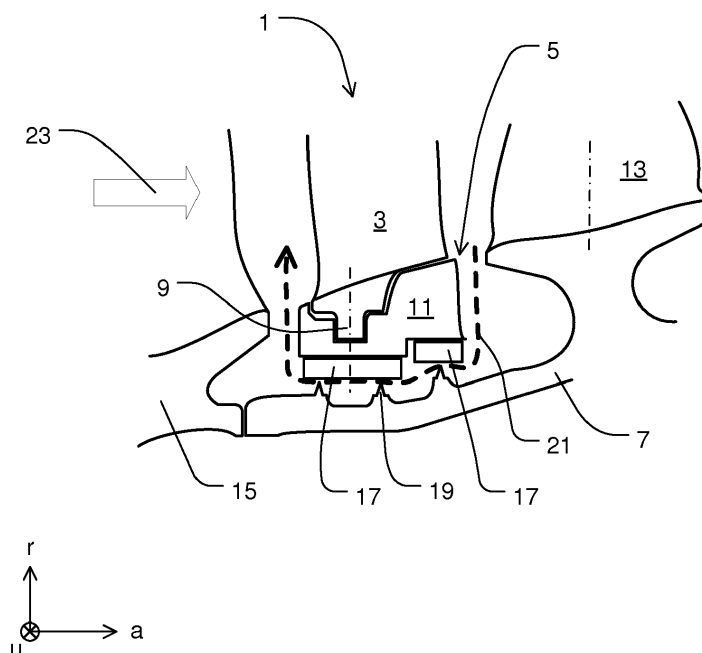


Fig. 1

EP 3 015 715 A1

Beschreibung

[0001] Die Arbeiten, die zu dieser Erfindung geführt haben, wurden gemäß der *Finanzhilfevereinbarung* Nr. CSJU-GAM-SAGE-2008-001 im Zuge des Siebten Rahmenprogramms der Europäischen Union (**FP7/2007-2013**) für Clean Sky Joint Technology Initiative gefördert.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Leitschaufelkranz für eine Strömungsmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Strömungsmaschine gemäß Anspruch 9.

[0003] Leitschaufelkränze für Strömungsmaschinen sind im Betrieb starken Temperaturschwankungen ausgesetzt. Beispielsweise beim Start eines Flugtriebwerks bilden sich temporär hohe Temperaturgradienten in den Innenringen von Leitschaufelkränzen aus, die zu Verformungen führen können. Diese Verformungen, die sich im weiteren Betrieb des Triebwerks nach dem Startvorgang wieder zurückbilden, können Einflüsse auf Sekundärströmungen wie beispielsweise Leckageströmungen zwischen Innenringen an Leitschaufeln und Rotoren ausbilden. Diese Einflüsse verringern den Gesamtwirkungsgrad des Triebwerks.

[0004] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Leitschaufelkranz für eine Strömungsmaschine vorzuschlagen, der die Leckageströmung zwischen einem Rotorabschnitt und einem Innenring verringert. Ferner ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Strömungsmaschine mit einem erfindungsgemäßen Leitschaufelkranz vorzuschlagen.

[0005] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch einen Leitschaufelkranz mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Sie wird ferner durch eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst.

[0006] Erfindungsgemäß wird somit ein Leitschaufelkranz für eine Strömungsmaschine, insbesondere für einen Verdichter, vorgeschlagen, der eine Vielzahl von verdrehbaren Leitschaufeln und einen Innenring umfasst. Der Innenring weist eine Dichtung zum Abdichten eines Radialspaltes zwischen dem Innenring und einem gegenüberliegenden Rotorabschnitt auf. Der Innenring umfasst wenigstens zwei Innenringsegmente.

[0007] Der Innenring ist aus einem Material hergestellt oder weist ein Material auf, das einen Wärmeausdehnungskoeffizienten α von kleiner als $6 \cdot 10^{-6}$ pro Kelvin in einem Temperaturbereich zwischen wenigstens 20 Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$) und 90 Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$) aufweist. Der untere und obere Temperaturwert kann, je nach Anwendung des erfindungsgemäßen Leitschaufelkranzes, variieren. Beispielsweise können Flugtriebwerke in unterschiedlichen Betriebszuständen unterschiedliche Temperaturwerte aufweisen. Der obere Temperaturwert kann geringfügig oder deutlich größer als 90 $^{\circ}\text{C}$ sein, beispielsweise 150 $^{\circ}\text{C}$, 300 $^{\circ}\text{C}$, 500 $^{\circ}\text{C}$, 800 $^{\circ}\text{C}$ oder ein anderer Wert. Der untere Temperaturwert kann, beispielsweise je nach dem Standort eines Flugzeugs mit

einem Flugtriebwerk, das einen erfindungsgemäßen Leitschaufelkranz aufweist, kleiner als 20 $^{\circ}\text{C}$ sein, beispielsweise 0 $^{\circ}\text{C}$, -10 $^{\circ}\text{C}$, -20 $^{\circ}\text{C}$ oder ein anderer Wert.

[0008] Der Wärmeausdehnungskoeffizient α kann als thermischer Längenausdehnungskoeffizient bezeichnet werden. Der Wert und die Einheit des thermischen Längenausdehnungskoeffizienten α von $6 \cdot 10^{-6}$ pro Kelvin kann als $6 \cdot 10^{-6} / \text{K}$ oder als 6 ppm / K dargestellt werden (ppm = parts per million).

[0009] Der Wärmeausdehnungskoeffizient α des Materials des Innenrings kann kleiner als $6 \cdot 10^{-6} / \text{K}$ sein, beispielsweise kann der Wärmeausdehnungskoeffizient α einen Wert von $5 \cdot 10^{-6} / \text{K}$, $2 \cdot 10^{-6} / \text{K}$, $1,7 \cdot 10^{-6} / \text{K}$, $1,2 \cdot 10^{-6} / \text{K}$, $0,55 \cdot 10^{-6} / \text{K}$ oder einen anderen Wert aufweisen. Ein Innenring mit diesen Werten des Wärmeausdehnungskoeffizienten α kann vorteilhaft eine um ca. 60 % bis 65 % reduzierte Längenausdehnung gegenüber üblicherweise verwendeten nichtrostenden Eisen-Nickel-Chrom-Legierungen (die Anteile in Gewichtsprozent dieser Legierungen werden weiter unter bei der Gesamtdiskussion der Vorteile angegeben) mit deutlich höheren Werten des Wärmeausdehnungskoeffizienten α (beispielsweise ein Wärmeausdehnungskoeffizient α von $15 \cdot 10^{-6} / \text{K}$, $20 \cdot 10^{-6} / \text{K}$, $25 \cdot 10^{-6} / \text{K}$ oder $30 \cdot 10^{-6} / \text{K}$ aufweisen. Mittels dieser reduzierten Längenausdehnung kann vorteilhaft erreicht werden, dass sich insbesondere die Endbereiche in Umfangsrichtung von Innenringsegmenten weniger stark verformen gegenüber Innenringsegmenten aus den üblicherweise verwendeten nichtrostenden Eisen-Nickel-Chrom-Legierungen. Diese geringere Verformung der Innenringsegmente kann zur Folge haben, dass Dichtfins weniger starke Einschnidungen in Einlaufdichtungen am radial inneren Ende des Leitschaufelkranzes erzeugen und somit Leckageströmungen in diesem Bereich reduziert werden können.

[0010] Der erfindungsgemäße Leitschaufelkranz kann verstellbare Leitschaufeln und/ oder Einlaufdichtungen aufweisen. Mittels dieser Einlaufdichtungen können bei einer erstmaligen Inbetriebnahme Dichtspalte zwischen den Einlaufdichtungen und Dichtfins auf radial gegenüberliegenden Rotoren ausgeprägt bzw. eingeschnitten werden. Die Dichtspalte, in denen im Betrieb der Strömungsmaschine sich in der Regel Leckageströmungen ausbilden, können auf diese Art und Weise reduziert oder minimiert werden.

[0011] Vorteilhafte Weiterentwicklungen der vorliegenden Erfindung sind jeweils Gegenstand von Unteransprüchen und Ausführungsformen.

[0012] Erfindungsgemäße beispielhafte Ausführungsformen können eines oder mehrere der im Folgenden genannten Merkmale aufweisen.

[0013] Im Folgenden werden als Strömungsmaschinen rein beispielhaft insbesondere Gasturbinen beschrieben, ohne jedoch Strömungsmaschinen auf Gasturbinen beschränken zu wollen. Die Strömungsmaschine kann insbesondere eine axiale Strömungsmaschine sein. Die Gasturbine kann insbesondere eine axiale Gas-

turbine, beispielsweise eine Fluggasturbine, sein.

[0014] In bestimmten erfindungsgemäßen Ausführungsformen weist das Material des Innenrings eine Wärmeleitfähigkeit λ von größer als 10 Watt pro Meter und pro Kelvin (10 W/(m*K)) bei einer Temperatur zwischen 20 °C und 25 °C, insbesondere bei 23 °C, auf. Die Wärmeleitfähigkeit λ kann beispielsweise 13 W/(m*K), 15 W/(m*K), 30 W/(m*K), 50 W/(m*K) oder einen anderen Wert aufweisen. Mittels eines hohen Wärmeleitfähigkeitswertes λ kann die Wärme aus den Innenringsegmenten vorteilhaft schnell weitergeleitet oder abgeleitet werden und somit eine lokale Verformung des Materials vermieden werden. Dadurch kann beispielsweise die Ausbildung eines großen Dichtspalts zwischen einem Dichtfin und einer Einlaufdichtung verringert oder vermieden werden, und eine Leakageströmung vorteilhaft zu minimieren.

[0015] In gewissen erfindungsgemäßen Ausführungsformen umfasst der Innenring wenigstens zwei auf dem Umfang des Innenring geteilte Innenringsegmente. Die Ringsegmente können jeweils einen Umfangswinkel von 180 Grad (180°) als sogenannte Halbringe aufweisen. Die Ringsegmente können auch andere Umfangswinkel aufweisen, beispielsweise 120° und 240°. Der Innenring kann mehr als zwei Ringsegmente aufweisen, beispielsweise drei Ringsegmente mit jeweils 120° Umfangswinkel, vier Ringsegmente mit jeweils 90° Umfangswinkel oder andere Werte.

[0016] In einigen erfindungsgemäßen Ausführungsformen ist das Material des Innenrings ein nickellegierter Stahl. Der Nickelanteil des Materials kann wenigstens 25 Gewichtsprozent umfassen.

[0017] In manchen erfindungsgemäßen Ausführungsformen weist das Material des Innenrings einen Eisenanteil von wenigstens 50 Gewichtsprozent auf.

[0018] In bestimmten erfindungsgemäßen Ausführungsformen weist das Material des Innenrings einen Kobaltanteil von wenigstens 10 Gewichtsprozent auf.

[0019] In einigen erfindungsgemäßen Ausführungsformen weist das Material des Innenrings einen Eisenanteil zwischen 62 Gewichtsprozent und 66 Gewichtsprozent, insbesondere 64 Gewichtsprozent, und einen Nickelanteil zwischen 34 Gewichtsprozent und 38 Gewichtsprozent, insbesondere 36 Gewichtsprozent auf.

[0020] In manchen erfindungsgemäßen Ausführungsformen weist das Material des Innenrings einen Eisenanteil zwischen 52 Gewichtsprozent und 56 Gewichtsprozent, insbesondere 54 Gewichtsprozent, einen Nickelanteil zwischen 27 Gewichtsprozent und 31 Gewichtsprozent, insbesondere 29 Gewichtsprozent, und einen Kobaltanteil zwischen 15 Gewichtsprozent und 19 Gewichtsprozent, insbesondere 17 Gewichtsprozent auf.

[0021] Manche oder alle erfindungsgemäßen Ausführungsformen können einen, mehrere oder alle der oben und/oder im Folgenden genannten Vorteile aufweisen.

[0022] Mittels eines erfindungsgemäßen Innenrings, ausgeführt insbesondere als Innenring eines Verdich-

ters, das aus einem Material mit einem Eisenanteil von ca. 54 Gewichtsprozent und mit einem Nickelanteil von ca. 36 Gewichtsprozent hergestellt ist, kann in einem Temperaturbereich zwischen 20 °C und 500 °C eine um ca. 60 % bis 65 % reduzierte Längenausdehnung gegenüber einem der folgenden Materialien vorteilhaft erreicht werden (die Prozentangaben beziehen sich auf Gewichtsprozent):

1) nichtrostender Stahl (Eisen-Nickel-Chrom-Legierung) mit den folgenden Anteilen in Gewichtsprozent: Kohlenstoff (C) 0,03 bis 0,08 %, Silizium (Si) weniger oder gleich 1 %, Mangan (Mn) 1 bis 2 %, Phosphor (P) weniger oder gleich 0,025 %, Schwefel (S) weniger oder gleich 0,015 %, Chrom 13,5 bis 16 %, Molybdän (Mo) 1 bis 1,5 %, Nickel (Ni) 24 bis 27 %, Vanadium (V) 0,1 bis 0,5 %, Titan (Ti) 1,9 bis 2,3 %, Bor (B) 0,003 bis 0,01 %, Aluminium (Al) weniger als 0,35 %, restlicher Anteil: Eisen (Fe).

2) nichtrostender Stahl (Eisen-Nickel-Chrom-Legierung) mit den folgenden Anteilen in Gewichtsprozent: Kohlenstoff (C) weniger als 0,08 %, Silizium (Si) weniger als 0,35 %, Mangan (Mn) weniger als 0,35 %, Phosphor (P) weniger als 0,015 %, Aluminium (Al) 0,2 bis 0,8 %, Bor (B) weniger als 0,6 %, Kobalt (Co) weniger als 1 %, Chrom 17 bis 21 %, Kupfer (Cu) weniger als 0,3 %, Molybdän (Mo) 2,8 bis 3,3 %, Niob (Nb) 4,75 bis 5,5 %, Nickel (Ni) 50 bis 55 %, Titan (Ti) 0,65 bis 1,15 %, restlicher Anteil: Eisen (Fe).

[0023] Mittels eines erfindungsgemäßen Innenrings kann die thermische Verformung erheblich reduziert werden (siehe oben). Damit kann der Einrieb von Dichtspitzen des Rotors in Einlaufdichtungen des Innenrings reduziert werden, insbesondere in temporären (transienten) Betriebszuständen wie beispielsweise bei einem Start eines Flugtriebwerks. Dieser reduzierte Einrieb kann vorteilhaft zu einer dauerhaften Reduzierung von Leakageströmen zwischen dem Innenring und dem Rotor führen.

[0024] Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen, in welcher identische Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Bauteile bezeichnen, exemplarisch erläutert. In den jeweils schematisch vereinfachten Figuren gilt:

Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Leitschaufelkranz mit einer verdrehbaren Leitschaufel, einem Innenring und einen Rotorabschnitt;

Fig. 2 zeigt ein Innenringsegment in perspektivischer Darstellung; und

Fig. 3 zeigt schematisch stark vereinfacht eine Gasturbine mit einem erfindungsgemäßen Leitschaufelkranz.

[0025] Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Leitschaufelkranz 1 mit einer verdrehbaren Leitschaufel 3, einem Innenring 5 und einem Rotorabschnitt 7. Die Leitschaufel 3 ist mittels eines Innenzapfens 9 drehbar in dem Innenring 5 angeordnet. Der Innenring 5 umfasst in Umfangsrichtung u geteilte Innenringsegmente 11.

[0026] Der Rotorabschnitt 7 ist mit einer Laufschaufel 13 verbunden. An den Rotorabschnitt 7 ist ein weiterer, stromaufwärtiger Rotorabschnitt 15 angeflanscht.

[0027] Die Innenringsegmente 11 sind an ihrem radial inneren Ende mit Dichtungen, insbesondere mit Einlaufdichtungen 17, verbunden. Zwischen den Einlaufdichtungen 17 und Dichtspitzen oder Dichtfins 19, die insbesondere integral mit dem Rotorabschnitt 7 verbunden sind, kann sich im Betrieb der Strömungsmaschine eine Leckageströmung 21 ausbilden. Die Leckageströmung 2 verläuft in der Regel (abhängig von den Druckverhältnissen stromab und stromauf des Leitschaufelkranzes 1) entgegen der Hauptströmungsrichtung 23 der Strömungsmaschine.

[0028] In Strömungsmaschinen, insbesondere in Verdichtern von Flugtriebwerken, sind die Rotorabschnitte 7 und 15, die Dichtfins 19, die Innenringsegmente 11, die Laufschaufeln 13 sowie der Leitschaufelkranz 1 oft hohen Temperaturschwankungen etwa zwischen 20° C und 500° C ausgesetzt. Sowohl der untere Temperaturbereich als auch der obere Temperaturbereich können sich je nach Einsatzfall und Betriebsbedingungen noch weiter verschieben. Je nach eingesetzten Materialien bzw. Werkstoffen können sich die genannten Bauteile ausdehnen, krümmen oder in anderer Art und Weise ihre Form verändern. Insbesondere die thermische Längenausdehnung der Innenringsegmente 11 können die Spaltbreite zwischen den Einlaufdichtungen 17 und den Dichtfins 19 beeinflussen und somit die Leckageströmung 21 verändern.

[0029] Der Innenring 5 kann in Axialrichtung a und/ oder in Radialrichtung r und/ oder in Umfangsrichtung u (in Fig. 1 als Innenringsegmente 11) geteilt oder segmentiert sein. Aus Montagegründen ist der Innenring 5 oft in Form zweier Halbringsegmente ausgeführt, die jeweils einen Umgangswinkel von 180 Grad aufweisen können. Der Innenring 5 kann ebenso in anderen Ausführungsformen anders segmentiert sein, beispielsweise in drei Segmente mit jeweils 120 Grad Umgangswinkel, in vier Segmente mit jeweils 90 Grad usw.

[0030] In einer möglichen Ausführungsform einer Strömungsmaschine als Flugtriebwerk kann sich insbesondere beim Start des Triebwerks temporär ein radialer Temperaturgradient in den Innenringsegmenten 11 aufbauen. Die Innenringsegmente 11 weisen dann radial außen (am Außenradius) eine höhere Temperatur auf als radial innen (am Innenradius). Aufgrund dieses Temperaturgradienten können sich die Enden der Innenringsegmente 11, in Umfangsrichtung betrachtet, temporär (während des Startvorgangs des Triebwerks) nach radial innen verbiegen. Aufgrund dieser temporären Verbiegung des Innenring 5 kann sich ein erhöhter Einrieb der

Dichtfins 19 in die Einlaufdichtungen 17 ergeben. Nach einer vollständigen Durchwärmung des Innenrings 5 (nach dem Startvorgang des Triebwerks) kann sich der Temperaturgradient der Innenringsegmente 11 in radialer Richtung r wieder reduzieren und die Verformung wieder zurückbilden, beispielsweise annähernd in den Ausgangszustand. Der durch die temporäre Verformung gebildete Spalt zwischen den Dichtfins 19 und der Einlaufdichtung 17 bleibt nach der Rückbildung des Innenrings 5 jedoch erhalten oder bestehen. Dieser Spalt kann eine erhöhte, möglicherweise dauerhafte, Leckageströmung 21 bewirken oder erzeugen. Der Wirkungsgrad des Triebwerks kann sich dadurch dauerhaft reduzieren.

[0031] Der beschriebene Effekt der temporären Verformung des Innenrings 5 aufgrund von Temperaturgradienten kann als sogenannter "Cording Effekt" oder als "Cording" bezeichnet werden. Der "Cording Effekt" ist ein thermischer Effekt vor allem bei Innenringen 5, der zu einer dreidimensionalen Verformung der Innenringsegmente 11 an den Teilungsebenen (in Umfangsrichtung u) führen kann. Diese Verformungen können zu einem stärkeren Einlauf von Dichtfins 19 in die Einlaufdichtungen 17 führen, wodurch sich die Dichtungsspalte und Leckagen vergrößern können. Größere Leckagen können den Wirkungsgrad reduzieren.

[0032] Mittels des erfindungsgemäßen Leitschaufelkranzes 1 mit den in den Ansprüchen genannten Materialeigenschaften kann der Einlauf (erhöhter Einrieb der Dichtfins 19 in die Einlaufdichtungen 17) an den Innenringen 5 vorteilhaft reduziert werden. Mögliche Leckageverluste durch erhöhte Leckageströmungen 21 können vorteilhaft zumindest reduziert werden.

[0033] Fig. 2 zeigt ein Innenringsegment 11 mit einer Trennebene 25 in perspektivischer Darstellung. In die Vertiefungen 27 auf der radial äußeren Seite des Innenringsegments 11 werden die Innenzapfen 9 der verstellbaren Laufschaufeln 3 eingesetzt.

[0034] Fig. 3 zeigt schematisch stark vereinfacht eine Gasturbine 29 als Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Strömungsmaschine mit einem erfindungsgemäßen Leitschaufelkranz 1, angeordnet beispielsweise im Hochdruckverdichterabschnitt der Gasturbine 29.

Bezugszeichenliste

[0035]

a	axial; Axialrichtung
r	radial; Radialrichtung
u	Umfangsrichtung
1	Leitschaufelkranz
3	Leitschaufel
5	Innenring
7	Rotorabschnitt
9	Innenzapfen
11	Innenringsegment
13	Laufschaufel
15	stromaufwärtiger Rotorabschnitt

- 17 Dichtung; Einlaufdichtung
- 19 Dichtfin
- 21 Leckageströmung
- 23 Hauptströmungsrichtung
- 25 Trennebene des Innenringssegments
- 27 Vertiefungen im Innenringsegment
- 29 Gasturbine

5

genen Ansprüche, wobei das Material des Innenrings (5) einen Wärmeausdehnungskoeffizienten α von kleiner als $6 \cdot 10^{-6}$ pro Kelvin in einem Temperaturbereich zwischen wenigstens 20 Grad Celsius und 500 Grad Celsius aufweist.

9. Strömungsmaschine mit zumindest einem Leitschaufelkranz (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

Patentansprüche

1. Leitschaufelkranz (1) für eine Strömungsmaschine, mit einer Vielzahl von verdrehbaren Leitschaufeln (3), und mit einem Innenring (5), wobei der Innenring (5) eine Dichtung (17) zum Abdichten eines Radialspaltes zwischen dem Innenring (5) und einem gegenüberliegenden Rotorabschnitt (7) aufweist, und wobei der Innenring (5) wenigstens zwei Innenringsegmente (11) umfasst,

10

10. Strömungsmaschine nach Anspruch 9, wobei die Strömungsmaschine ein Verdichter, insbesondere ein axialer Hochdruckverdichter, ist.

dadurch gekennzeichnet, dass

15

der Innenring (5) aus einem Material hergestellt ist oder ein Material aufweist, das einen Wärmeausdehnungskoeffizienten α von kleiner als $6 \cdot 10^{-6}$ pro Kelvin in einem Temperaturbereich zwischen wenigstens 20 Grad Celsius und 90 Grad Celsius aufweist.

20

25

2. Leitschaufelkranz (1) nach Anspruch 1, wobei das Material des Innenrings (5) eine Wärmeleitfähigkeit λ von größer als 10 Watt pro Meter und pro Kelvin bei einer Temperatur zwischen 20 Grad Celsius und 25 Grad Celsius aufweist.

30

3. Leitschaufelkranz (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Innenring (5) wenigstens zwei auf dem Umfang des Innenrings (5) geteilte Innenringsegmente (11) umfasst.

35

4. Leitschaufelkranz (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Material des Innenrings (5) ein nickellegierter Stahl ist.

40

5. Leitschaufelkranz (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Material des Innenrings (5) einen Nickelanteil von wenigstens 25 Gewichtsprozent umfasst.

45

6. Leitschaufelkranz (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Material des Innenrings (5) einen Eisenanteil von wenigstens 50 Gewichtsprozent umfasst.

50

7. Leitschaufelkranz (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Material des Innenrings (5) einen Kobaltanteil von wenigstens 10 Gewichtsprozent umfasst.

55

8. Leitschaufelkranz (1) nach einem der vorangegan-

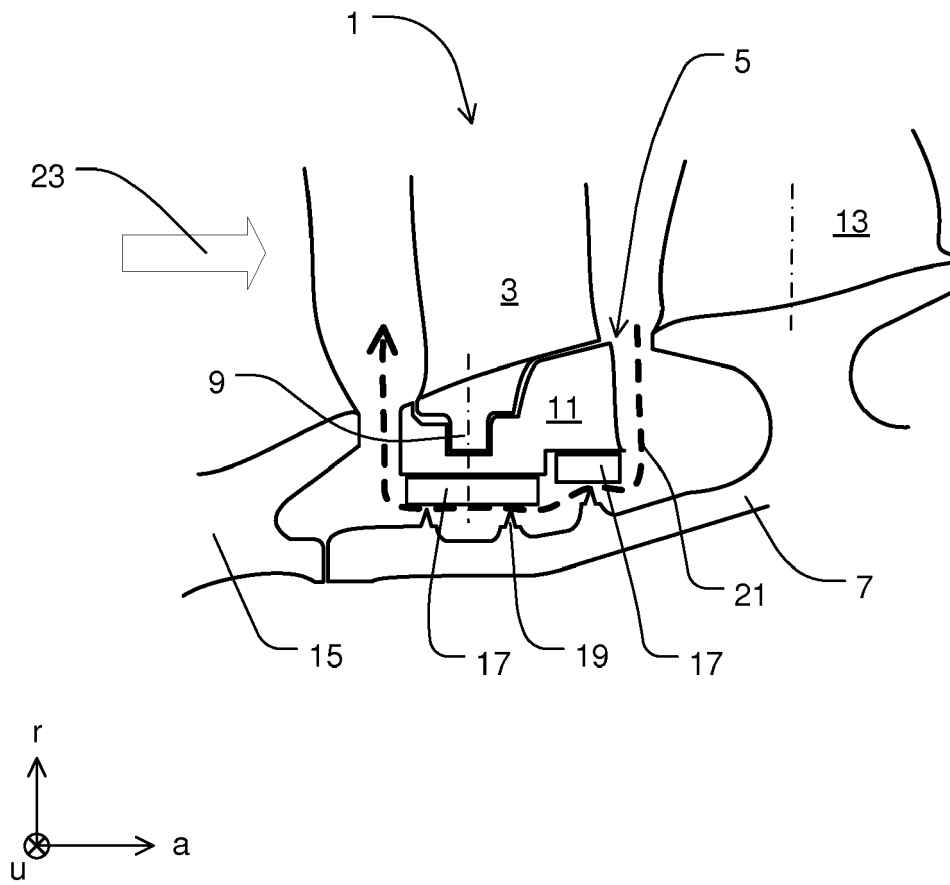


Fig. 1

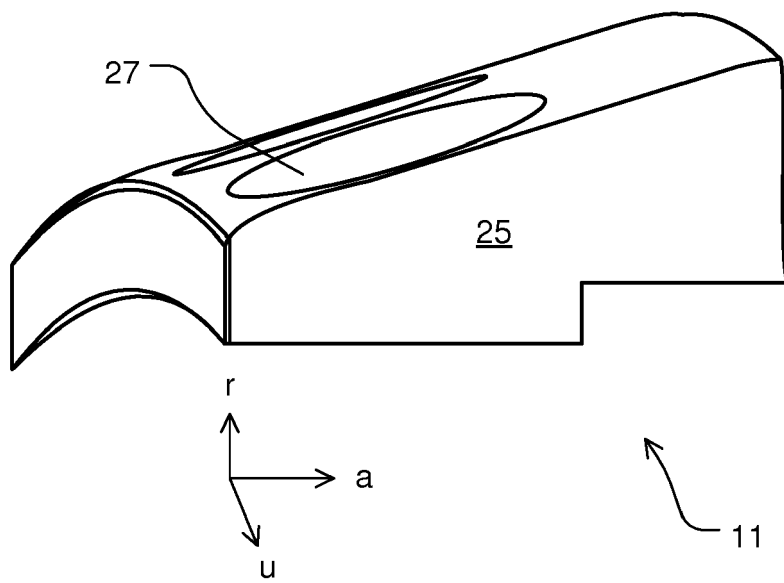


Fig. 2

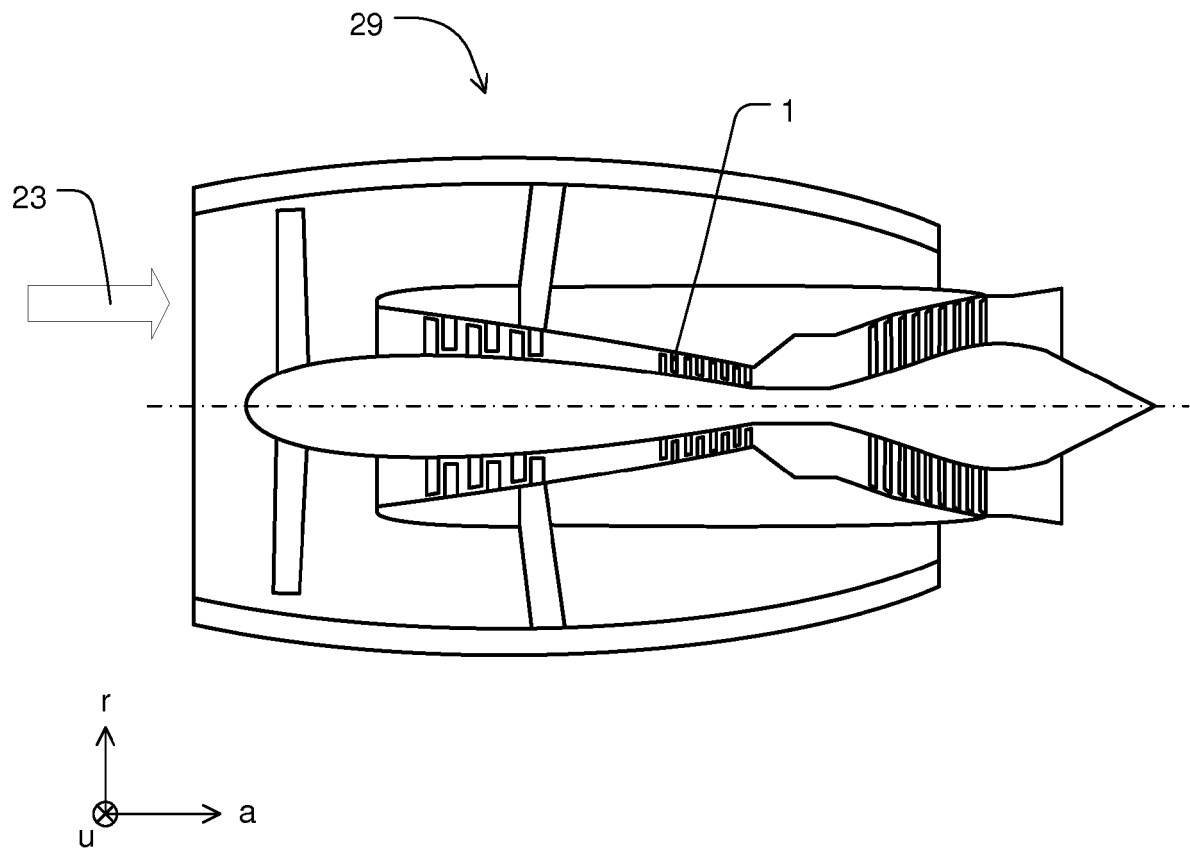


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 18 0686

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 420 145 A2 (ROLLS ROYCE PLC [GB]) 19. Mai 2004 (2004-05-19) * Absatz [0025] - Absatz [0030] * * Abbildungen 2,3 *	1-3,8,9	INV. F04D29/02 F01D11/00 F01D11/02 F04D29/16
X	US 4 566 700 A (SHIEMBOB LAWRENCE T [US]) 28. Januar 1986 (1986-01-28) * Spalte 2, Zeile 18 - Zeile 20 * * Spalte 3, Zeile 51 - Zeile 61 * * Abbildungen 1,3 *	1-3,8-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04D F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 22. Februar 2016	Prüfer Lovergine, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 18 0686

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-02-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1420145 A2	19-05-2004	DE 60319489 T2	12-03-2009
		EP 1420145 A2	19-05-2004
		GB 2395240 A	19-05-2004
		US 2004150164 A1	05-08-2004

US 4566700 A	28-01-1986	BE 897337 A1	14-11-1983
		CA 1246111 A	06-12-1988
		DE 3326535 A1	01-03-1984
		ES 8405910 A1	01-10-1984
		FR 2531491 A1	10-02-1984
		GB 2125119 A	29-02-1984
		IL 69236 A	23-12-1990
		IT 1164320 B	08-04-1987
		JP S5943265 A	10-03-1984
		JP S6323428 B2	16-05-1988
		MX 162129 A	01-04-1991
		NL 8302477 A	01-03-1984
		SE 453848 B	07-03-1988
		SG 64986 G	27-03-1987
		US 4566700 A	28-01-1986

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82