



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.06.2017 Patentblatt 2017/23

(51) Int Cl.:
F01D 25/24 ^(2006.01) **F01D 9/04** ^(2006.01)
B24B 19/14 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16201368.4**

(22) Anmeldetag: **30.11.2016**

(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 MD

(72) Erfinder:
• **Schlemmer, Markus**
84048 Mainburg / Sandelzhausen (DE)
• **Feldmann, Manfred**
82223 Eichenau (DE)
• **Stanka, Rudolf**
84431 Rattenkirchen (DE)
• **Thiele, Oliver**
85221 Dachau (DE)
• **Kislinger, Bernd**
85276 Reisgang (DE)
• **Hein, Manuel**
85757 Karlsfeld (DE)

(30) Priorität: **04.12.2015 DE 102015224378**

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

(54) **LEITSCHAUFELSEGMENT MIT RADIALSICHERUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Leitschaufelsegment (10) für eine Gasturbine, insbesondere Fluggasturbine, umfassend wenigstens ein radial äußeres Deckband (14) und ein radial inneres Deckband (12), die sich entlang eines jeweiligen Kreisbogens erstrecken und gemeinsam einen Ringabschnitt bilden, wobei in radialer Richtung (RR) zwischen dem äußeren Deckband (14) und dem inneren Deckband (12) mehrere Leitschaufeln (16) in Umfangsrichtung (UR) nebeneinander angeordnet sind, die mit dem inneren Deckband (12) und dem äußeren Deckband (14) materialschlüssig verbunden, insbesondere einstückig verbunden sind, wobei das äußere Deckband (14) in einer axialen Längsrichtung (AR) ein axial vorderes Stirnwandelement (22) und ein axial hinteres Stirnwandelement (24) umfasst, derart, dass das äußere Deckband (14) und die beiden Stirnwände (22, 24) im Längsschnitt ein wannenartiges Profil bilden, wobei an der axial hinteren Stirnwand (24) wenigstens ein Radialsicherungselement (26) vorgesehen, das dazu eingerichtet ist, das Leitschaufelsegment (10) in radialer Richtung (RR) relativ zu einem umgebenden Gehäuse (28, 30) zu sichern, wobei das Radialsicherungselement (26) als Vorsprung ausgebildet ist mit einer Auflageabschnitt (27), der dazu eingerichtet ist an einem korrespondierenden Gegenstück (30) am Gehäuse (28) abgestützt zu werden. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass der Auflageabschnitt (26) eine Auflagefläche (32) aufweist, die in einer Ebene liegt, deren Normalenvektor Vektorkomponenten in Umfangsrichtung (UR) sowie in Axialrichtung (AR) oder/und in Radialrichtung (RR) aufweist.

Fig. 2

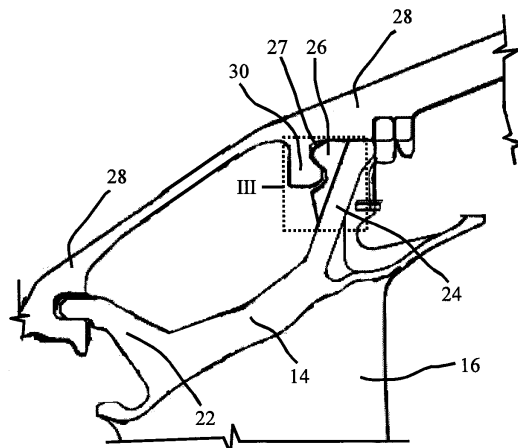
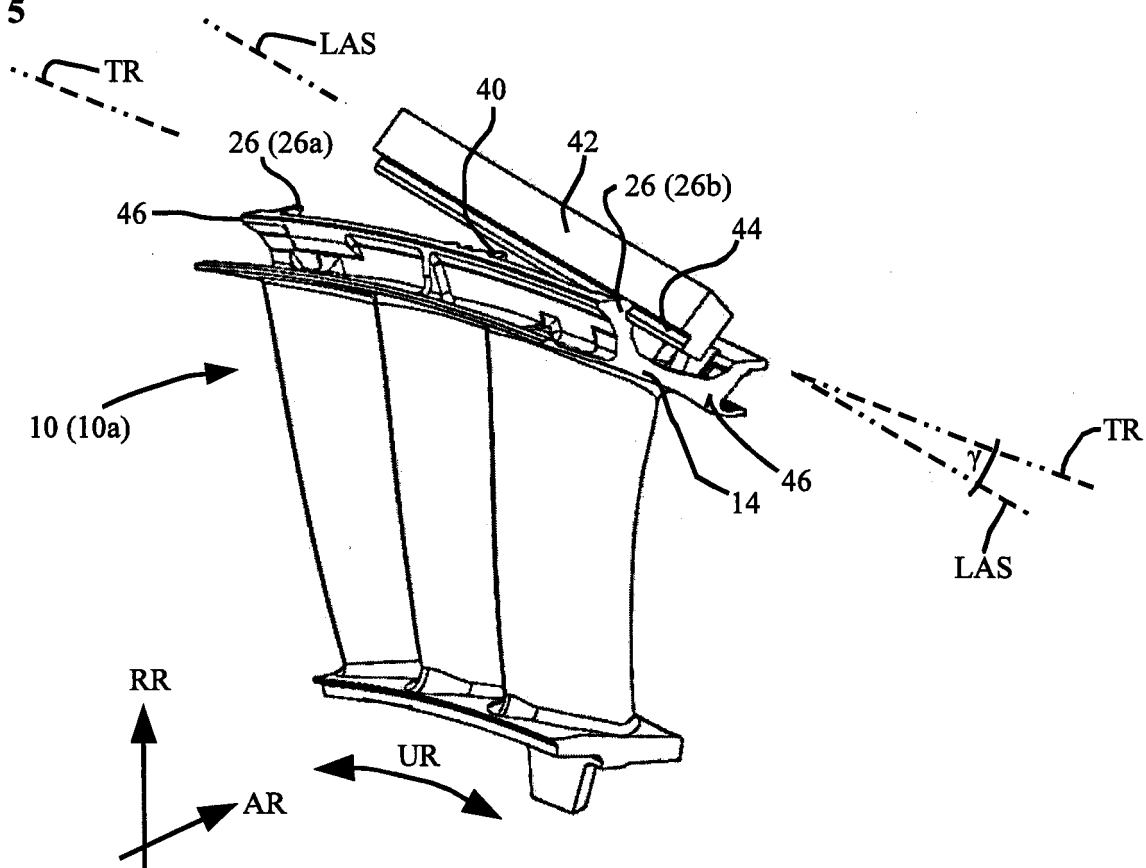


Fig. 5



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Leitschau-
felsegment für eine Gasturbine, insbesondere Fluggas-
turbine, umfassend wenigstens ein radial äußeres Deck-
band und ein radial inneres Deckband, die sich entlang
eines jeweiligen Kreisbogens erstrecken und gemein-
sam einen Ringabschnitt bilden, wobei in radialer Rich-
tung zwischen dem äußeren Deckband und dem inneren
Deckband mehrere Leitschaufeln in Umfangsrichtung
nebeneinander angeordnet sind, die mit dem inneren
Deckband und dem äußeren Deckband materialschlüs-
sig verbunden, insbesondere einstückig verbunden sind,
wobei das äußere Deckband in einer axialen Längsrich-
tung ein axial vorderes Stirnwandelement und ein axial
hinteres Stirnwandelement umfasst, derart, dass das äu-
ßere Deckband und die beiden Stirnwände im Längs-
schnitt ein wannenartiges Profil bilden, wobei an der axial
hinteren Stirnwand wenigstens ein Radialsicherungse-
lement vorgesehen ist, das dazu eingerichtet ist, das Leit-
schaufelsegment in radialer Richtung relativ zu einem
umgebenden Gehäuse zu sichern, wobei das Radialsie-
chungselement als Vorsprung ausgebildet ist mit ei-
nem Auflageabschnitt, der dazu eingerichtet ist, an ei-
nem korrespondierenden Gegenstück am Gehäuse ab-
gestützt zu werden.

[0002] In der vorliegenden Anmeldung sind Richtungs-
angaben wie "Axial-" bzw. "axial", "Radial-" bzw. "radial"
und "Umfangs-" grundsätzlich auf die Maschinenachse
der Gasturbine bezogen zu verstehen, sofern sich aus
dem Kontext nicht explizit oder implizit etwas anderes
ergibt.

[0003] Für eine verbesserte und vereinfachte Montage
von Leitschaufelsegmenten, die auch als Leitschaufel-
cluster bezeichnet werden können, in einer Gasturbine,
hat es sich gezeigt, dass das Vorsehen von Radialsie-
chungselementen eine passende Alternative zu bisher be-
kannten Hakensicherungen darstellen.

[0004] Bei der radialen Sicherung von Leitschaufels-
egmenten, die in einer Gasturbine in der Regel zu einem
Leitschaufelring zusammengesetzt sind, geht es insbe-
sondere darum, die Leitschaufelsegmente innerhalb des
Turbinengehäuses in radialer Richtung gegen ein Her-
ausfallen zu sichern. Im Betrieb der Gasturbine wirkt auf
das Leitschaufelsegment durch die Strömung, denen die
Leitschaufel(n) ausgesetzt ist bzw. sind, in der Regel ein
Moment, welches derartiger Natur ist, dass das axial hin-
tere Stirnwandelement nach radial außen gedrückt wird,
wohingegen das axial vordere Stirnwandelement nach
radial innen gezogen wird. Dieses Moment wird am axial
hinteren Stirnwandelement dadurch aufgenommen,
dass sich der radial äußere Rand desselben am Gehäu-
se abstützt. Ist die Strömungsmaschine jedoch außer Be-
trieb, so fehlt die auf die Leitschaufeln wirkende Strö-
mung im Gaskanal. Vor allem für diesen Fall dient die
hier beschriebene radiale Ausfallsicherung bzw. das Ra-
dialsicherungselement. Auf diese Weise wird verhindert,
dass das Leitschaufelsegment bei Stillstand der Strö-

mungsmaschine zum Beispiel schwerkraftbedingt her-
ausfallen kann.

[0005] In radialer Richtung sind im Betrieb der Gastur-
bine geringere Kräfte abzustützen. Ein Abstützen von in
Radialrichtung wirkenden Kräften kann in der Regel dann
optimal erfolgen, wenn eine Auflagefläche einen Norma-
lenvektor aufweist, der nur Vektorkomponenten in Radi-
alrichtung oder/und Axialrichtung aufweist. Es hat sich
allerdings gezeigt, dass derartige Auflageflächen in der
Herstellung eher aufwändig sind, wenn die Auflagefläche
in Umfangsrichtung entsprechend dem auf die Maschi-
nenachse bezogenen Radius gekrümmt sein soll, oder
wenn die Auflagefläche in einer Tangentialebene zum
Umfang im Bereich des äußeren Deckbandes liegt.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Leitschaufel-
segment bereitzustellen, dessen Radialsicherungsele-
ment eine vereinfachte Fertigung ermöglicht.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe wird vorgeschla-
gen, dass der Auflageabschnitt eine Auflagefläche auf-
weist, die in einer ersten Ebene liegt, deren Normalen-
vektor Vektorkomponenten in Umfangsrichtung sowie in
Axialrichtung (AR) oder/und in Radialrichtung (RR) auf-
weist. Anders ausgedrückt, liegt die erste Ebene so im
Raum, dass sie eine Tangentialebene bzw. Tangential-
richtung zur Umfangsrichtung in einer Ebene schneidet,
die durch die Radialrichtung und die Umfangsrichtung auf-
gespannt ist. Weist der Normalenvektor eine Vektorkom-
ponenten in Umfangsrichtung sowie in Axialrichtung oder
in Radialrichtung (oder in Axial- und Radialrichtung) auf,
weist die erste Ebene keine Krümmung in Umfangsrich-
tung auf und kann durch diese vereinfachte Geometrie
bzw. Formgebung einfacher hergestellt werden.

[0008] Weiterbildend wird vorgeschlagen, dass das
Leitschaufelsegment in Umfangsrichtung (UR) am äuße-
ren Deckband zwei voneinander in einem Abstand ange-
ordnete Deckbandseitenflächen aufweist, die derart
ausgebildet sind, dass sie mit einer Deckbandseitenflä-
che eines benachbarten Leitschaufelsegments in Kon-
takt kommen können, wobei das Radialsicherungsele-
ment mit wenigstens einer Deckbandseitenfläche bündig
ausgebildet ist.

[0009] Dabei kann das Leitschaufelsegment in Um-
fangsrichtung zueinander in einem Abstand angeordnet
zwei Radialsicherungselemente umfassen, so dass das
Leitschaufelsegment an zwei Punkten definiert abge-
stützt wird und nicht aus der vorgesehenen Lage verrut-
schen kann, sich insbesondere nicht um eine radial ver-
laufende Achse verdrehen kann..

[0010] Hierzu wird vorgeschlagen, dass das eine Ra-
dialsicherungselement bündig mit der einen Deckband-
seitenfläche ausgebildet ist, und dass das andere Ra-
dialsicherungselement zur anderen Deckbandseitenflä-
che mit einem Abstand angeordnet ist.

[0011] Dabei ist es bevorzugt, dass der in Umfangs-
richtung gemessene Abstand der beiden Radialsie-
chungselemente kleiner ist als der in Umfangsrichtung ge-
messene Abstand der beiden Deckbandseitenflächen.

[0012] Es wird weiter vorgeschlagen, dass das Radi-

alsicherungselement durch Linearschleifen hergestellt ist. Linearschleifen ermöglicht das Bewegen eines entsprechenden Schleifwerkzeugs entlang einer Schleifhauptrichtung, und entlang einer hierzu orthogonalen Vorschubrichtung. Durch das lineare Schleifen kann aufgrund der Werkzeuggeometrie und des linearen Bewegungsvorgangs (Schleifhauptrichtung) in einfacher Weise eine Auflagefläche ausgebildet werden, deren Normalenvektor die oben genannten Merkmale aufweist.

[0013] Weiter wird vorgeschlagen, dass der Auflageabschnitt eine zweite Fläche aufweist, die in einer zweiten Ebene liegt, deren Normalenvektor Vektorkomponenten in Umfangrichtung sowie in Axialrichtung (AR) oder/und in Radialrichtung (RR) aufweist.

[0014] Dabei ist es bevorzugt, dass die zweite Fläche und die Auflagefläche zueinander geneigt sind, wobei der von der ersten und der zweiten Ebene gebildete Winkel in einer Schnittebene, die durch die Radialrichtung (RR) und die Axialrichtung (AR) aufgespannt ist, in einem Bereich zwischen 70° und 90°, vorzugsweise 75° bis 85° liegt.

[0015] Das Leitschaufelsegment kann ferner in Umfangsrichtung in einem zentralen Bereich der hinteren Stirnwand ein Umfangssicherungselement umfassen.

[0016] Die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines Leitschaufelsegments für eine Gasturbine, insbesondere Fluggasturbine, umfassend folgende Schritte:

Bereitstellen eines Roh-Leitschaufelsegments (10a) mit wenigstens einem radial äußeren Deckband (14) und einem radial inneren Deckband (12), die sich entlang eines jeweiligen Kreisbogens erstrecken und gemeinsam einen Ringabschnitt bilden, wobei in radialer Richtung (RR) zwischen dem äußeren Deckband (14) und dem inneren Deckband (12) mehrere Leitschaufeln (16) in Umfangsrichtung (UR) nebeneinander angeordnet sind, die mit dem inneren Deckband (12) und dem äußeren Deckband (14) materialschlüssig verbunden, insbesondere einstückig verbunden sind, wobei das äußere Deckband (14) in einer axialen Längsrichtung (AR) ein axial vorderes Stirnwandelement (22) und ein axial hinteres Stirnwandelement (24) umfasst, derart dass das äußere Deckband (14) und die beiden Stirnwände (22, 24) im Längsschnitt ein wannenartiges Profil bilden, und mit wenigstens einem Roh-Radialsicherungselement;

Ausrichten des Roh-Leitschaufelsegments relativ zu einer Linearschleifvorrichtung, derart dass mittels der Linearschleifvorrichtung Material des Roh-Radialsicherungselements abgetragen werden kann; Abschleifen des Roh-Radialsicherungselements mittels der Linearschleifvorrichtung bis das Roh-Radialsicherungselement die Form eines Radialsicherungselements mit einem Auflageabschnitt angenommen hat, der eine Auflagefläche aufweist, die in einer ersten Ebene liegt, deren Normalenvektor Vek-

torkomponenten in Umfangrichtung sowie in Axialrichtung (AR) oder/und in Radialrichtung (RR) aufweist.

[0017] Dabei können der Schritt des Ausrichtens des Roh-Leitschaufelsegments und der Schritt des Abschleifens je einmal durchgeführt werden für ein jeweiliges Roh-Radialsicherungselement, wenn am Roh-Leitschaufelsegment zwei oder mehr Roh-Radialsicherungselemente vorgesehen sind.

[0018] Ferner wird vorgeschlagen, dass der Schritt des Ausrichtens des Roh-Leitschaufelsegments relativ zur Linearschleifvorrichtung derart ausgeführt wird, dass die Linearschleifvorrichtung beim Abschleifen des Roh-Radialsicherungselements mit einem Abstand zu anderen Komponenten des Roh-Leitschaufelsegments geführt bzw. bewegt werden kann, insbesondere mit einem Abstand zu einem in Umfangsrichtung in einem zentralen Bereich an der hinteren Stirnwand vorgesehen Umfangssicherungselement bzw. einem entsprechenden Roh-Umfangssicherungselement.

[0019] Das Linearschleifen der Radialsicherungselemente kann für unterschiedliche Leitschaufelsegmente unterschiedlicher Turbinenstufen bzw. unterschiedlicher Gasturbinen angepasst werden, so dass durch entsprechende relative Ausrichtung von Leitschaufelsegment und Linearschleifwerkzeug die Auflagefläche des Radialsicherungselements hergestellt werden und kann dass die Linearschleifvorrichtung nicht in Kontakt mit anderen Komponenten bzw. Bauteilen, insbesondere Vorsprüngen und Verstärkungsrippen, des Leitschaufelsegments in Berührung kommt.

[0020] Schließlich betrifft die Erfindung auch eine Gasturbine, insbesondere Fluggasturbine umfassend wenigstens eine Turbinenstufe mit mehreren Leitschaufelsegmenten, die in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnet, so dass sie einen Leitschaufelring der Turbinenstufe bilden, wobei die Leitschaufelsegmente wenigstens eines der oben beschriebenen Merkmale aufweisen.

[0021] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Figuren beispielhaft und nicht einschränkend beschrieben.

Fig. 1 zeigt in einer vereinfachten perspektivischen Darstellung ein Leitschaufelsegment.

Fig. 2 zeigt eine stark vereinfachte Längsschnittdarstellung eines Übergangsbereichs zwischen Leitschaufelsegment und Turbinengehäuse.

Fig. 3 zeigt eine Vergrößerung des in Figur 2 gestrichelt umrandeten Bereichs III mit einem Radialsicherungselement und einem gehäuseseitigen Gegenstück.

Fig. 4 zeigt in einer vereinfachten perspektivischen Darstellung ein Roh-Leitschaufelsegment.

Fig. 5 zeigt in einer vereinfachten perspektivischen Prinzipdarstellung eine Linearschleifvorrichtung in relativer Positionierung zum Leitschauelfsegment.

Fig. 6 zeigt in einer anderen vereinfachten perspektivischen Prinzipdarstellung die Linearschleifvorrichtung in relativer Positionierung zum Leitschauelfsegment.

Fig. 7 zeigt eine vergrößerte Teilschnittdarstellung etwa entlang der Schnittlinie VII-VII der Fig. 6.

Fig. 8 zeigt in den Teilfiguren A) und B) in schematischen und vereinfachten Prinzipdarstellungen die Neigung einer Auflagefläche eines Radialsicherungselements.

[0022] Fig. 1 zeigt in einer vereinfachten perspektivischen Darstellung ein Leitschauelfsegment 10 mit einem radial inneren Deckband 12 und einem radial äußeren Deckband 14. In Radialrichtung RR erstrecken sich zwischen dem inneren Deckband 12 und dem äußeren Deckband 14 Leitschauelfn 16, wobei die hier dargestellte Anzahl von drei Leitschauelfn 16 für ein Leitschauelfsegment 10 rein beispielhaft ist; es können auch zwei, vier, fünf oder mehr Leitschauelfn in einem Leitschauelfsegment 10 vorgesehen sein.

[0023] Das Leitschauelfsegment 10 der Fig. 1 ist so dargestellt, dass der Blick auf die Saugseiten 18 und die Hinterkanten 20 der Leitschauelfn 16 freigegeben ist. Das radial äußere Deckband 14 umfasst eine axial vordere Stirnwand 22 und eine axial hintere Stirnwand 24. Die beiden Stirnwände 22, 24 sind zum Deckband 14 geneigt ausgeführt, so dass sich in einem Längsschnitt ein wannenartige Profil ergibt. In der Fig. 1 ist ferner ein Radialsicherungselement 26 ersichtlich, das an der hinteren Stirnwand 24 ausgebildet ist und von dieser entgegen der Axialrichtung AR bzw. gegen die Hauptströmungsrichtung in der Strömungsmaschine vorsteht.

[0024] Fig. 2 zeigt eine vereinfachte Längsschnittdarstellung durch das äußere Deckband 14 und einen Teil eines mit dem Leitschauelfsegment 10 verbundenen Turbinengehäuses 28. Ebenfalls ersichtlich sind aus der Fig. 2 die vordere Stirnwand 22 und die hintere Stirnwand 24, die zusammen mit dem Deckband 14 das wannenartige Profil in der Schnittdarstellung bilden. An der hinteren Stirnwand 24 ist das Radialsicherungselement 26 ersichtlich, das als Vorsprung ausgebildet ist und entgegen der axialen Richtung AR von der hinteren Stirnwand 24 vorsteht. Das Radialsicherungselement 26 weist einen im Schnitt im Wesentlichen S-förmigen Auflageabschnitt 27 auf mit einem konvexen und einem konkaven Bogen, an die gerade Stücke bzw. Flächen angrenzen. Am Gehäuse 28 ist ein zum Radialsicherungselement 26 komplementär ausgebildetes Gegenstück 30 ausgebildet, so dass zwischen dem Radialsicherungselement 26 und dem Gegenstück 30 eine Anlage ermöglicht wird zur radialen Sicherung des Leitschauelfsegments 26 am

Gehäuse 30.

[0025] Fig. 3 zeigt den in Fig. 2 gestrichelt umrandeten Bereich III, so dass hieraus das Radialsicherungselement 26 mit seinem Auflageabschnitt 27 und das Gegenstück 30 des Turbinengehäuses 28 besser ersichtlich sind. Das Radialsicherungselement 26 umfasst an seinem Auflageabschnitt 27 eine Auflagefläche 32 und eine zweite Fläche 34. Das Gegenstück 30 weist eine Anlagefläche 36 auf, die der Auflagefläche 32 des Radialsicherungselements 26 gegenüber liegt. Wie aus der Schnittdarstellung ersichtlich, sind die Auflagefläche 32 und die zweite Fläche 34 geneigt zueinander ausgebildet, wobei sie in der Zeichnungsebene (Ebene, die durch die Axialrichtung AR und die Radialrichtung RR aufgespannt wird) einen Winkel β einschließen, der vorzugsweise etwa 70° bis 90° , insbesondere etwa 75° bis 85° beträgt. Die Anlagefläche 36 am Gegenstück 30 des Gehäuses 28 weist im Wesentlichen die gleiche Neigung auf, wie die Auflagefläche 32. Das Zusammenwirken zwischen der Anlagefläche 32 und der Anlagefläche 36 ermöglicht die Sicherung des Leitschauelfsegments 10 in radialer Richtung RR.

[0026] Fig. 4 ist eine vereinfachte perspektivische Darstellung eines Roh-Leitschauelfsegments 10a nach dem Gießen eines solchen Werkstücks. Es sind die bereits erwähnten Komponenten ersichtlich: äußeres Deckband 14, vordere Stirnwand 22, hintere Stirnwand 24, sowie die Leitschauelfn 16. An der hinteren Stirnwand 24 sind zwei Roh-Radialsicherungselemente 26a und 26b ersichtlich, die als eine Art dreieckiger Vorsprung entgegen der Axialrichtung AR von der hinteren Stirnwand 24 abstehen. In einem in Umfangsrichtung UR zentralen Bereich der hinteren Stirnwand 24 ist ein aus zwei Rippen gebildetes Umfangssicherungselement 40 ersichtlich, das ebenfalls noch in seiner Rohform nach dem Gießen vorliegt.

[0027] Um aus den Roh-Radialsicherungselementen 26a und 26b die fertig geformten Radialsicherungselemente 26 zu bilden, wie sie unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 3 bisher beschrieben worden sind, wird an den Roh-Radialsicherungselementen 26a, 26b Material abgetragen, wobei dies durch lineares Schleifen erfolgt. Hierzu zeigen die Fig. 5 und 6 beispielhaft das (Roh-)Leitschauelfsegment 10 (10a) und eine vereinfacht und schematisch dargestellte Linearschleifvorrichtung 42 in unterschiedlichen Perspektiven und relativen Anordnungen zueinander. Die Linearschleifvorrichtung 42 und das Leitschauelfsegment 10 werden so zueinander ausgerichtet, dass die Linearschleifvorrichtung 42 mit ihren Schleifflächen 44 in Kontakt mit einem der Roh-Radialsicherungselemente 26a, 26b kommt. Der lineare Schleifvorgang wird solange durchgeführt, bis das Radialsicherungselement 26 bzw. dessen Auflageabschnitt 27 seine endgültige Form erreicht hat, insbesondere die Auflagefläche 32 und die zweite Fläche 34 ausgebildet sind. Ausgehend von dem Roh-Leitschauelfsegment 10a der Fig. 4 zeigt die Fig. 5 eine Darstellung, bei der die Linearschleifvorrichtung 42 das Roh-Radialsicherungs-

elemente 26b bearbeitet, und in Fig. 6 eine Darstellung, bei der die Linearschleifvorrichtung 42 das Roh-Radialsicherungselement 26a bearbeitet. Vom jeweils anderen Roh-Radialsicherungselement 26a bzw. 26b, das auch schon als fertig bearbeitetes Radialsicherungselement 26 vorliegen kann, ist in Fig. 5 bzw. Fig. 6 jeweils nur ein oberer Abschnitt erkennbar.

[0028] Wie aus der Zusammenschau der Fig. 4 bis 6 ersichtlich ist, weist das Leitschaukelsegment 10 im Bereich des äußeren Deckbandes 14 jeweilige Deckbandseitenflächen 46 auf, die dazu eingerichtet sind, dass benachbarte Leitschaukelsegmente 10 aneinander anliegen können im montierten Zustand in der Gasturbine. Das Leitschaukelsegment 10 weist jeweils zwei Deckbandseitenflächen 46 auf, wobei jeder Deckbandseitenfläche 46 ein Radialsicherungselement 26 zugeordnet sein kann. Dabei kann das betreffende Radialsicherungselement 26 mit der Deckbandseitenfläche 46 bündig ausgeführt sein, wie dies beispielsweise aus der Fig. 5 oder auch der Fig. 1 ersichtlich ist. Alternativ kann das Radialsicherungselement 26 zur Deckbandseitenfläche 46 in einem Abstand AB angeordnet sein, wie dies am besten aus der Fig. 4 ersichtlich ist, aber auch in der Fig. 6 angedeutet ist bei dem in der Fig. 6 linken Radialsicherungselement 26 (26a), das in Kontakt mit der Linearschleifvorrichtung 42 dargestellt ist.

[0029] Wie aus den Fig. 5 und 6 ersichtlich ist, wird die Linearschleifvorrichtung im Kontaktbereich mit dem Radialsicherungselement 26 nicht tangential zu der in diesem Kontaktbereich ausgebildeten Krümmung (entlang der Umfangsrichtung UR) des Deckbandes 14 bzw. der hinteren Stirnwand 24 geführt. Vielmehr wird zwischen einer die Schleifrichtung repräsentierenden Längsachse LAS der Linearschleifvorrichtung 42 und der Tangentialrichtung TR im Bereich des Radialsicherungselements 26 ein Winkel γ gebildet. Dies führt dazu, dass die mittels der Linearschleifvorrichtung 42 ausgebildete Auflagefläche 32 oder/und die Fläche 34 Normalenvektoren aufweisen, der neben wenigstens einer Vektorkomponente in Axialrichtung AR oder/und Radialrichtung RR auch eine Vektorkomponente in Umfangsrichtung UR aufweisen. Eine derartige relative Positionierung von Linearschleifvorrichtung 42 und Leitschaukelsegment 10 zueinander ermöglicht das Abtragen von Material an den Radialsicherungselementen 26, ohne dass die Linearschleifvorrichtung mit anderen Komponenten bzw. Bauteilen des Leitschaukelsegments 10 in Kontakt kommt, insbesondere nicht mit dem Umfangssicherungselement 40, das ebenfalls entlang der Umfangsrichtung UR an der hinteren Stirnwand 24 vorgesehen ist und entgegen der axialen Richtung AR von dieser vorsteht.

[0030] Fig. 7 zeigt eine vereinfachte schematische Schnittdarstellung etwa entlang der Schnittlinie VII-VII der Fig. 6. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass die Linearschleifvorrichtung 42 im Bereich ihrer Schleifflächen 44 so ausgestaltet ist, dass sie eine zum Radialsicherungselement 26 bzw. dessen Auflageabschnitt 27

komplementäre Kontur aufweist. Durch diese komplementäre Schleifkontur ist es möglich, dass mittels linearer Relativbewegung der Linearschleifvorrichtung 42 entlang der Längsachse LAS der Linearschleifvorrichtung ein sukzessiver Materialabtrag an einem Roh-Radialsicherungselement 26a, 26b (Fig. 4) erfolgt bis das fertige Radialsicherungselement 26 ausgebildet ist. Somit kann auf ein verglichen mit dem Linearschleifen eher aufwändiges Fräsen des bzw. der Radialsicherungselemente(s) 26 verzichtet werden.

[0031] Fig. 8 zeigt in den Teilfiguren A) und B) zwei stark vereinfachte prinzipielle Schnittdarstellungen der Auflagefläche 32 des Radialsicherungselements 26, um die Vektorkomponenten des Normalenvektors zu illustrieren. Fig. 8A) ist ein Längsschnitt, wie er auch aus der Fig. 1 ersichtlich ist, wobei lediglich die Auflagefläche 32 als Linie dargestellt ist mit dem Normalenvektor NV, und den Vektorkomponenten VRR und VAR in radialer bzw. axialer Richtung. Fig. 8B) ist ein Schnitt entsprechend der Linie VIII-VIII der Fig. 3, wobei die Auflagefläche 32 als Linie und ein Teil des geschnittenen Radialsicherungselements 26 schraffiert dargestellt ist. Auch in Fig. 8B) ist für die Auflagefläche 32 der Normalenvektor NV mit den in dieser Darstellung ersichtlichen Vektorkomponenten VRR und VUR in Radialrichtung bzw. Umfangsrichtung gezeigt.

[0032] Wenn die Auflagefläche 32 des Radialsicherungselements 26 in der beschriebenen Art geneigt ist, wobei deren Normalenvektor eine Vektorkomponente VUR in Umfangsrichtung aufweist, kann dies dazu führen, dass die Auflagefläche 32 nicht flächig in Kontakt kommt mit der Anlagefläche 36 des Gegenstücks 30, sondern dass nur eine Berührung zwischen diesen beiden Auflageflächen 32, 36 entlang einer Linie vorliegt. Eine nicht vollflächige Anlage von Radialsicherungselement 26 und Gegenstück 30 wird allerdings nicht als nachteilig erachtet, weil über die Radialsicherungselemente 26 im Stillstand einer Gasturbine keine großen Kräfte abzustützen sind, wobei im Betrieb derselben in der Regel gar keine Kräfte über die Radialsicherungselemente 26 abgestützt werden. Die Radialsicherungselemente sollen daher kostengünstig hergestellt werden können, was mittels des Linearschleifens ermöglicht ist, und eine Sicherung gegen Herausfallen in radialer Richtung bieten, insbesondere bei der Montage/Demontage von Leitschaukelsegmenten einer Turbinenstufe einer Gasturbine.

Bezugszeichenliste

[0033]

10	Leitschaukelsegment
10a	Roh-Leitschaukelsegment
12	inneres Deckband
14	äußeres Deckband
16	Leitschaukel
18	Saugseite

20	Hinterkante
22	vordere Stirnwand
24	hintere Stirnwand
26	Radialsicherungselement
26a	Roh-Radialsicherungselement
26b	Roh-Radialsicherungselement
27	Auflageabschnitt
28	Gehäuse
30	Gegenstück
32	Auflagefläche
34	Fläche
36	Anlagefläche
40	Umfangssicherungselement
42	Linearschleifvorrichtung
44	Schleiffläche
46	Deckbandseitenfläche
AB	Abstand
AR	axiale Richtung
LAS	Längsachse (Linearschleifvorrichtung 42)
NV	Normalenvektor
RR	radiale Richtung
TR	Tangentialrichtung
UR	Umfangsrichtung
VAR	Vektorkomponente in Axialrichtung
VRR	Vektorkomponente in Radialrichtung
VUR	Vektorkomponente in Umfangsrichtung

Patentansprüche

1. Leitschaukelsegment (10) für eine Gasturbine, insbesondere Fluggasturbine, umfassend wenigstens ein radial äußeres Deckband (14) und ein radial inneres Deckband (12), die sich entlang eines jeweiligen Kreisbogens erstrecken und gemeinsam einen Ringabschnitt bilden, wobei in radialer Richtung (RR) zwischen dem äußeren Deckband (14) und dem inneren Deckband (12) mehrere Leitschaukeln (16) in Umfangsrichtung (UR) nebeneinander angeordnet sind, die mit dem inneren Deckband (12) und dem äußeren Deckband (14) materialschlüssig verbunden, insbesondere einstückig verbunden sind, wobei das äußere Deckband (14) in einer axialen Längsrichtung (AR) ein axial vorderes Stirnwandelement (22) und ein axial hinteres Stirnwandelement (24) umfasst, derart, dass das äußere Deckband (14) und die beiden Stirnwände (22, 24) im Längsschnitt ein wannenartiges Profil bilden, wobei an der axial hinteren Stirnwand (24) wenigstens ein Radialsicherungselement (26) vorgesehen, das dazu eingerichtet ist, das Leitschaukelsegment (10) in radialer Richtung (RR) relativ zu einem umgebenden Gehäuse (28, 30) zu sichern, wobei das Radialsicherungselement (26) als Vorsprung ausgebildet ist mit einer Auflageabschnitt (27), der dazu eingerichtet ist, an einem korrespondierenden Gegenstück (30) am Gehäuse (28) abgestützt zu werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Auflageabschnitt (26) eine Auflagefläche (32) aufweist, die in einer Ebene liegt, deren Normalenvektor Vektorkomponenten (VAR, VRR, VUR) in Umfangsrichtung (UR) sowie in Axialrichtung (AR) oder/und in Radialrichtung (RR) aufweist.
2. Leitschaukelsegment nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es in Umfangsrichtung (UR) am äußeren Deckband (14) zwei voneinander in einem Abstand angeordnete Deckbandseitenflächen (46) aufweist, die derart ausgebildet sind, dass sie mit einer Deckbandseitenfläche eines benachbarten Leitschaukelsegments in Kontakt kommen können, wobei das Radialsicherungselement (26) mit wenigstens einer Deckbandseitenfläche (46) bündig ausgebildet ist.
3. Leitschaukelsegment nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** es in Umfangsrichtung zueinander in einem Abstand angeordnet zwei Radialsicherungselemente (26) umfasst.
4. Leitschaukelsegment nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das eine Radialsicherungselement (26) bündig mit der einen Deckbandseitenfläche (46) ausgebildet ist, und dass das andere Radialsicherungselement (26) zur anderen Deckbandseitenfläche (46) mit einem Abstand (AB) angeordnet ist.
5. Leitschaukelsegment, nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der in Umfangsrichtung gemessene Abstand der beiden Radialsicherungselemente (26) kleiner ist als der in Umfangsrichtung gemessene Abstand der beiden Deckbandseitenflächen (46).
6. Leitschaukelsegment nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Radialsicherungselement (26) durch Linearschleifen hergestellt ist.
7. Leitschaukelsegment nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Auflageabschnitt (27) eine zweite Fläche (34) aufweist, die in einer zweiten Ebene liegt deren Normalenvektor Vektorkomponenten in Umfangsrichtung sowie in Axialrichtung (AR) oder/und in Radialrichtung (RR) aufweist.
8. Leitschaukelsegment nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Fläche (34) und die Auflagefläche (32) zueinander geneigt sind, wobei der von der ersten und der zweiten Ebene gebildete Winkel (β) in einer Schnittebene, die durch die Radialrichtung (RR) und die Axialrichtung (AR) aufgespannt ist, in einem Bereich zwischen 70° und 90°, vorzugsweise 75° bis 85° liegt.

9. Leitschaufelsegment nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es in Umfangsrichtung (UR) in einem zentralen Bereich der hinteren Stirnwand (24) ein Umfangssicherungselement (40) umfasst.

5

10. Verfahren zur Herstellung eines Leitschaufelsegments (10) für eine Gasturbine, insbesondere Fluggasturbine, umfassend folgende Schritte:

10

Bereitstellen eines Roh-Leitschaufelsegments (10a) mit wenigstens einem radial äußeren Deckband (14) und einem radial inneren Deckband (12), die sich entlang eines jeweiligen Kreisbogens erstrecken und gemeinsam einen Ringabschnitt bilden, wobei in radialer Richtung (RR) zwischen dem äußeren Deckband (14) und dem inneren Deckband (12) mehrere Leitschaufeln (16) in Umfangsrichtung (UR) nebeneinander angeordnet sind, die mit dem inneren Deckband (12) und dem äußeren Deckband (14) materialschlüssig verbunden, insbesondere einstückig verbunden sind, wobei das äußere Deckband (14) in einer axialen Längsrichtung (AR) ein axial vorderes Stirnwandelement (22) und ein axial hinteres Stirnwandelement (24) umfasst, derart dass das äußere Deckband (14) und die beiden Stirnwände (22, 24) im Längsschnitt ein wannenartiges Profil bilden, und mit wenigstens einem Roh-Radialsicherungselement (26a, 26b);

15

20

25

30

Ausrichten des Roh-Leitschaufelsegments relativ zu einer Linearschleifvorrichtung (42), derart dass mittels der Linearschleifvorrichtung (42) Material des Roh-Radialsicherungselements (26a, 26b) abgetragen werden kann;

35

Abschleifen des Roh-Radialsicherungselements (26a, 26b) mittels der Linearschleifvorrichtung (42) bis das Roh-Radialsicherungselement (26a, 26b) die Form eines Radialsicherungselements (26) mit einem Auflageabschnitt (27) angenommen hat, der eine Auflagefläche (32) aufweist, die in einer ersten Ebene liegt, deren Normalenvektor Vektorkomponenten in Umfangsrichtung sowie in Axialrichtung (AR) oder/und in Radialrichtung (RR) aufweist.

40

45

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Schritt des Ausrichtens des Roh-Leitschaufelsegments (26a, 26b) und der Schritt des Abschleifens je einmal durchgeführt wird für ein jeweiliges Roh-Radialsicherungselement (26a, 26b), wenn am Roh-Leitschaufelsegment (10a) zwei oder mehr Roh-Radialsicherungselemente (26a, 26b) vorgesehen sind.

50

55

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei der Schritt des Ausrichtens des Roh-Leitschaufelsegments (10a) relativ zur Linearschleifvorrichtung (42)

derart ausgeführt wird, dass die Linearschleifvorrichtung (42) beim Abschleifen des Roh-Radialsicherungselements (26a, 26b) mit einem Abstand zu anderen Komponenten des Roh-Leitschaufelsegments (10a) geführt bzw. bewegt werden kann, insbesondere mit einem Abstand zu einem in Umfangsrichtung (UR) in einem zentralen Bereich an der hinteren Stirnwand (24) vorgesehen Umfangssicherungselement (40) bzw. einem entsprechenden Roh-Umfangssicherungselement.

13. Gasturbine, insbesondere Fluggasturbine umfassend wenigstens eine Turbinenstufe mit mehreren Leitschaufelsegmenten (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, die in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnet sind, so dass sie einen Leitschaufelring der Turbinenstufe bilden.

Fig. 1

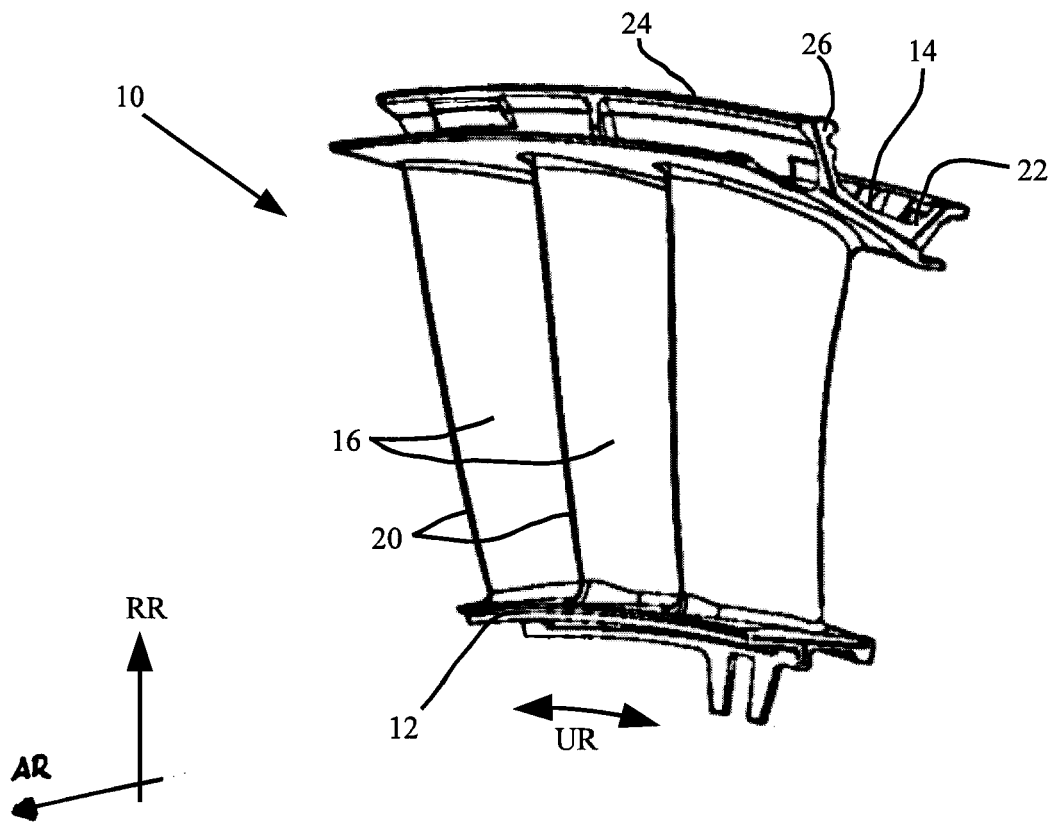


Fig. 2

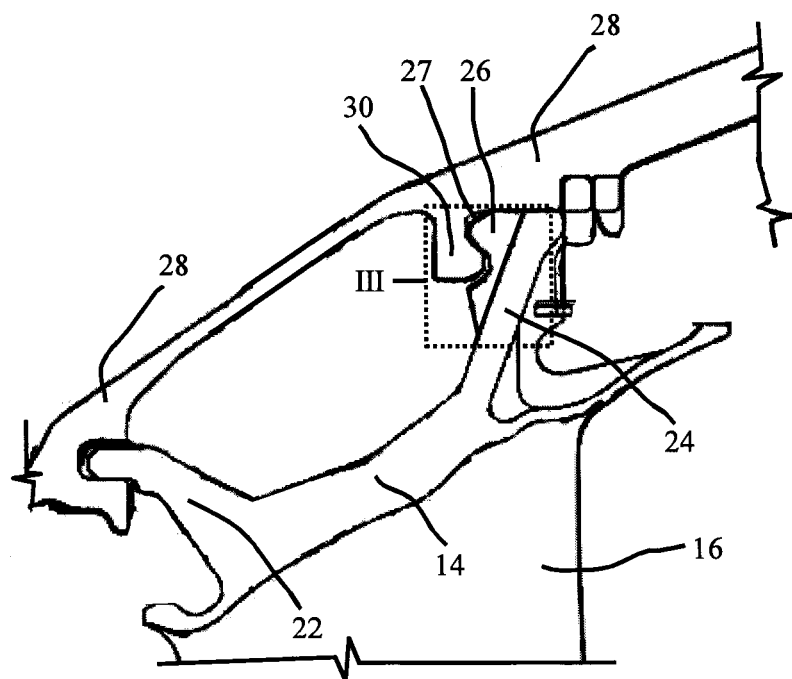


Fig. 3

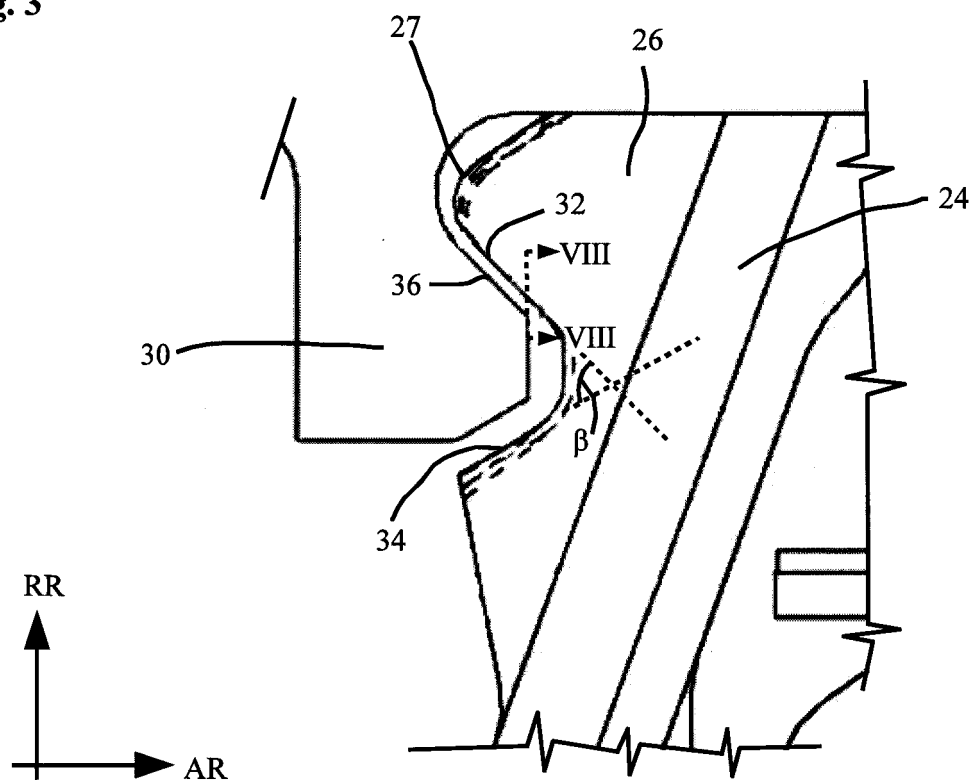


Fig. 4

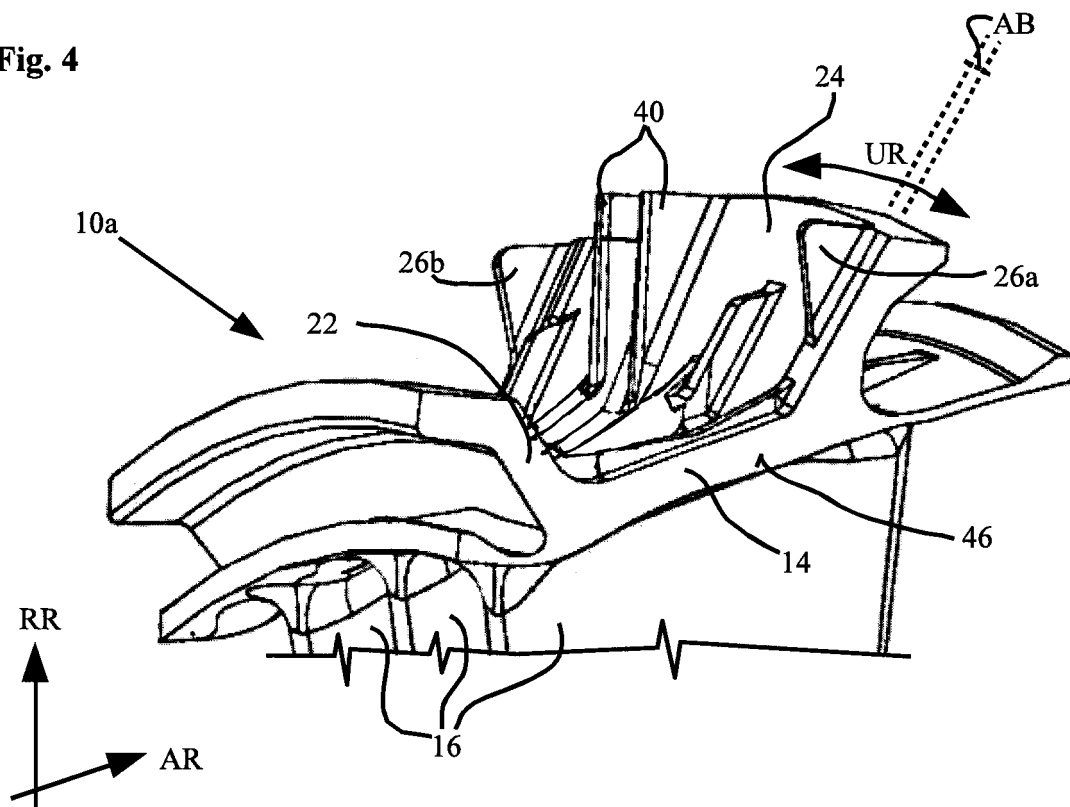


Fig. 5

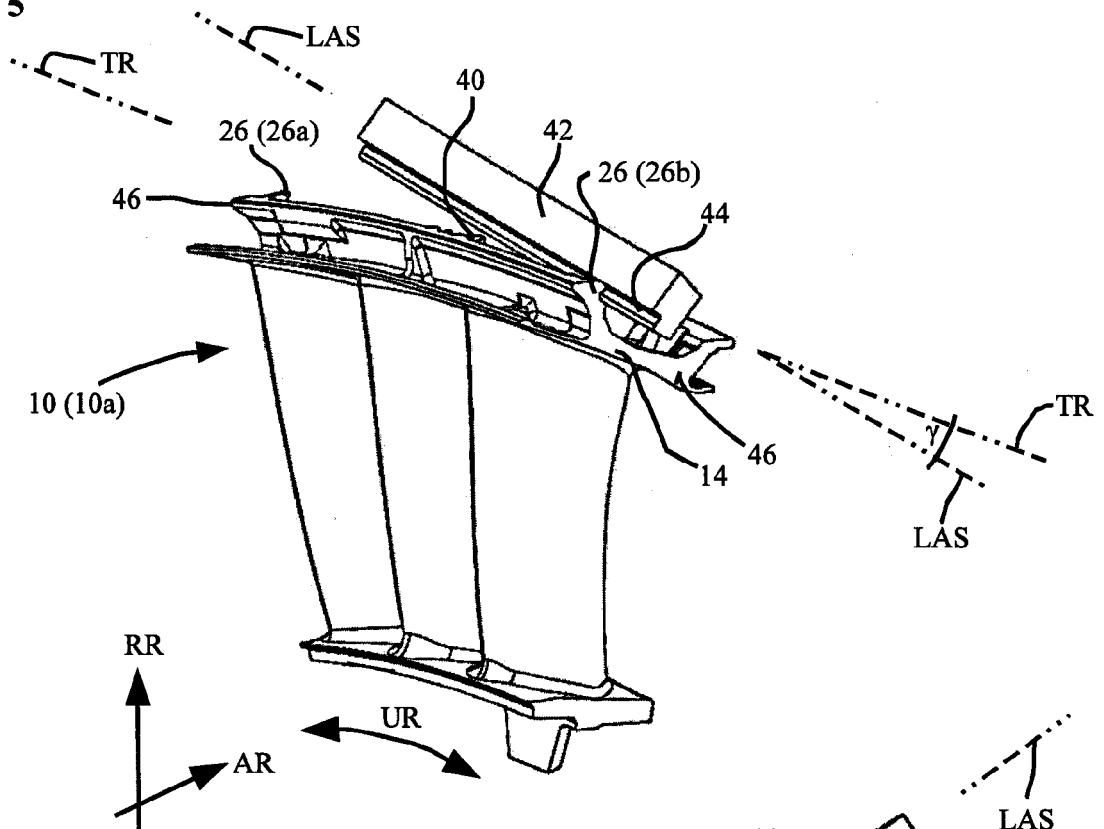


Fig. 6

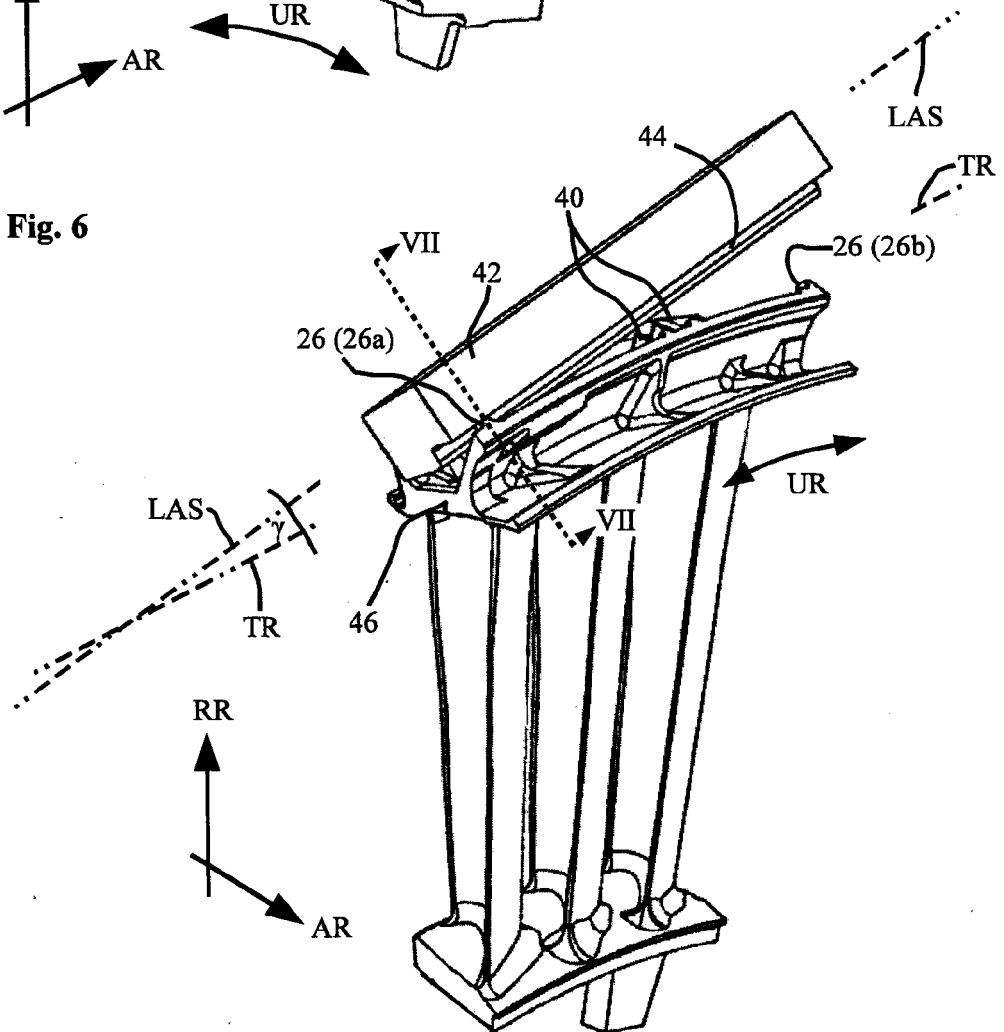


Fig. 7

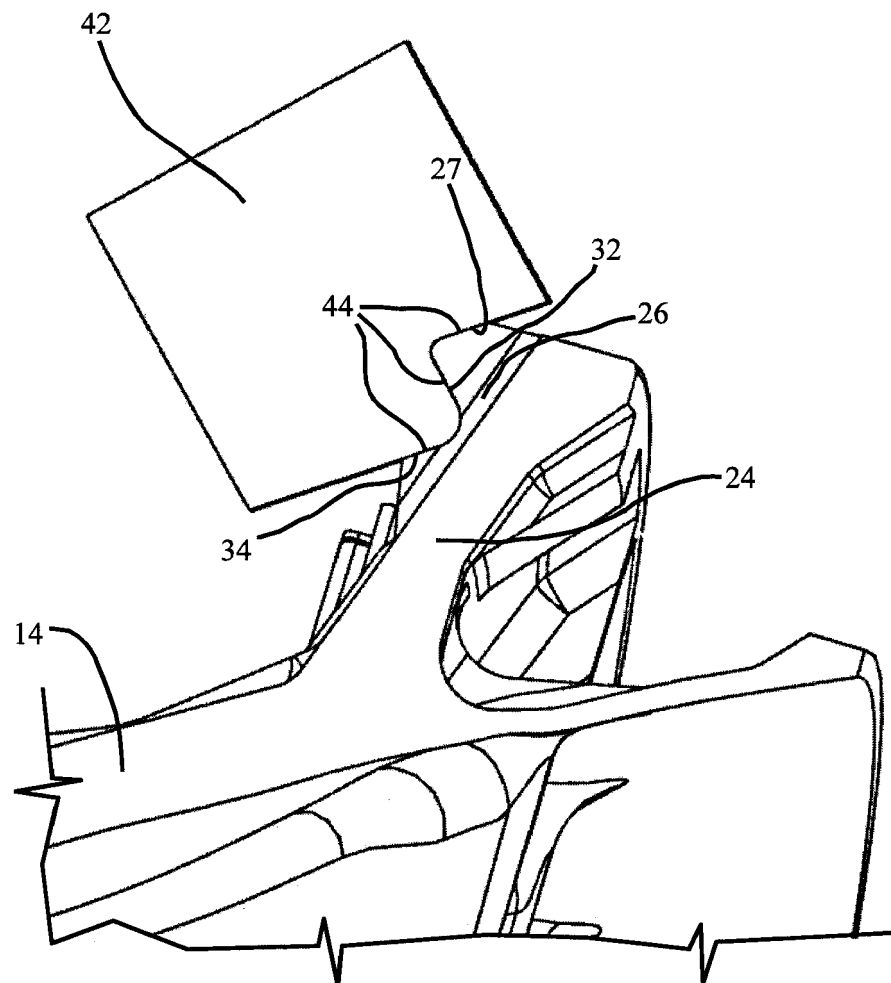
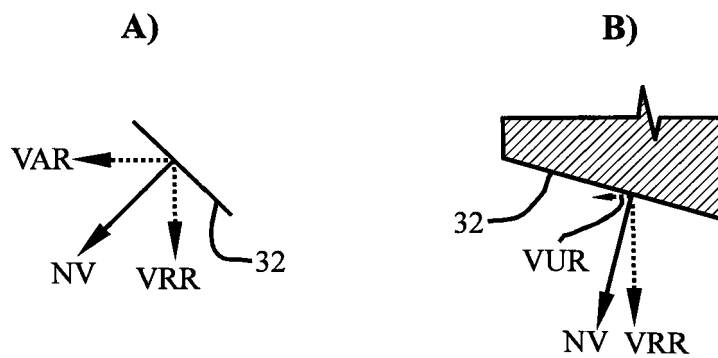


Fig. 8





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 16 20 1368

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2015/125289 A1 (MALTAVERNE SABINE [FR] ET AL) 7. Mai 2015 (2015-05-07)	1-3,5-9, 13	INV. F01D25/24
Y	* Absätze [0001], [0046], [0081] - [0092]; Abbildung 3 *	10-12	F01D9/04
	-----		ADD. B24B19/14
X	EP 2 811 118 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 10. Dezember 2014 (2014-12-10)	1-9,13	
Y	* Absatz [0001]; Abbildung 1 *	10-12	

X	EP 1 431 517 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 23. Juni 2004 (2004-06-23)	1-3,5-9, 13	
Y	* Absatz [0001]; Abbildungen 2, 3 *	10-12	

Y	DE 60 2004 003757 T2 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD., BADEN, CH) 11. Oktober 2007 (2007-10-11)	10-12	
	* Absatz [0040] *		

Y	EP 2 878 769 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 3. Juni 2015 (2015-06-03)	10-12	
	* Absatz [0025] *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D B24B
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		24. März 2017	Georgi, Jan
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 16 20 1368

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.

24-03-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2015125289 A1	07-05-2015	FR 2990719 A1 GB 2516397 A US 2015125289 A1 WO 2013171407 A1	22-11-2013 21-01-2015 07-05-2015 21-11-2013
20	EP 2811118 A1	10-12-2014	EP 2811118 A1 US 2014363284 A1	10-12-2014 11-12-2014
25	EP 1431517 A2	23-06-2004	CN 1512039 A EP 1431517 A2 JP 4515086 B2 JP 2004204844 A US 2004120814 A1	14-07-2004 23-06-2004 28-07-2010 22-07-2004 24-06-2004
30	DE 602004003757 T2	11-10-2007	AT 348942 T DE 602004003757 T2 EP 1508668 A1 MY 135527 A US 2005042092 A1	15-01-2007 11-10-2007 23-02-2005 30-05-2008 24-02-2005
35	EP 2878769 A1	03-06-2015	DE 102013224199 A1 EP 2878769 A1 US 2015167477 A1	28-05-2015 03-06-2015 18-06-2015
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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