

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 650 483 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.10.2013 Patentblatt 2013/42

(51) Int Cl.:
F01D 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 13161514.8

(22) Anmeldetag: 28.03.2013

(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

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

(72) Erfinder: **Böck, Alexander
82288 Kottgeisering (DE)**

(30) Priorität: 13.04.2012 DE 102012206126

(54) **Laufschaufel sowie Strömungsmaschine**

(57) Offenbart sind eine Laufschaufel für eine Strömungsmaschine, insbesondere ein Flugzeugtriebwerk, mit einem Innendeckband, die eine vordere Verlängerung zur Bildung einer axialen Überlappung mit einer stromaufwärtsigen Leitschaufel aufweist und an der zumindest

ein Strömungsleitelement zum Umlenken eines Lekagestroms einer Kühlluftströmung in Umfangsrichtung angeordnet ist, wobei das zumindest eine Strömungsleitelement über eine Vorderkante der Verlängerung hinausgeführt ist, sowie eine Strömungsmaschine mit einer Vielzahl von derartigen Laufschaufeln.

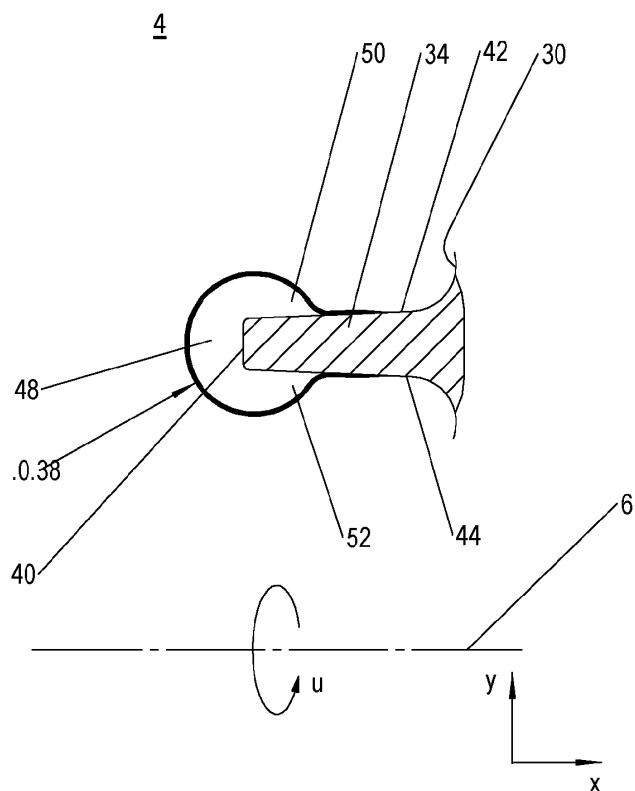


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Laufschaufel für eine Strömungsmaschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Strömungsmaschine.

[0002] Es ist im Triebwerksbau allgemein bekannt, dass der Turbinenwirkungsgrad gesteigert werden kann, wenn ein Leckagestrom einer bspw. kompressorseitig abgezweigten Kühlluftströmung zwischen Leit- und Laufschaufeln in eine Heißgasströmung eingeleitet wird. Eine derartige Einleitung ist bspw. in dem Patent US 7,244,104 B2 beschrieben. In dem Patent wird vorgeschlagen, an einer stromaufwärtigen bzw. vorderen Verlängerung eines Laufschaufelinnendeckbands zur Bildung einer axialen Überlappung mit einer stromaufwärtigen Leitschaufel eine Vielzahl von Strömungsleitelementen in Form von Rippen oder Vertiefungen anzurichten. Die Strömungsleitelemente sind heißgasseitig an der Verlängerung angeordnet und haben einen vorderen Bogenabschnitt und einen hinteren heißgasseitigen Axialabschnitt. Die Bogenabschnitte, die sich in eine axiale Richtung weg von einer Vorderkante der Verlängerung erstrecken und in die axialen Abschnitte übergehen, sind in Rotationsrichtung orientiert. Hierdurch sollen die Strömungsleitelemente den Leckagestrom aus einer fußseitigen Kavität der Leitschaufeln quasi in die Heißgasströmung einschaffen und den Leckagestrom mit einer Umfangsgeschwindigkeit beaufschlagen, die etwa der Umfangsgeschwindigkeit des Innendeckbandes entspricht. Grundsätzlich problematisch dabei ist jedoch, wie dem Leckagestrom die Umfangsgeschwindigkeit aufgeprägt werden kann, ohne dass dabei ein Heizgaseinzug in die fußseitige Kavität erfolgt, was zu einer Überhitzung der Leit- und Laufschaufeln im Fußbereich führen könnte.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Laufschaufel zu schaffen, die eine optimierte Einleitung eines Leckagestroms in einen Heißgasstrom ermöglicht und einen Heizgaseinzug wirkungsvoll verhindert, sowie eine Strömungsmaschine mit einem verbesserten Wirkungsgrad zu schaffen.

[0004] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Laufschaufel für eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11.

[0005] Eine erfindungsgemäße Laufschaufel für eine Strömungsmaschine, insbesondere ein Flugzeugtriebwerk, hat ein Innendeckband mit einer vorderen Verlängerung zur Bildung einer axialen Überlappung mit einer stromaufwärtigen Leitschaufel, an der zumindest ein Strömungsleitelement zum Umlenken eines Leckagestroms einer Kühlluftströmung in Umfangsrichtung angeordnet ist. Erfindungsgemäß ist das zumindest eine Strömungsleitelement in axialer Richtung über eine Vorderkante der Verlängerung hinausgeführt.

[0006] Durch das zumindest eine über die Vorderkante in axialer Richtung hinausgeführte Strömungsleitelement wird dem Leckagestrom frühzeitig eine Geschwindigkeit in Umfangsrichtung und somit in Rotationsrich-

tung der Laufschaufel aufgeprägt. Der Leckagestrom wird mit einem Drall in eine Heißgasströmung eingeleitet, wodurch die Einleitung des Leckagestroms verbessert wird. Ein Heißgaseinzug aus der Heißgasströmung in Richtung der Kühlluftströmung wird wirkungsvoll verhindert. Bevorzugterweise wird das zumindest eine Strömungsleitelement integral mit der Verlängerung ausgebildet. Das zumindest eine Strömungsleitelement kann geradlinig, bogenartig, wellenartig oder ähnlich gestaltet sein. Zu beachten ist, dass das Strömungsleitelement aufgrund von Wärmedehnungen nicht auf einen axial gegenüberliegenden Leitschaufelabschnitt aufläuft, so dass eventuell ein axialer Abstand zwischen der Vorderkante und dem axial gegenüberliegenden Leitschaufelabschnitt zu vergrößern ist.

[0007] Bei einem Ausführungsbeispiel schließt das zumindest eine Strömungsleitelement bündig mit einer Heißgasseite und mit einer KühlLuftseite der Verlängerung ab. Hierdurch ist das zumindest eine Strömungsleitelement quasi als ein axialer Finger ausgebildet. Bei einer Vielzahl von Strömungsleitelementen hat die Vorderkante eine kammartige Gestalt. Die fingerartige Ausbildung hat den Vorteil, dass die Verlängerung durch das zumindest eine Strömungsleitelement in radialer Richtung nicht aufgedickt wird, sondern eine ihrer ursprünglichen Dicke bzw. Höhe aufweisende radiale Erstreckung hat. Ein bestehender radialer Blendenspalt wird somit durch das zumindest eine Strömungsleitelement nicht verkleinert und muss somit auch nicht neu eingestellt werden.

[0008] Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel steht das Strömungsleitelement über die Heißgasseite und über die KühlLuftseite in radialer Richtung hervor. Hierdurch hat das zumindest eine Strömungsleitelement eine paddelartige Gestalt. Dieses Ausführungsbeispiel hat gegenüber dem vorgenannten fingerförmigen Ausführungsbeispiel den Vorteil, dass eine Wirkfläche des Strömungsleitelements vergrößert ist. Allerdings können zur Realisierung dieses paddelartigen Strömungselementen konstruktive Änderungen zur radialen Spalthaltung notwendig sein, um zu verhindern, dass das zumindest eine Strömungsleitelement aufgrund von Wärmeausdehnungen in radialer Richtung auf benachbarte radiale Leitschaufelabschnitte bzw. Bauteile aufläuft.

[0009] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel hat das zumindest eine Strömungsleitelement einen heißgasseitigen Abschnitt, der auf der Heißgasseite geführt ist. Das Strömungsleitelement ist somit heißgasseitig in eine Richtung weg von der Vorderkante verlängert. Hierdurch kann die aerodynamische Wirkung des Strömungsleitelements weiter verstärkt werden. Je nach Anstellung des heißgasseitigen Abschnitts in axialer Richtung kann der Leckagestrom auf eine Geschwindigkeit in Umfangrichtung beschleunigt werden, die größer als die Umfangsgeschwindigkeit des Innendeckbandes ist, so dass sichergestellt ist, dass dem Leckagestrom keine Geschwindigkeit kleiner bzw. wesentlich kleiner als die Umfangsgeschwindigkeit aufgeprägt wird. Gleichzeitig

bewirkt die Erstreckung des zumindest einen Strömungsleitelements auf die Verlängerung eine strukturmechanische Stabilisierung der Verlängerung, so dass diese zumindest im Bereich des Strömungsleitelements querschnittsreduziert und somit gewichtsoptimiert ausgeführt werden kann. Das zumindest eine Strömungsleitelement dieses Ausführungsbeispiels wirkt somit auch als Versteifungsstruktur in Form einer Rippe. Da das zumindest eine rippenartige Strömungsleitelements die Verlängerung zumindest abschnittsweise radial außen aufdickt, können zur radialen Spalthaltung konstruktive Änderungen notwendig sein, die den verkleinerten ursprünglichen radialen Abstand ausgleichen. Beispielsweise kann es notwendig sein, die Verlängerung zur radialen Spalthaltung radial nach innen zu versetzen.

[0010] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel hat das zumindest eine Strömungsleitelement einen kühlluftseitigen Abschnitt, der auf der Kühlluftseite geführt ist. Hierdurch wird der Leckagestrom bereits im Bereich der Kühlluftseite mit einem Drall beaufschlagt. Zur Beschleunigung des Leckagestrom auf eine Geschwindigkeit in Umfangrichtung, die größer als die Umfangsgeschwindigkeit des Innendeckbandes ist, ist das zumindest eine kühlluftseitige rippenartige Strömungsleitelement entgegengesetzt zum vorgenannten heißgasseitigen rippenartigen Strömungsleitelement in axialer Richtung anzustellen. Da das zumindest eine rippenartige Strömungsleitelement die Verlängerung zumindest abschnittsweise radial innen aufgedickt, können zur radialen Spalthaltung konstruktive Änderungen notwendig sein.

[0011] Bei einem Ausführungsbeispiel hat das zumindest eine Strömungsleitelement einen heißgasseitigen Abschnitt und einen kühlluftseitigen Abschnitt. Ein derartig U-förmiges Strömungsleitelement hat den Vorteil, dass der Leckagestrom kühlluftseitig, vorderkantenseitig und heißgasseitig von dem zumindest einem Strömungsleitelement beeinflusst wird.

[0012] Bevorzugterweise sind der heißgasseitige Abschnitt und der kühlluftseitige Abschnitt in Rotationsrichtung betrachtet entgegengesetzt zueinander angestellt. Hierdurch wird der Leckagestrom kühlluftseitig und heißgasseitig mit einer gleichgerichteten Geschwindigkeitskomponente beaufschlagt. Insbesondere ist entgegen der Rotationsrichtung betrachtet der heißgasseitige Abschnitt vor dem kühlluftseitigen Abschnitt angeordnet.

[0013] Insbesondere aus strukturmechanischen und aus fertigungstechnischen Gründen kann es vorteilhaft sein, wenn der heißgasseitige Abschnitt und/oder der kühlluftseitige Abschnitt über die gesamte Länge der Verlängerung geführt ist/sind. Somit ist es möglich, die Verlängerung aufgrund der stabilisierenden Wirkung des zumindest einen Strömungsleitelements zumindest abschnittsweise dünner und somit gewichtsoptimierter auszubilden, wodurch die Rotormasse reduziert werden kann.

[0014] Aus radialer Spalthaltungssicht ist es vorteilhaft sein, wenn der heißgasseitige und/oder der kühlluftseitige Abschnitt parallel bzw. im Wesentlichen parallel zum

jeweils radial gegenüberliegenden Leitschaufelabschnitt bzw. Bauteil verlaufen. Es wird daher bevorzugt, wenn der heißgasseitige und/oder der kühlluftseitige Abschnitt eine konstante Höhe hat/haben. Die Höhe des zumindest einen Strömungsleitelements kann jedoch auch variieren. Dann wird es jedoch, um die Trennwirkung der Blendenspalte nicht negativ zu beeinflussen, bevorzugt, wenn das zumindest eine Strömungsleitelement jenseits der Vorderkante flach ausgebildet ist.

[0015] Die Drallbeaufschlagung bzw. aerodynamische Wirkung des Leckagestroms kann zusätzlich durch die Anzahl der Strömungsleitelemente pro Verlängerung beeinflusst werden. So sind bei einem Ausführungsbeispiel mehrere Strömungsleitelemente in Umfangsrichtung betrachtet nebeneinander an einer Verlängerung angeordnet.

[0016] Eine bevorzugte Strömungsmaschine hat zumindest eine Laufschaufelreihe mit einer Vielzahl von den erfindungsgemäßen Laufschaufeln. Eine derartige

Strömungsmaschine zeichnet sich durch einen verbesserten Wirkungsgrad gegenüber einer Strömungsmaschine mit herkömmlichen Laufschaufelreihen aus. Wesentliche konstruktive Änderungen der zu dieser Laufschaufelreihe benachbarten Bauteilen wie Leitschaufelreihen und Systemen sind nicht erforderlich. Je nach Ausbildung der Strömungsleitelemente sind lediglich geringfügige konstruktive Änderungen zur Spalthaltung bzw. zur Einstellung der Blendenspalte notwendig.

[0017] Sonstige vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

[0018] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand stark vereinfachter schematischer Darstellungen näher erläutert. Es zeigen:

35 Figur 1 ein erfindungsgemäßes fingerförmiges Strömungsleitelement einer Laufschaufel,

Figur 2 ein paddelartiges Strömungsleitelement,

40 Figur 3 beispielhafte weitere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Strömungsleitelements,

Figur 4 ein weiteres paddelartiges Strömungsleitelement,

45 Figur 5 ein Strömungsleitelement mit einem heißgasseitigen Abschnitt,

Figur 6 ein Strömungsleitelement mit einem kühlluftseitigen Abschnitt, und

Figur 7 ein Strömungsleitelement mit einem heißgasseitigen und einem kühlluftseitigen Abschnitt.

55 **[0019]** Figur 1 zeigt einen Axialschnitt durch eine Strömungsmaschine 1 im Bereich einer Leitschaufel 2 und einer stromabwärtigen Laufschaufel 4. Die Strömungs-

maschine ist bevorzugterweise ein Flugzeugtriebwerk, kann jedoch auch eine stationäre Gasturbine sein. Die Leitschaufel 2 ist fußseitig an einem nicht gezeigten Gehäuseabschnitt bzw. Leitschaufeltragring befestigt und bildet mit einer Vielzahl von weiteren Leitschaufeln 2 eine feststehende Leitschaufelreihe, die eine um eine Rotationsachse 6 rotierende Rotornabe (nicht dargestellt) umgreift. Die Laufschaufel 4 ist fußseitig, bspw. über ein Scheibenelement, mit der Rotornabe verbunden und bildet mit einer Vielzahl von weiteren Laufschaufeln 4 eine mit der Rotornabe um die Rotationsachse 6 rotierende Laufschaufelreihe. Eine Rotationsrichtung bzw. Umfangsrichtung ist durch den mit dem Bezugszeichen u bezeichneten Pfeil kenntlich gemacht.

[0020] Die Leitschaufel 2 hat eine Plattform 8, die sich von einer Schaufelblattspitze 10 erstreckt und eine radial innere Begrenzung eines Heißgaspfades darstellt. Der Heißgaspfad wird von einer Heißgasströmung 12 axial (x- Richtung) durchströmt. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel durchströmt die Heißgasströmung die Strömungsmaschine 1 von links nach rechts. Zur Stabilisierung der Plattform 8 weist diese eine Vielzahl von Stegen 14 auf, die an einer von der Schaufelblattspitze 10 abgewandten Seite angeordnet sind. Bei ausreichen- der Eigenstabilität der Plattform 8 können die Stege jedoch auch entfallen.

[0021] Von der Plattform 8 erstreckt sich ein radial nach innen gerichteter Befestigungsflansch 16 zur Befestigung der Leitschaufel 2 an einem die Rotornabe umgreifenden feststehenden Verbindungsring (nicht gezeigt). Der Befestigungsflansch 16 ist von einer Hinterkante 18 der Plattform 8 beabstandet und begrenzt mit der Plattform 8 einen Ringraum 20. An dem Befestigungsflansch 16 ist ein Umfangsblech 22 angebunden, welches den Ringraum 20 in Richtung der Rotornabe begrenzt und somit den Ringraum 20 in eine radial äußere Kavität und in eine radial innere Kavität unterteilt.

[0022] Die Laufschaufel 4 hat ein Innendeckband 24, das zwischen einem Schaufelhals 26 bzw. Schaufelschaft und einem Schaufelblatt 28 angeordnet ist und eine innere radiale Begrenzung des Heißgaspfads darstellt. Es befindet sich in dem gezeigten Ausführungsbeispiel etwa auf der gleichen radialen Position wie die Plattform 8. Die Laufschaufel 4 und die Leitschaufel 2 sind in axialer Richtung derart zueinander angeordnet, dass zwischen der Hinterkante 18 der Plattform 8 und einer äußeren Stirnfläche 30 des Innendeckbandes 24 ein Ringspalt 32 gebildet ist, durch den grundsätzlich ein Gasaustausch zwischen der Heißgasströmung 12 und einer nabenseitigen Kühlluftströmung (nicht gezeigt) erfolgen kann. Zum nahezu vollständigen konstruktiven Abdichten des Ringspalts 32 in radialer Richtung (y- Richtung) weist das Innendeckband 24 eine vordere Verlängerung 34 zur Bildung einer axialen Überlappung mit der Leitschaufel 2 bzw. mit deren Plattform 8 auf. Die Verlängerung 34 erstreckt sich von der äußeren Stirnfläche 30 in Richtung der Leitschaufel 2 und hat eine derartige Länge, dass sie in den Ringraum 20 bzw. die äußere Kavität

zwischen die Plattform 8 und das Umfangsblech 22 ein- taucht.

[0023] Zur Vermeidung eines Heißgaseinzugs wird durch den Ringspalt 32 ein Leckagestrom 36 der Kühl- luftströmung in die Heißgasströmung 12 eingeblasen. Erfindungsgemäß ist zum Einleiten des Leckagestroms 36 mit einem Drall in die Heißgasströmung 12 bzw. zum Aufprägen der Umfangsgeschwindigkeit des Innendeck- bandes 24 auf den Leckagestrom 36 zumindest ein Strö- mungsleitelement 38 vorgesehen. Gleichzeitig wird durch die drallbeaufschlagte Einleitung des Leckage- stroms 36 in die Heißgasströmung der Maschinenwir- kungsgrad verbessert.

[0024] In dem in Figur 1 gezeigten ersten Ausführungs- beispiel ist das Strömungsleitelement 38 als ein finger- förmiger Vorsprung ausgebildet, der sich im Wesentli- chen in axialer Richtung von einer Vorderkante 40 der vorderen Verlängerung 34 erstreckt. Der Vorsprung bzw. das Strömungsleitelement 38 ist vorzugsweise geradlinig ausgebildet, kann jedoch beispielsweise in Umfangs- richtung u auch konkav ausgebildet sein. Bei einer Viel- zahl von derartigen fingerförmigen Vorsprüngen 38 weist die Vorderkante 40 eine kammartige Gestalt auf. Bevor- zupterweise geht das Strömungsleitelement 38 bündig in eine Heißgasseite 42 und in eine Kühlluftseite 44 der vorderen Verlängerung 34 über. Er hat somit bei diesem Ausführungsbeispiel eine gleiche radiale Erstreckung wie die vordere Verlängerung 34, so dass sich das Strö- mungsleitelement 38 nicht auf einen radialen Blenden- spalt zwischen der Verlängerung 34 und dem Steg 14 sowie zwischen der Verlängerung 34 und dem Umfangs- blech 22 auswirkt. Je nach der axialer Erstreckung des zumindest einen Strömungsleitelements 38 über die Vor- derkante 38 hinaus ist zur axialen Spalthaltung ein ur- sprünglicher axialer Abstand zwischen der Vorderkante 38 und dem Befestigungsflansch zu vergrößern.

[0025] Bei einem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Strömungsleitelement 38 als ein vorderkan- tenseitiger Vorsprung ausgebildet, der in radialer Rich- tung über die Heißgasseite 42 und über die Kühlluftseite 44 hinausgeführt ist. Hierdurch hat dieses Strömungsleitelement 38 eine paddelartige und insbesondere eine halbmondartige Gestalt. Insbesondere hat das Strö- mungsleitelement 38 ebene Außenflächen. Vorzugswei- se ist das Strömungsleitelement 38 in axialer Richtung x und in radialer Richtung y nicht angestellt (axialer An-stellwinkel und radialer Anstellwinkel = 0°). Es kann je- doch auch in axialer Richtung x und/oder in radialer Rich- tung y angestellt sein (axialer Anstellwinkel und/oder ra- dialer Anstellwinkel ≠ 0°).

[0026] Aufgrund der radialen Verlängerung des Strö- mungsleitelements 38 über die Heißgasseite 42 und die Kühlluftseite 44 hinaus hat das zumindest eine Strö- mungsleitelement 38 nach Figur 2 eine gegenüber dem vorhergehenden fingerförmigen Ausführungsbeispiel nach Figur 1 vergrößerte Wirkfläche zur Drallbeaufschla- gung des Leckagestroms 36. Zur radialen Spalthaltung bzw. um ein Auflaufen des Strömungsleitelements 38 auf

den Steg 14 und das Umfangsblech aufgrund von Wärmeausdehnungen zu verhindern, kann es notwendig sein, die Verlängerung 34 und das Umfangsblech 22 gegenüber dem fingerförmigen Ausführungsbeispiel nach Figur 1 radial nach innen zu versetzen (nicht gezeigt). Da sich das zumindest eine Strömungsleitelement 38 auch in Richtung des Umfangsbleches 22 erstreckt, ist dann das Umfangsblech 22 bei axialsymmetrischer Ausbildung des Strömungsleitelements 38 im Vergleich zur Verlängerung 34 um den zweifachen Weg radial nach innen zu versetzen.

[0027] In Figur 3 sind weitere Ausführungsbeispiele des Strömungsleitelements 38 skizziert. Diese haben im Unterschied zu den vorgenannten Ausführungsbeispielen nach den Figuren 1 und 2 zusätzlich eine rippenartige Erstreckung in Richtung eines Schaufelhalses 26 bzw. einer radial äußeren Stirnfläche 30 sowie einer radial inneren Stirnfläche 46 des Schaufelhalses 26. Insofern haben diese Strömungsleitelemente 38 einen in axialer Richtung x über eine Vorderkante 40 hinausragenden Kopfabschnitt 48 und einen sich von dem Kopfabschnitt in Richtung des Schaufelhalses 26 erstreckenden heißgasseitigen Abschnitt 50 und/oder einen kaltgasseitigen Abschnitt 52. Die Abschnitte 50, 52 können sich wie durch die gestrichelten Linien angedeutet nur über einen Längenbereich der Verlängerung 34 erstrecken oder in die Stirnflächen 30, 46 übergehen.

[0028] Wenn die Abschnitte 50, 52 nur über einen Längenbereich der Verlängerung 34 geführt sind, wird es aus strukturmechanischen Gründen bevorzugt, wenn diese stufenlos, bspw. rampenartig, in die Heißgasseite 42 bzw. Kühlluftseite 44 übergehen. Wenn sich die Abschnitte 50, 52 bis zum Schaufelhals 26 erstrecken wird es bevorzugt, wenn diese eine konstante Höhe bzw. Erstreckung in radialer Richtung haben. Durch die Abschnitte 50, 52 wird die Wirkfläche des zumindest einen Strömungsleitelements 38 im Vergleich zum zweiten Ausführungsbeispiel nach Figur 2 weiter vergrößert, was sich positiv auf die Drallbeaufschlagung des Leckagestroms 36 auswirkt. Zudem ist das Strömungsleitelement 38 durch das Umgreifen der Vorderkante 40 im Unterschied zu den vorhergehenden Ausführungsbeispielen nach den Figuren 1 und 2 stabilisiert.

[0029] In Figur 4 ist ein Ausführungsbeispiel des Strömungsleitelements 38 mit einem heißgasseitigen Abschnitt 50 und mit einem kühlluftseitigen Abschnitt 52 gezeigt, die sich lediglich über einen Längenbereich einer Verlängerung 34 erstrecken. Das Strömungsleitelement 38 umgreift eine Vorderkante 34 U-förmig und geht stufenlos in eine Heißgasseite 42 und in eine Kühlluftseite 44 über. Beispielsweise ist das Strömungsleitelement 38 in Seitenansicht eine ebene Kreisscheibe, die im Bereich der Heißgasseite 42 und der Kühlluftseite 44 durch die Verlängerung 34 unterbrochen ist. Somit hat dieses paddelartige Strömungsleitelement 38 eine vollmondartige Gestalt mit einem Kopfabschnitt 48 und mit zwei quasi Auslaufabschnitten 50, 52. Aufgrund der Verlängerung des Strömungsleitelements 38 auf die

Heißgasseite 42 und auf die Kühlluftseite 44 hat dieses Ausführungsbeispiel bei gleicher Erstreckung in radialer Richtung eine größere Wirkfläche als das Ausführungsbeispiel nach Figur 2.

[0030] Vorzugsweise ist das zumindest eine Strömungsleitelement 38 in axialer Richtung x und in radialer Richtung y nicht angestellt. Es kann jedoch auch in axialer Richtung x oder in radialer Richtung y angestellt bzw. positiv oder negativ geneigt sein. Zur radialen Spalthaltung können die Verlängerung 34 und ein Umfangsblech 22 analog zum Ausführungsbeispiel nach Figur 2 radial nach innen versetzt.

[0031] In Figur 5 ist ein Ausführungsbeispiel eines rippenartigen Strömungsleitelements 38 gezeigt, das sich in axialer Richtung x über eine Vorderkante 40 einer Verlängerung 34 hinaus erstreckt, wobei es mit seinem Kopfabschnitt 48 bündig mit einer Kühlluftseite 44 abschließt und mit seinem heißgasseitigen Abschnitt 50 bis zur äußeren Stirnfläche 30 geführt ist. Hierdurch hat dieses Strömungsleitelement 38 in Seitenansicht eine L-förmige Gestalt.

[0032] Der heißgasseitige Abschnitt 50 hat bevorzugterweise eine längliche geradlinige Gestalt mit einer konstanten Höhe. Er ist auf einer Heißgasseite 44 der Verlängerung 34 in axialer Richtung x angestellt. Der Kopfabschnitt 48 ist in axialer Richtung x bevorzugterweise nicht angestellt.

[0033] Die Schrägstellung des heißgasseitigen Abschnitts 50 ist bei diesem Ausführungsbeispiel derart, dass entgegen der Rotationsrichtung u betrachtet der heißgasseitige Abschnitt 50 vor dem Kopfabschnitt 48 angeordnet ist. Der heißgasseitige Abschnitt 50 tritt somit ausgehend vom Kopfabschnitt 48 aus der Zeichnungsebene aus. Durch die Schrägstellung wird der Leckagestrom 36 beim Austreten aus der äußeren Kavität auf eine Geschwindigkeit in Umfangsrichtung u beschleunigt, die gleich bzw. geringfügig größer als die Umfangsgeschwindigkeit des Innendeckbandes 24 ist.

[0034] Zur radialen Spalthaltung bzw. um ein Auflaufen des Strömungsleitelements 38 auf den Steg 14 und das Umfangsblech 22 aufgrund von Wärmeausdehnungen zu verhindern, können, sofern notwendig, die Verlängerung 34 und ein Umfangsblech 22 gegenüber dem fingerförmigen Ausführungsbeispiel nach Figur 1 radial nach innen versetzt sein (nicht gezeigt). Da das zumindest eine rippenartige Strömungsleitelement 38 vorderkantenseitig und heißgasseitig angeordnet ist und somit ein ursprünglicher radialer Abstand zwischen der Verlängerung 34 und dem Umfangsblech 22 nicht verkleinert wird, kann dann das Umfangsblech 22 um den gleichen radialen Weg wie die Verlängerung 34 radial nach innen versetzt werden.

[0035] In Figur 6 ist ein Ausführungsbeispiel eines rippenartigen Strömungsleitelements 38 gezeigt, dass sich in axialer Richtung x über eine Vorderkante 40 einer Verlängerung 34 hinaus erstreckt, wobei es mit seinem Kopfabschnitt 48 bündig mit einer Heißgasseite 42 abschließt und mit seinem kühlluftseitigen Abschnitt 52 bis zur in-

neren Stirnfläche 46 geführt ist. Hierdurch hat dieses Strömungsleitelement 38 in Seitenansicht ebenfalls eine L-förmige Gestalt.

[0036] Der kühlluftseitige Abschnitt 52 hat bevorzugterweise eine konstante Höhe und ist geradlinig ausgebildet. Er ist auf einer Heißgasseite 44 der Verlängerung 34 in axialer Richtung x angestellt. Der Kopfabschnitt 48 ist in axialer Richtung x bevorzugterweise nicht ange stellt.

[0037] Zur Beschleunigung des Leckagestroms 36 auf eine Geschwindigkeit, die in etwa bzw. geringfügig größer als die Umfangsgeschwindigkeit des Innendeckbades 24 ist, ist die Schrägstellung des kühlluftseitige Abschnitts 52 bei diesem Ausführungsbeispiel derart, dass entgegen der Rotationsrichtung betrachtet der kühl luftseitige Abschnitt 52 hinter dem Kopfabschnitt 48 angeordnet ist. Der kühl luftseitige Abschnitt 52 tritt also ausgehend vom Kopfabschnitt 48 in die Zeichnungsebene ein.

[0038] Zur radialen Spalthaltung kann, sofern notwendig, ein Umfangsblech 22 gegenüber dem fingerförmigen Ausführungsbeispiel nach Figur 1 radial nach innen versetzt sein (nicht gezeigt). Da das zumindest eine rippenartige Strömungsleitelement 38 vorderkantenseitig und kühl luftseitig angeordnet ist und somit ein ursprünglicher radialer Abstand zwischen der Verlängerung 34 und dem Steg 14 nicht verkleinert wird, muss die Verlängerung 34 dabei radial nicht nach innen versetzt werden.

[0039] In Figur 7 ist eine Draufsicht auf einen abgewinkelten Umfangsabschnitt einer Laufschaufelreihe im Bereich einer vorderen Verlängerung 34 gezeigt, die mit einem weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Strömungsleitelements 38 versehen ist. Gemäß der Darstellung in Figur 3 umgreift das Strömungsleitelement 38 mit seinem Kopfabschnitt 48 beidseits eine Vorderkante 40 der Verlängerung 34 und ist mit einem heißgasseitigen Abschnitt 50 und mit einem kühl luftseitigen Abschnitt 52 bis zur äußeren und inneren Stirnfläche 30, 46 geführt. Die Abschnitt 50, 52 haben vorzugsweise eine einheitliche konstante Höhe und sind geradlinig ausgebildet. Sie sind in axialer Richtung x schräg angestellt und insbesondere derart zueinander orientiert, dass sie sich diagonal entgegengesetzt vom Kopfabschnitt 48 in Richtung der Stirnflächen 30, 46 erstrecken. Der Kopfabschnitt 48 ist in axialer Richtung x vorzugsweise nicht angestellt.

[0040] Die Schrägstellung der Abschnitte 50, 52 ist bei diesem Ausführungsbeispiel derart, dass entgegen der Rotationsrichtung u betrachtet der heißgasseitige Abschnitt 50 vor dem kühl luftseitigen Abschnitt 52 angeordnet ist. Der heißgasseitige Abschnitt 50 tritt somit ausgehend vom Kopfabschnitt 48 aus der Zeichnungsebene und der kühl luftseitige Abschnitt 52 tritt ausgehend vom Kopfabschnitt 48 in die Zeichnungsebene ein. Somit hat dieses Strömungsleitelement 38 in der Seitenansicht eine rippenartige und insbesondere V-förmige Gestalt mit zwei gegeneinander verschwenkten Gabelabschnitten 50, 52.

[0041] Offenbart sind eine Laufschaufel für eine Strömungsmaschine, insbesondere ein Flugzeugtriebwerk, mit einem Innendeckband, die eine vordere Verlängerung zur Bildung einer axialen Überlappung mit einer stromaufwärts Leitschaufel aufweist und an der zumindest ein Strömungsleitelement zum Umlenken eines Leckagestroms einer Kühl luftströmung in Umfangsrichtung angeordnet ist, wobei das zumindest eine Strömungsleitelement über eine Vorderkante der Verlängerung hinausgeführt ist, sowie eine Strömungsmaschine mit einer Vielzahl von derartigen Laufschaufeln.

Bezugszeichenliste

15 **[0042]**

1	Strömungsmaschine
2	Leitschaufel
4	Laufschaufel
5	5
6	Rotationsachse
8	Plattform
10	Schaufelblattspitze
12	Heißgasströmung
14	Steg
16	Befestigungsflansch
18	Hinterkante
20	Ringraum
22	Umfangsblech
24	Innendeckband
26	Schaufelhals
28	Schaufelblatt
30	äußere Stirnfläche
32	Ringspalt
34	vordere Verlängerung
36	Leckagestrom
38	Strömungsleitelement
40	Vorderkante
42	Heißgasseite
44	Kühl luftseite
46	innere Stirnfläche
48	Kopfabschnitt
50	heißgasseitiger Abschnitt
52	kühl luftseitiger Abschnitt
x	axiale Richtung
y	radiale Richtung
55	u
	Umfangsrichtung bzw. Rotationsrichtung

Patentansprüche

1. Laufschaufel (4) für eine Strömungsmaschine (1), insbesondere ein Flugzeugtriebwerk, mit einem Innendeckband (24), das eine vordere Verlängerung (34) zur Bildung einer axialen Überlappung mit einer

stromaufwärtigen Leitschaufel (2) aufweist und an der zumindest ein Strömungsleitelement (38) zum Umlenken eines Lekkagestroms (36) einer Kühlströmung (36) in Umfangsrichtung (u) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zumindest eine Strömungsleitelement (38) über eine Vorderkante (40) der Verlängerung (34) in axialer Richtung (x) hinausgeführt ist. 5

2. Laufschaufel nach Anspruch 1, wobei das Strömungsleitelement (38) bündig mit einer Heißgasseite (42) und mit einer Kühlströmungsseite (44) der Verlängerung (34) abschließt. 10
3. Laufschaufel nach Anspruch 1, wobei das Strömungsleitelement (38) über die Heißgasseite (42) und die Kühlströmungsseite (44) in radialer Richtung (y) hervorsteht. 15
4. Laufschaufel nach Anspruch 1, wobei das Strömungsleitelement (38) einen heißeitigen Abschnitt (50) hat, der auf der Heißgasseite (42) geführt ist. 20
5. Laufschaufel nach Anspruch 1, wobei das Strömungsleitelement (38) einen kühlströmungsseitigen Abschnitt (52) hat, der auf der Kühlströmungsseite (44) geführt ist. 25
6. Laufschaufel nach Anspruch 1, wobei das Strömungsleitelement (38) einen heißeitigen Abschnitt (50) hat, der auf der Heißgasseite (42) geführt ist, und einen kühlströmungsseitigen Abschnitt (52) aufweist, der auf der Kühlströmungsseite (44) geführt ist. 30
7. Laufschaufel nach Anspruch 6, wobei der heißeitige Abschnitt (50) und der kühlströmungsseitige Abschnitt (52) in Rotationsrichtung (u) betrachtet entgegengesetzt zueinander orientiert sind. 35
8. Laufschaufel nach einem der Ansprüche 4 bis 7, wobei der heißeitige Abschnitt (50) und/oder der kühlströmungsseitige Abschnitt (52) über die gesamte axiale Erstreckung der Verlängerung (34) geführt ist/45 sind. 40
9. Laufschaufel nach einem der Ansprüche 4 bis 8, wobei der heißeitige Abschnitt (50) und/oder der kühlströmungsseitige Abschnitt (52) eine konstante Höhe hat/haben. 50
10. Laufschaufel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verlängerung (34) mit einer Vielzahl von Strömungsleitelementen (38) versehen ist. 55
11. Strömungsmaschine (1) mit einer Laufschaufelreihe mit einer Vielzahl von Laufschaufeln (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

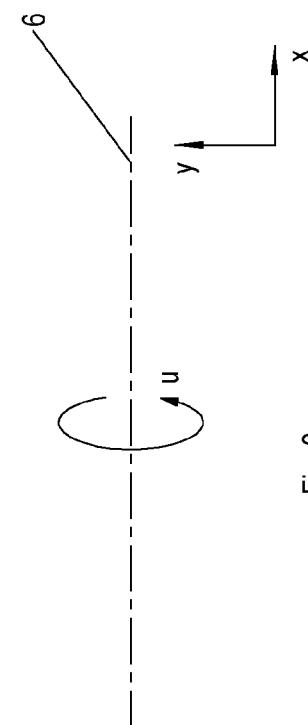
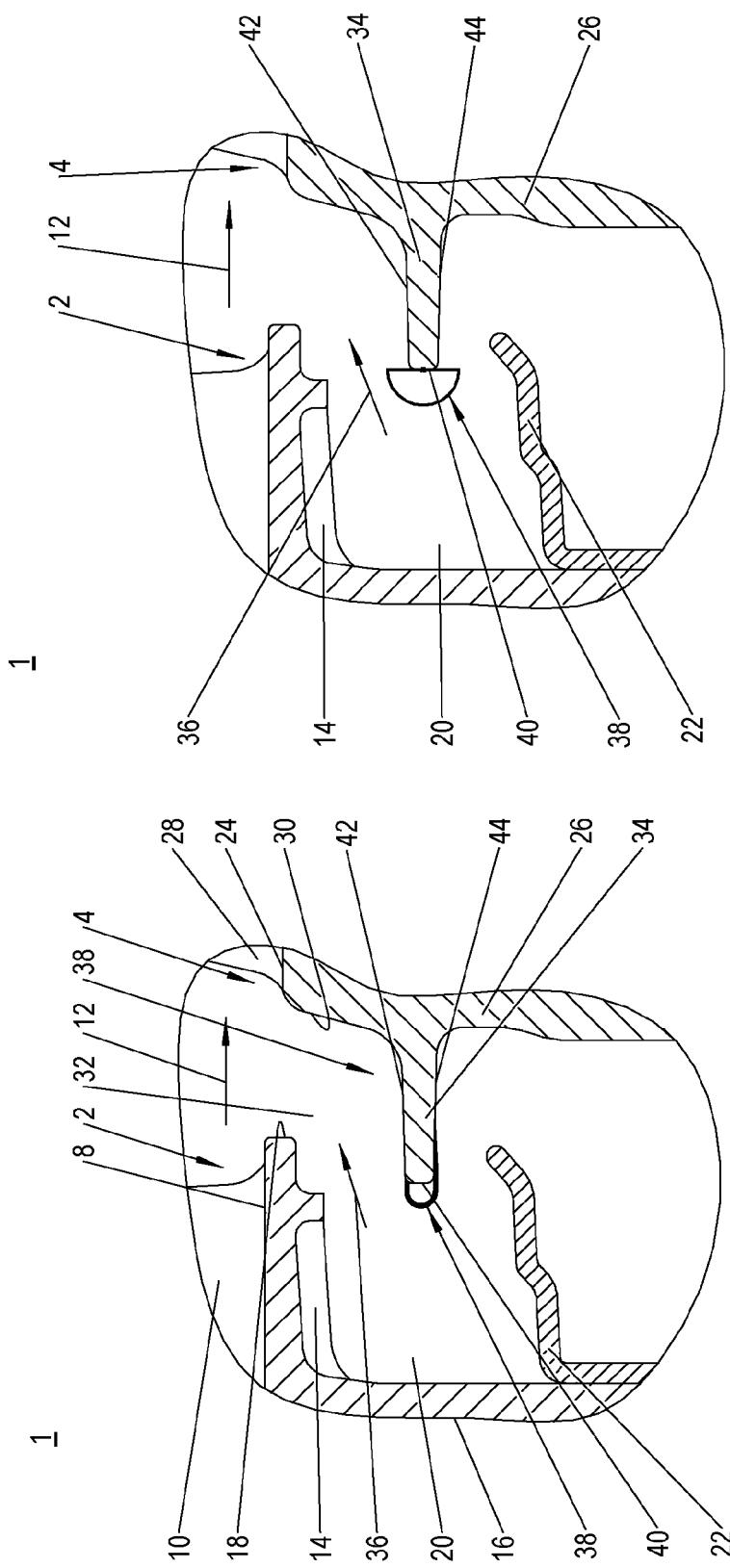


Fig. 2

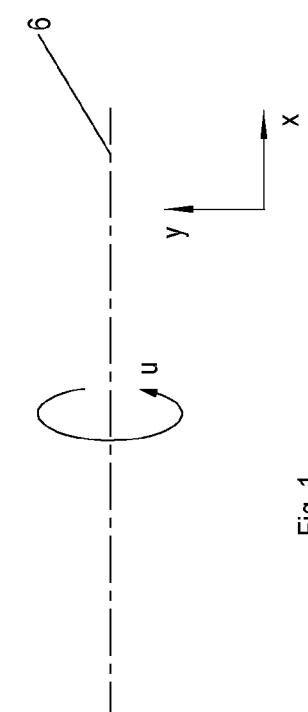


Fig. 1

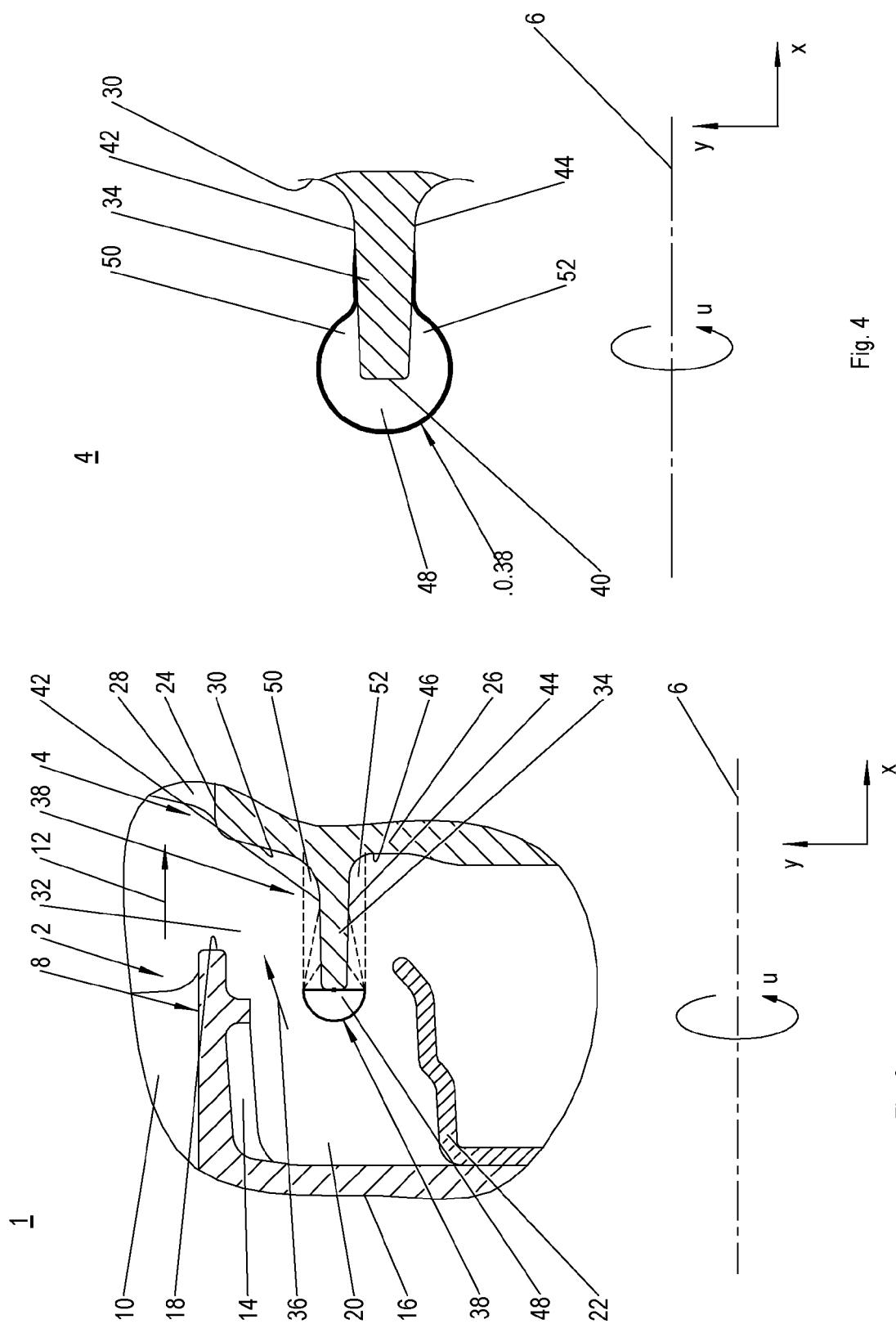


Fig. 3

Fig. 4

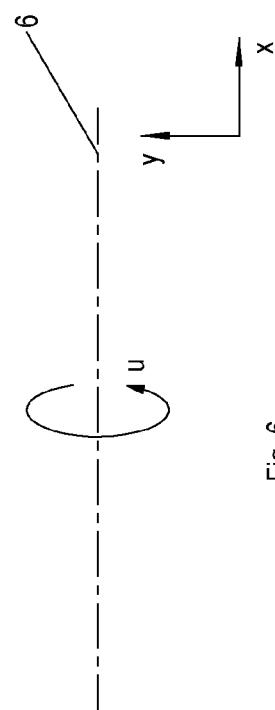
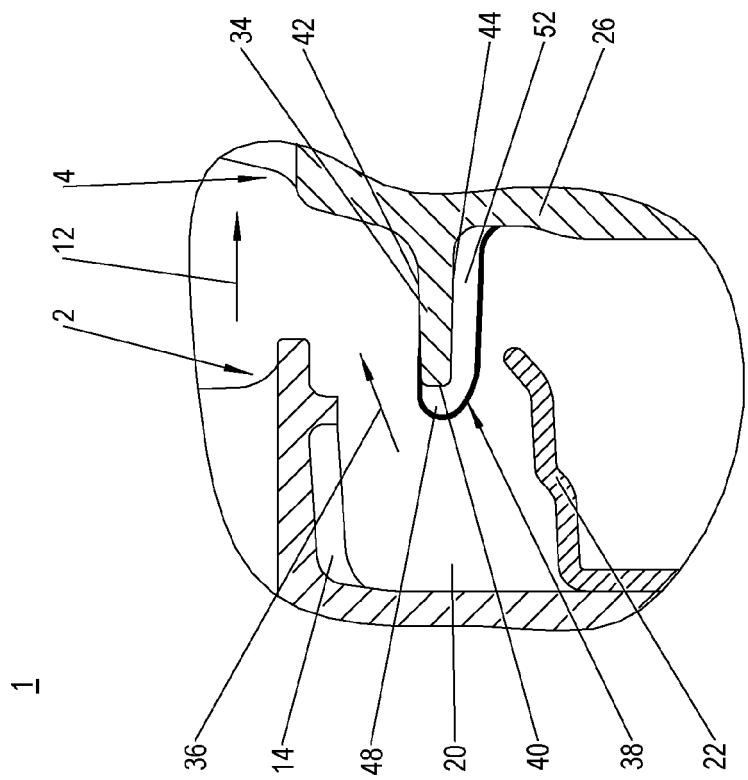


Fig. 6

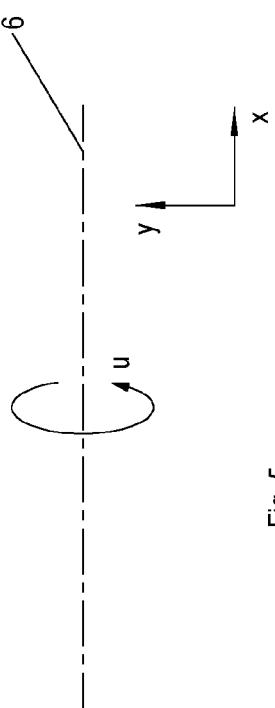
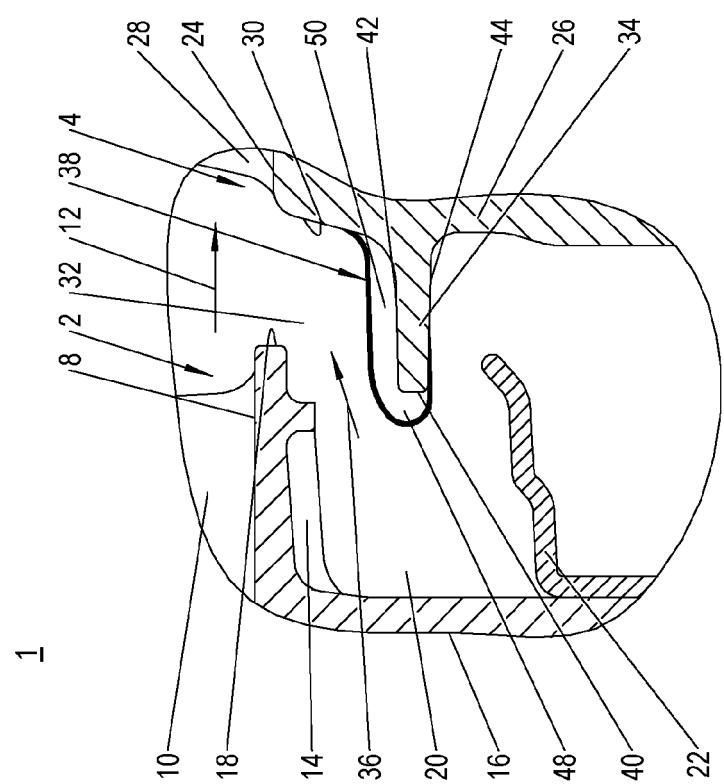


Fig. 5

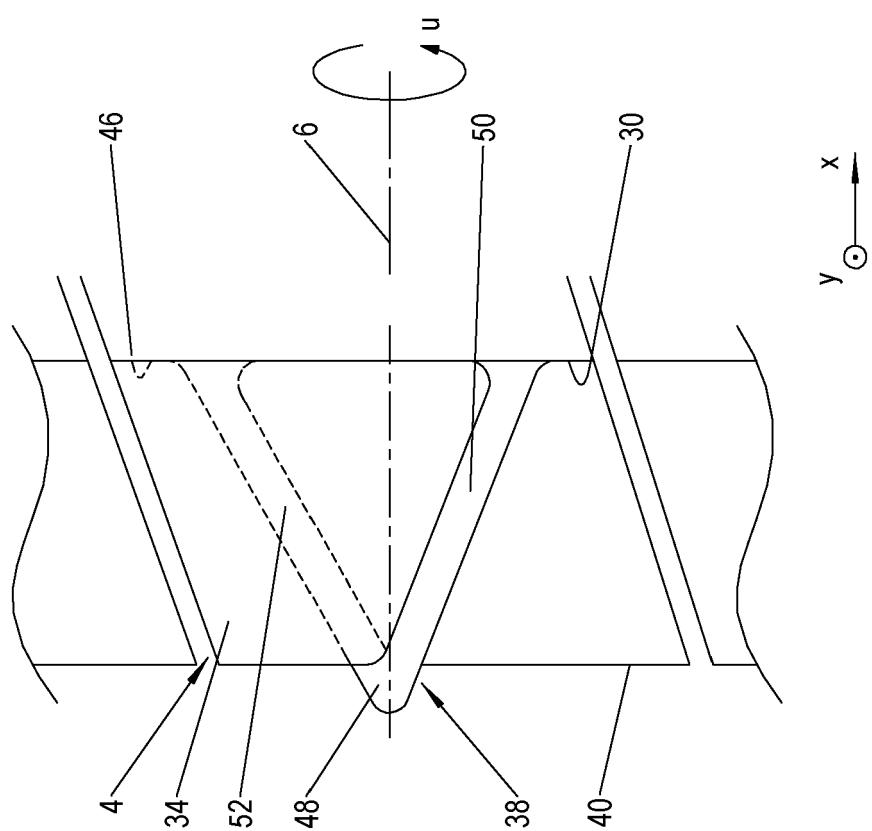


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 16 1514

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2011/243749 A1 (PRAISNER THOMAS J [US] ET AL) 6. Oktober 2011 (2011-10-06)	1-6,8-11	INV. F01D11/00
Y	* Absatz [0025] - Absatz [0036]; Abbildungen 5-11 *	7	
X	DE 10 2007 045951 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 24. April 2008 (2008-04-24)	1-6,8-11	
Y	* Absatz [0023] - Absatz [0030] * * Absatz [0033] - Absatz [0040] * * Absatz [0044] - Absatz [0047]; Anspruch 1; Abbildungen 1,2,7 *	7	
X	US 3 756 740 A (DEICH M ET AL) 4. September 1973 (1973-09-04)	1-6,8-11	
Y	* Spalte 2 - Spalte 4; Anspruch 1; Abbildungen 1-3 *	7	
X	DE 10 2009 040758 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 17. März 2011 (2011-03-17)	1-11	
Y	* Absatz [0025] - Absatz [0035]; Ansprüche 1-8; Abbildungen 1-5 *	7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	EP 1 471 211 A2 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 27. Oktober 2004 (2004-10-27)	1-11	
Y	* Absatz [0012] - Absatz [0017]; Abbildungen 1-2 *	7	F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 31. Juli 2013	Prüfer Balice, Marco
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			

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

EP 13 16 1514

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.

31-07-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2011243749	A1	06-10-2011	EP 2372102 A2 US 2011243749 A1		05-10-2011 06-10-2011	
DE 102007045951	A1	24-04-2008	CH 703600 B1 CN 101153548 A DE 102007045951 A1 JP 5038835 B2 JP 2008088978 A US 2010119364 A1		29-02-2012 02-04-2008 24-04-2008 03-10-2012 17-04-2008 13-05-2010	
US 3756740	A	04-09-1973	KEINE			
DE 102009040758	A1	17-03-2011	DE 102009040758 A1 WO 2011029420 A1		17-03-2011 17-03-2011	
EP 1471211	A2	27-10-2004	DE 10318852 A1 EP 1471211 A2 US 2005095122 A1		11-11-2004 27-10-2004 05-05-2005	

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 7244104 B2 [0002]