

(19)



(11)

EP 3 128 132 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.02.2017 Patentblatt 2017/06

(51) Int Cl.:
F01D 17/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15179449.2**

(22) Anmeldetag: **03.08.2015**

(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

(72) Erfinder:
• **Mairhanser, Vitalis**
85244 Sigmertshausen (DE)
• **Effner, Birgit**
85221 Dachau (DE)
• **Halcoussis, Alexander**
85778 Haimhausen (DE)
• **Wolf, Hannes**
82291 Mammendorf (DE)

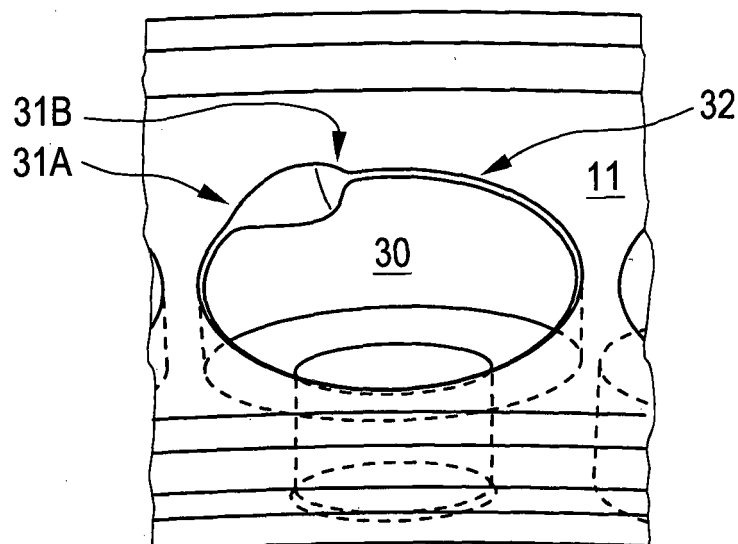
(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(54) **TURBOMASCHINEN-LEITSCHAUFELRINGELEMENT**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Leitschaufelringelement (10) für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, mit wenigstens einer Bohrung (30) zur wenigstens teilweisen Aufnahme eines Flanschs (21)

einer drehbaren Leitschaufel (20), wobei ein schaufelblattseitiger Rand der Bohrung in einem ersten Umfangsbereich (31A, 31B) längs des Randes konvex ausgebildet ist, insbesondere einen Radius (R) aufweist.

FIG. 1



EP 3 128 132 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Leitschaufelringelement für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, ein Leitgitterelement mit dem Leitschaufelringelement, eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, mit dem Leitgitterelement sowie ein Verfahren zum Herstellen des Leitschaufelringelements.

[0002] Aus der US 2011/0293406 A1 ist ein Leitschaufelringelement mit Bohrungen zur teilweisen Aufnahme von Flanschen drehbarer Leitschaufeln bekannt. In einem Umfangsbereich einer Bohrung, die durch eine bohrungsseitige Stirnseite eines Schaufelblattes der Leitschaufel überstrichen wird, weist der Rand der Bohrung wegen der Ausdehnung des Schaufelblattes eine leichte Fase auf.

[0003] Eine Aufgabe einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist es, eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, zu verbessern.

[0004] Diese Aufgabe wird durch ein Leitschaufelringelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Ansprüche 10, 12 und 13 stellen ein Leitgitterelement mit einem hier beschriebenen Leitschaufelringelement, eine Turbomaschine mit einem hier beschriebenen Leitgitterelement bzw. ein Verfahren zum Herstellen eines hier beschriebenen Leitschaufelringelements unter Schutz. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0005] Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, insbesondere eine Flugtriebwerk-Gasturbine, insbesondere ein Verdichter der Gasturbine, ein oder mehrere verstellbare Leitgitterelemente auf.

[0006] Ein Leitgitterelement kann in einer Ausführung kreis- bzw. ringsegmentartig ausgebildet sein, so dass mehrere Leitgitterelemente bzw. -segmente zusammen einen (geschlossenen) Leitgitterring, insbesondere ein Leitgitter, der Turbomaschine, insbesondere einer Stufe, insbesondere Verdichterstufe, der Gasturbine bilden bzw. hierzu vorgesehen bzw. ausgebildet sind. Gleichermaßen kann ein Leitgitterelement in einer anderen Ausführung (voll)kreis- bzw. ringartig ausgebildet sein und in einer Weiterbildung einen (geschlossenen) Leitgitterring, insbesondere ein Leitgitter, der Turbomaschine, insbesondere einer Stufe, insbesondere Verdichterstufe, der Gasturbine bilden bzw. hierzu vorgesehen bzw. ausgebildet sein.

[0007] Ein Leitgitterelement weist in einer Ausführung ein oder mehrere Leitschaufelringelemente und eine oder mehrere verstellbaren Leitschaufeln auf.

[0008] Ein Leitschaufelringelement kann in einer Ausführung kreis- bzw. ringsegmentartig ausgebildet sein, so dass mehrere Leitschaufelringelemente bzw. -segmente zusammen einen (geschlossenen) Leitschaufelring der Turbomaschine, insbesondere einer bzw. der Stufe, insbesondere Verdichterstufe, der Gasturbine bilden bzw. hierzu vorgesehen bzw. ausgebildet sind. Gleichermaßen kann ein Leitschaufelringelement in einer an-

deren Ausführung (voll)kreis- bzw. ringartig ausgebildet sein und in einer Weiterbildung einen (geschlossenen) Leitschaufelring der Turbomaschine, insbesondere einer bzw. der Stufe, insbesondere Verdichterstufe, der Gasturbine bilden bzw. hierzu vorgesehen bzw. ausgebildet sein. Ringsegmente und Vollringe werden vorliegend zur kompakteren Darstellung gemeinsam als Elemente bezeichnet.

[0009] Das Leitschaufelringelement kann in einer Ausführung radial innen oder radial außen von den Leitschaufeln angeordnet bzw. ein (radial) inneres oder (radial) äußeres Leitschaufelringelement sein.

[0010] Die Leitschaufeln weisen in einer Ausführung jeweils ein Schaufelblatt und einen, insbesondere zylinder- und/oder konusartigen, Flansch auf, der drehbar vollständig oder teilweise in einer Bohrung des Leitschaufelringelements bzw. eines der Leitschaufelringelemente aufgenommen ist.

[0011] Der Flansch kann stirnseitig bzw. an einem radialen Ende der Leitschaufel angeordnet sein. Mit anderen Worten kann die Leitschaufel in radialer Richtung mit dem Flansch abschließen bzw. in diesem enden.

[0012] In einer anderen Ausführung kann die Leitschaufel auf der dem Schaufelblatt radial gegenüberliegenden Seite des Flanschs einen, insbesondere zylinder- und/oder konusartigen, Fort- bzw. Absatz aufweisen. Dessen maximaler Durchmesser beträgt in einer Ausführung höchstens 90%, insbesondere höchstens 80%, und/oder wenigstens 10%, insbesondere wenigstens 20%, eines minimalen Durchmessers des Flanschs. Zusätzlich oder alternativ beträgt die radiale Höhe des Fort- bzw. Absatzes in einer Ausführung wenigstens 10%, insbesondere wenigstens 20%, und/oder höchstens 200%, insbesondere höchstens 100%, einer, insbesondere minimalen, radialen Höhe des Flanschs.

[0013] In einer Ausführung schließt der Flansch radial an das Schaufelblatt der Leitschaufel an, insbesondere in einem Fillet.

[0014] Insbesondere kann der Flansch ein (Dreh)Teller oder ein (Dreh)Zapfen der drehbaren Leitschaufel sein.

[0015] Er hat in einer Ausführung die Form eines gerade oder schräg abgeschnittenen Zylinders oder Konus. In einer Ausführung weist er an einer dem Schaufelblatt radial gegenüberliegenden Seite eine Fase oder einen Radius auf.

[0016] Entsprechend weist ein bzw. das Leitschaufelringelement für eine bzw. die Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, insbesondere ein Leitschaufelringelement einer bzw. der Turbomaschine, nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung eine oder mehrere Bohrungen auf, in denen jeweils ein Flansch einer dreh- bzw. verstellbaren Leitschaufel drehbar vollständig oder teilweise (radial) aufgenommen ist bzw. die hierzu vorgesehen bzw. eingerichtet sind.

[0017] In einer Ausführung sind die Bohrungen, wenigstens im Wesentlichen, zylinderförmig und/oder erstrecken sich, insbesondere auch oder wenigstens im

Wesentlichen, in radialer Richtung der Turbomaschine bzw. senkrecht zu deren Haupt- bzw. Rotationsachse.

[0018] Die Bohrungen weisen jeweils einen schaufelblattseitigen bzw. den Schaufelblättern der Leitschaufeln zugewandten Rand auf, in dem sie in eine schaufelblattseitige Mantelfläche des Leitschaufelringelements übergehen. Mit anderen Worten begrenzt bzw. definiert ein Rand einer Bohrung deren Öffnung zu bzw. in der Mantelfläche des Leitschaufelringelements.

[0019] Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist bzw. wird der Rand einer oder mehrerer der Bohrungen (jeweils) wenigstens in einem ersten Umfangsbereich längs des Randes konvex ausgebildet. Mit anderen Worten weist die Bohrung in einem oder mehreren (Quer)Schnitten entlang einer Bohrungslängs- bzw. Leitschaufeldrehachse jeweils einen konvexen bzw. zur Leitschaufel hin gewölbten Rand auf.

[0020] Hierdurch kann in einer Ausführung, insbesondere im Vergleich zu einer Fase, vorteilhaft eine Leckage zwischen dem Leitschaufelringelement und der Leitschaufel, insbesondere einer bohrungsseitigen bzw. der Bohrung zugewandten Stirnseite ihres Schaufelblattes, reduziert werden. Zusätzlich oder alternativ kann hierdurch in einer Ausführung vorteilhaft eine Erstreckung des Randes und so eine Störung der Strömung reduziert werden.

[0021] In einer Ausführung liegt eine bzw. die bohrungsseitige Stirnseite eines Schaufelblattes einer Leitschaufel in einer Neutral- bzw. Mittelstellung der verstellbaren Leitschaufel dem ersten Umfangsbereich, insbesondere dessen Mitte in Umfangsrichtung des Randes, radial gegenüber. Der erste Umfangsbereich erstreckt sich in einer Ausführung über wenigstens 2%, insbesondere wenigstens 5%, und/oder höchstens 50%, insbesondere höchstens 25%, einer Länge des Randes in Umfangsrichtung.

[0022] In einer Ausführung weist der Rand in dem ersten Umfangsbereich einen Radius auf. Mit anderen Worten weist die Bohrung in einem ersten Umfangsbereich ihres Randes in, insbesondere allen, (Quer)Schnitten entlang einer bzw. der Bohrungslängs- bzw. Leitschaufeldrehachse jeweils an ihrem (schaufelblattseitigen) Rand eine, insbesondere zur Leitschaufel hin gewölbte bzw. konvexe, Verrundung auf bzw. geht in einem Radius in die schaufelblattseitige Mantelfläche des Leitschaufelringelements über.

[0023] Ein Radius kann in einer Ausführung insbesondere herstellungs- und/oder strömungstechnisch, insbesondere leckagetechisch, vorteilhaft sein.

[0024] In einer Ausführung ist der Radius in dem ersten Umfangsbereich konstant bzw. ändert sich um maximal 1%. Ein solcher konstanter Radius kann insbesondere herstellungstechnisch besonders vorteilhaft sein, er kann insbesondere durch einen Formfräser hergestellt werden bzw. sein.

[0025] In einer anderen Ausführung variiert der Radius in dem ersten Umfangsbereich längs des Randes, insbesondere um wenigstens 10%. Ein solcher variierender

Radius kann insbesondere strömungstechnisch besonders vorteilhaft sein, er kann insbesondere durch einen Flanken- und/oder Stirnfräser und/oder zeilenweise hergestellt werden bzw. sein.

[0026] In einer Weiterbildung nimmt der Radius in einem ersten Teilbereich des ersten Umfangsbereichs längs des Randes zu und in einem daran anschließenden, insbesondere kürzeren, zweiten Teilbereich des ersten Umfangsbereichs längs des Randes ab. Der erste und zweite Teilbereich können gemeinsam den ersten Umfangsbereich bilden. Ein solcher asymmetrisch variierender Radius kann insbesondere strömungstechnisch besonders vorteilhaft sein, er kann insbesondere durch einen Flanken- und/oder Stirnfräser hergestellt werden bzw. sein.

[0027] In einer Ausführung weist der Rand in einem zweiten Umfangsbereich längs des Randes eine, insbesondere spitze oder stumpfe Kante, eine Fase oder einen, insbesondere konstanten, Radius auf. Der erste und zweite Umfangsbereich können gemeinsam den Rand bilden. Gleichermaßen kann der Rand außer dem ersten und zweiten Umfangsbereich noch einen oder zwei weitere Umfangsbereiche aufweisen, in denen er in einer Ausführung eine Kante oder Fase aufweisen kann. Entsprechend erstreckt sich der zweite Umfangsbereich in einer Ausführung über wenigstens 50%, insbesondere wenigstens 75% einer bzw. der Länge des Randes in Umfangsrichtung.

[0028] Durch einen zweiten Umfangsbereich mit einem Radius kann in einer Ausführung insbesondere die Herstellung und/oder Anströmung des ersten Umfangsbereichs verbessert werden.

[0029] In einer Weiterbildung ist ein bzw. der maximale Radius in dem zweiten Umfangsbereich kleiner als ein, insbesondere maximaler und/oder minimaler, Radius in dem ersten Umfangsbereich, in einer Ausführung beträgt der maximale Radius in dem zweiten Umfangsbereich höchstens 50%, insbesondere höchstens 25%, eines, insbesondere maximalen und/oder minimalen, Radius' in dem ersten Umfangsbereich.

[0030] In einer Ausführung beträgt ein, insbesondere maximaler oder minimaler, Radius in dem ersten Umfangsbereich wenigstens 1%, insbesondere wenigstens 2%, insbesondere wenigstens 5%, insbesondere wenigstens 10%, und/oder höchstens 50%, insbesondere höchstens 30%, insbesondere höchstens 10%, eines Radius. Zusätzlich oder alternativ beträgt in einer Ausführung ein bzw. der, insbesondere maximale(r) oder minimale(r), Radius in dem ersten Umfangsbereich wenigstens 1%, insbesondere wenigstens 2%, insbesondere wenigstens 5%, insbesondere wenigstens 10%, und/oder höchstens 50%, insbesondere höchstens 30%, insbesondere höchstens 10%, einer radialen Tiefe der Bohrung an dieser Umfangsposition, insbesondere von der schaufelblattseitigen Mantelfläche des Leitschaufelringelements bis zu einem Boden oder Absatz der Bohrung.

[0031] In einer Ausführung wird bzw. ist der Rand we-

nigstens in dem ersten Umfangsbereich, in einer Weiterbildung auch in dem zweiten Umfangsbereich, spanend, insbesondere mit einem Formfräser, bearbeitet, insbesondere hergestellt.

[0032] Die Bohrung ist in einer Ausführung eine Durchgangsbohrung, in einer anderen Ausführung eine einseitig geschlossene bzw. Sacklochbohrung. Sie kann in einer Ausführung in radialer Richtung absatzlos ausgebildet sein oder einen oder mehrere Absätze aufweisen.

[0033] Der Flansch einer Leitschaufel kontaktiert in einer Ausführung einen Boden oder Absatz der ihn wenigstens teilweise aufnehmenden Bohrung bzw. stützt sich hierauf radial ab.

[0034] Die Angabe "radial" bezieht sich insbesondere auf die Turbomaschine. Entsprechend steht die radiale Richtung senkrecht auf einer Haupt- bzw. Rotationsachse der Turbomaschine.

[0035] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Teils eines Leitschaufelringelements einer Turbomaschine nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 einen Schnitt durch das Leitschaufelringelement mit einer Leitschaufel längs einer Drehachse der Leitschaufel in einer Neutralstellung der Leitschaufel; und

Fig. 3 einen Fig. 2 entsprechenden Schnitt während eines Herstellens des Leitschaufelringelements nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung.

[0036] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Teils eines radial inneren Leitschaufelringelements 10 einer Turbomaschine nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung, Fig. 2 einen Schnitt durch das Leitschaufelringelement mit einer Leitschaufel 20 längs einer Drehachse der Leitschaufel (vertikal in Fig. 2) in einer Neutralstellung der Leitschaufel.

[0037] Die Leitschaufel weist einen Flansch 21 auf, der drehbar in einer Bohrung 30 des Leitschaufelringelements aufgenommen ist.

[0038] Die Bohrung 30 weist einen schaufelblattseitigen Rand auf, in dem sie in eine schaufelblattseitige Mantelfläche 11 des Leitschaufelringelements übergeht. Dieser Rand besteht aus einem ersten Umfangsbereich (31A, 31B) und einem zweiten Umfangsbereich 32.

[0039] In der in Fig. 2 gezeigten Neutral- bzw. Mittelstellung der verstellbaren Leitschaufel 20 liegt eine bohrungsseitige (in Fig. 2 untere) Stirnseite eines Schaufelblattes der Leitschaufel der Mitte des ersten Umfangsbereich 31A, 31B in Umfangsrichtung des Randes radial gegenüber.

[0040] Der Rand weist, wie insbesondere im Schnitt der Fig. 2 erkennbar, in dem ersten Umfangsbereich 31A, 31B einen Radius R auf.

[0041] Im Ausführungsbeispiel nimmt der Radius in einem ersten Teilbereich 31A des ersten Umfangsbereichs längs des Randes zu und in einem daran anschließenden kürzeren zweiten Teilbereich 31B des ersten Umfangsbereichs längs des Randes ab, wobei der erste und zweite Teilbereich gemeinsam den ersten Umfangsbereich 31A, 31B bilden.

[0042] In einer Abwandlung, die im Schnitt der Fig. 2 identisch erscheint, ist der Radius R in dem ersten Umfangsbereich 31A, 31B konstant.

[0043] Im Ausführungsbeispiel weist der Rand im zweiten Umfangsbereich 32 längs des Randes einen konstanten Radius auf, der deutlich kleiner als ein maximaler Radius in dem ersten Umfangsbereich 31A, 31B und daher im schematischen Schnitt der Fig. 2 nicht erkennbar ist. In einer Abwandlung kann der zweite Umfangsbereich auch eine spitze oder stumpfe Kante oder eine Fase aufweisen.

[0044] Der erste Umfangsbereich 31A, 31B wird spanend mittels eines Formfräasers 40 hergestellt, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist.

[0045] Obwohl in der vorhergehenden Beschreibung exemplarische Ausführungen erläutert wurden, sei darauf hingewiesen, dass eine Vielzahl von Abwandlungen möglich ist.

[0046] Insbesondere weist im Ausführungsbeispiel die Leitschaufel 20 auf der dem Schaufelblatt radial gegenüberliegenden Seite des Flanschs 21 (und somit unten in Fig. 2) einen zylinderartigen Fort- bzw. Absatz auf. In einer nicht dargestellten Abwandlung kann die Leitschaufel 20 in radialer Richtung auch mit dem Flansch 21 abschließen bzw. in diesem enden.

[0047] Die Bohrung 30 ist im Ausführungsbeispiel eine Durchgangsbohrung, die in radialer Richtung einen Absatz aufweist, auf dem sich der Flansch 21 radial abstützt. In einer nicht dargestellten Abwandlung kann die Bohrung 30 auch eine Sacklochbohrung sein.

[0048] Beide Abwandlungen können kombiniert sein, so dass sich der dann stirnseitige Flansch radial auf dem Boden der Sacklochbohrung abstützt.

[0049] Außerdem sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den exemplarischen Ausführungen lediglich um Beispiele handelt, die den Schutzbereich, die Anwendungen und den Aufbau in keiner Weise einschränken sollen. Vielmehr wird dem Fachmann durch die vorausgehende Beschreibung ein Leitfaden für die Umsetzung von mindestens einer exemplarischen Ausführung gegeben, wobei diverse Änderungen, insbesondere in Hinblick auf die Funktion und Anordnung der beschriebenen Bestandteile, vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich zu verlassen, wie er sich aus den Ansprüchen und diesen äquivalenten Merkmalskombinationen ergibt.

Bezugszeichenliste

[0050]

10	Leitschaufelringelement
11	Mantelfläche
20	Leitschaufel
21	Flansch
30	Bohrung
31A	erster Teilbereich des ersten Umfangsbereichs
31B	zweiter Teilbereich des ersten Umfangsbereichs
32	zweiter Umfangsbereich
40	Formfräser
R	Radius

Patentansprüche

1. Leitschaufelungelement (10) für eine Turbomaschine, insbesondere eine Gasturbine, mit wenigstens einer Bohrung (30) zur wenigstens teilweisen Aufnahme eines Flanschs (21) einer drehbaren Leitschaufel (20), wobei ein schaufelblattseitiger Rand der Bohrung in einem ersten Umfangsbereich (31A, 31B) längs des Randes konvex ausgebildet ist.
2. Leitschaufelungelement (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rand in dem ersten Umfangsbereich (31A, 31B) einen Radius (R) aufweist.
3. Leitschaufelungelement (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Radius (R) in dem ersten Umfangsbereich (31A, 31B) konstant ist.
4. Leitschaufelungelement (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Radius (R) in dem ersten Umfangsbereich (31A, 31B) längs des Randes variiert.
5. Leitschaufelungelement (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Radius (R) in einem ersten Teilbereich (31A) des ersten Umfangsbereichs längs des Randes zunimmt und in einem daran anschließenden, insbesondere kürzeren, zweiten Teilbereich (31B) des ersten Umfangsbereichs längs des Randes abnimmt.
6. Leitschaufelungelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Radius (R) in dem ersten Umfangsbereich (31A, 31B) wenigstens 1% und/oder höchstens 50% eines Radius und/oder einer radialen Tiefe der Bohrung (30) beträgt.
7. Leitschaufelungelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rand in einem zweiten Umfangsbereich

(32) längs des Randes eine, insbesondere spitze oder stumpfe Kante, eine Fase oder einen, insbesondere konstanten, Radius aufweist.

8. Leitschaufelringelement (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der maximale Radius in dem zweiten Umfangsbereich (32) kleiner ist als ein, insbesondere maximaler und/oder minimaler, Radius (R) in dem ersten Umfangsbereich (31A, 31B).
9. Leitschaufelungelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rand wenigstens in dem ersten Umfangsbereich (31A, 31B) spanend, insbesondere mit einem Formfräser, bearbeitet ist.
10. Leitschaufelungelement (10) einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der konvexe Rand durch eine Regelfläche gebildet ist.
11. Leitgitterelement mit wenigstens einem Leitschaufelringelement (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens einer verstellbaren Leitschaufel (20) mit einem Flansch (21), der drehbar wenigstens teilweise in einer der Bohrungen (30) des Leitschaufelringelements aufgenommen ist.
12. Leitgitterelement nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine bohrungsseitige Stirnseite eines Schaufelblattes der Leitschaufel (20) in einer Neutralstellung der verstellbaren Leitschaufel dem ersten Umfangsbereich (31A, 31B), insbesondere dessen Mitte, radial gegenüberliegt.
13. Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit wenigstens einem Leitgitterelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
14. Verfahren zum Herstellen eines Leitschaufelringelements (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rand wenigstens in dem ersten Umfangsbereich (31A, 31B) spanend, insbesondere mit einem Formfräser (40), bearbeitet wird.

FIG. 1

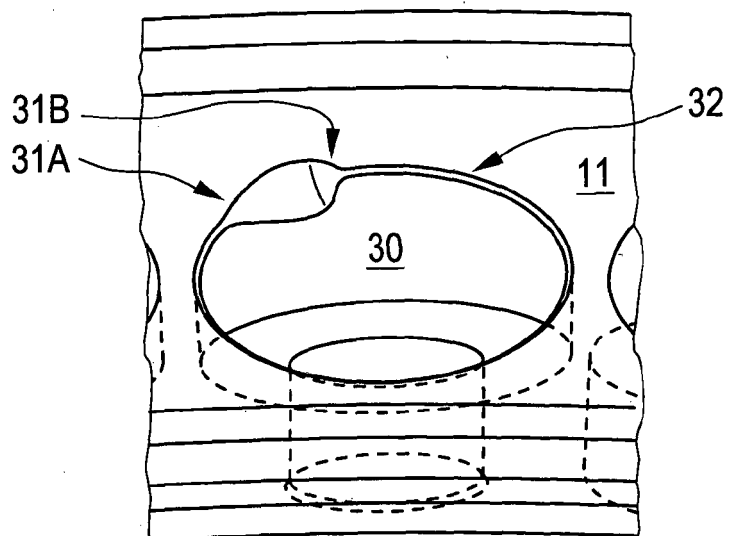


FIG. 2

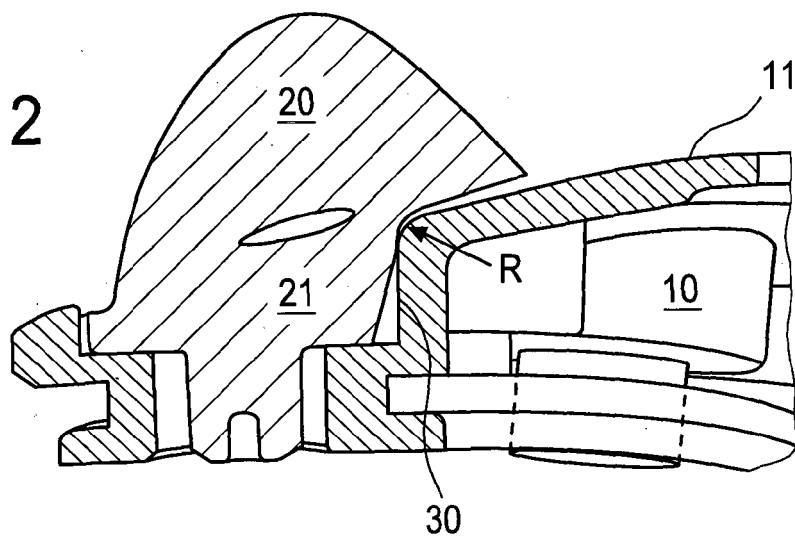
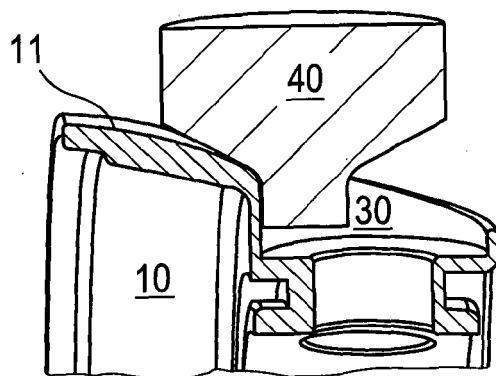


FIG. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 17 9449

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	US 2011/293406 A1 (ABADIE AUDE [FR] ET AL) 1. Dezember 2011 (2011-12-01) * Zusammenfassung * * Absätze [0046], [0054] * * Abbildungen 3-7 *	1-4,7, 9-14	INV. F01D17/16
A	DE 10 2013 222980 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 11. Juni 2015 (2015-06-11) * Zusammenfassung * * Absatz [0018] - Absatz [0019] * * Absatz [0033] * * Absatz [0056] - Absatz [0058] * * Abbildungen 2,3 *	1-14	
A	EP 2 816 198 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 24. Dezember 2014 (2014-12-24) * Zusammenfassung * * Abbildungen 3,5 *	1-14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. Januar 2016	Prüfer Mielimonka, Ingo
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 : nichtschriftliche 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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 15 17 9449

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.

12-01-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2011293406 A1	01-12-2011	CA 2748830 A1	15-07-2010
			CN 102272458 A	07-12-2011
			EP 2376790 A1	19-10-2011
			FR 2941018 A1	16-07-2010
			JP 5596703 B2	24-09-2014
			JP 2012514712 A	28-06-2012
			RU 2011133198 A	20-02-2013
20			US 2011293406 A1	01-12-2011
			WO 2010079204 A1	15-07-2010
	DE 102013222980 A1	11-06-2015	DE 102013222980 A1	11-06-2015
			US 2015192025 A1	09-07-2015
25	EP 2816198 A1	24-12-2014	DE 102013211629 A1	08-01-2015
			EP 2816198 A1	24-12-2014
			US 2015016984 A1	15-01-2015
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

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

- US 20110293406 A1 [0002]