



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.03.2015 Patentblatt 2015/11

(51) Int Cl.:
F01D 11/12^(2006.01) F01D 25/24^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14150518.0**

(22) Anmeldetag: **09.01.2014**

(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)

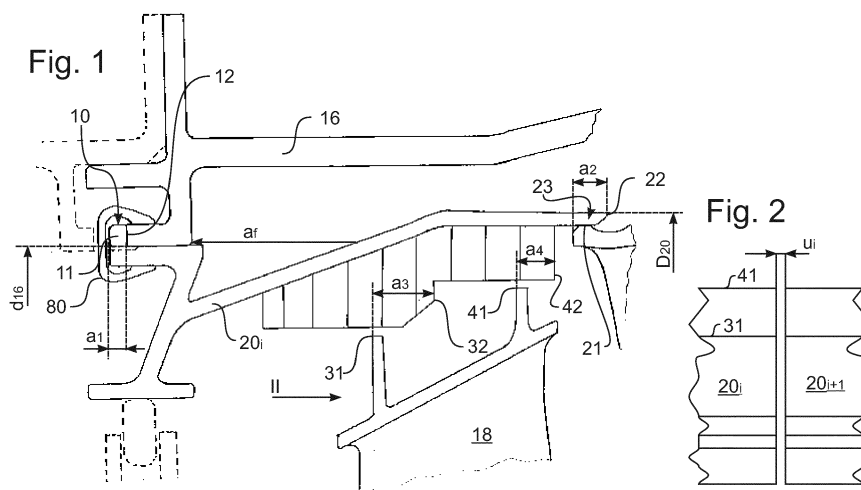
(72) Erfinder:
• **Gieg, Walter**
82223 Eichenau (DE)
• **Kufner, Petra**
85586 Poing (DE)
• **Stanka, Rudolf**
84431 Rattenkirchen (DE)

(30) Priorität: **06.09.2013 EP 13183274**

(54) **Gasturbine, zugehörige Montage- und Demontageverfahren eines Laufgitters einer Gasturbine.**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Gasturbine, insbesondere Flugtriebwerk-Gasturbine, mit einem Gehäuse (16), das einen Strömungskanaleintritt aufweist, einem, insbesondere in Durchströmungsrichtung ersten, Laufgitter (18), das in dem Gehäuse anordenbar ist, und einem Außendichtring zum Abdichten dieses Laufgitters, der durch ein Klemmmittel (80) reibschlüssig an dem Gehäuse befestigbar ist und eine Mehrzahl von Ringsegmenten (20_i , 20_{i+1}) aufweist; wobei - eine freie axiale Weglänge (a_f) eines Dichtringsegments entgegen der Durchströmungsrichtung wenigstens so groß ist wie ein axialer Eingriff (a_1) einer entgegen der Durchströmungsrichtung formschlussfreien Verdrehesicherung (10) des Außendichtrings ($a_f \geq a_1$) und/oder ein axialer Überhang (a_2) einer radialen Aufhängung (23) des Au-

ßendichtrings ($a_f > a_2$) und/oder ein axialer Versatz (a_3 , a_4) einer Dichtfinne (31, 41) des Außendichtrings entgegen der Durchströmungsrichtung gegenüber einer stromabwärtigen Kante (32, 42) einer Dichtfläche des Dichtringsegments zum Abdichten dieser Dichtfinne; und/oder ein Quotient einer Spaltmaßsumme des reibschlüssig an dem Gehäuse befestigten Außendichtrings und der Kreiszahl wenigstens so groß ist wie eine Differenz zwischen einem maximalen Außendurchmesser (D_{20}) des reibschlüssig an dem Gehäuse befestigten Außendichtrings und einem minimalen Innendurchmesser (d_{16}) des Strömungskanaleintritts. Entsprechende Verfahren zur Montage und Demontage des Laufgitters werden ebenfalls präsentiert.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Gasturbine, insbesondere eine Flugtriebwerk-Gasturbine, mit einem Gehäuse, einem Laufgitter und einem segmentierten Außendichtring zum Abdichten dieses Laufgitters, der durch ein Klemmmittel reibschlüssig an dem Gehäuse befestigbar ist, sowie ein Verfahren zur Montage und/oder Demontage des Laufgitters in dem Gehäuse.

[0002] Aus der US 2007/0231132 A1 ist eine Gasturbine mit einem Gehäuse, einem Laufgitter und einem segmentierten Außendichtring zum Abdichten dieses Laufgitters bekannt, der durch ein Klemmmittel reibschlüssig an dem Gehäuse befestigt ist.

[0003] Üblicherweise werden solche Laufgitter bei der Montage aufgrund des in Durchströmungsrichtung divergierenden Strömungskanals und ihrer entsprechend zunehmenden Durchmesser entgegen der Durchströmungsrichtung bzw. von hinten in den Strömungskanal eingeführt und in diesem befestigt. Entsprechend müssen zur Demontage des in Durchströmungsrichtung ersten Laufgitters zunächst alle nachfolgenden Laufgitter demontiert werden. Auf der anderen Seite müssen in Durchströmungsrichtung erste Laufgitter aufgrund der thermomechanischen Beanspruchungen besonderes häufig gewartet und hierzu demontiert bzw. (wieder) in dem Gehäuse montiert werden.

[0004] Eine Aufgabe einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist es, die Montage und/oder Demontage eines, insbesondere in Durchströmungsrichtung ersten, Laufgitters einer Gasturbine zu verbessern.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine Gasturbine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Ansprüche 6, 8 stellen ein Verfahren zur Demontage bzw. Montage eines Laufgitters einer entsprechenden Gasturbine unter Schutz. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist eine Gasturbine, insbesondere eine Flugtriebwerk-Gasturbine, ein ein- oder mehrteiliges Gehäuse mit einem, insbesondere wenigstens im Wesentlichen kreisförmigen, Strömungskanaleintritt und einem stromabwärtigen Strömungskanalaustritt auf. In einer Ausführung divergiert ein Strömungskanal zwischen Strömungskanalein- und -austritt, insbesondere aufgrund einer zunehmenden Entspannung des Arbeitsmediums beim Durchströmen des Strömungskanals. Entsprechend weist in einer Ausführung der Strömungskanalaustritt einen größeren Innendurchmesser auf als der Strömungskanaleintritt.

[0007] In dem Strömungskanal ist wenigstens ein Laufgitter, insbesondere axialfest, anordenbar, insbesondere angeordnet, das vorzugsweise zum Umsetzen von Strömungsenergie in mechanische Arbeit eingerichtet ist. In einer Ausführung sind in dem Strömungskanal mehrere axial voneinander beabstandete Laufgitter, insbesondere axialfest, anordenbar, insbesondere angeordnet, deren Außendurchmesser vorzugsweise in Durchströmungsrichtung zunehmen. Das bzw. die Laufgitter können lösbar oder dauerhaft mit einem Rotor der Gasturbine verbunden sein.

[0008] Radial zwischen dem Gehäuse und wenigstens einem dieser Laufgitter, insbesondere einem in Durchströmungsrichtung ersten bzw. vordersten, Laufgitter, das, insbesondere axialfest, in dem Gehäuse anordenbar, insbesondere angeordnet ist, ist ein Außendichtring zum Abdichten dieses Laufgitters anordenbar, insbesondere angeordnet.

[0009] Der Außendichtring ist durch ein ein- oder mehrteiliges Klemmmittel reibschlüssig an dem Gehäuse befestigbar, insbesondere befestigt, und weist eine Mehrzahl von Ringsegmenten auf, insbesondere kann er aus der Mehrzahl von Ringsegmenten bestehen bzw. zusammengesetzt sein. Das Klemmmittel weist in einer Ausführung einen Querschnitt mit einem ersten Schenkel, der sich an dem Gehäuse abstützt, und einem zweiten Schenkel auf, der sich an dem Außendichtring abstützt und diesen unter elastischer Deformation des Klemmmittels radial gegen das Gehäuse spannt und so reibschlüssig an diesem befestigt. In einer Ausführung weist das Klemmmittel ein oder mehrere C- oder U-Clipse auf. Insbesondere eine Lage des Außendichtrings, wenn dieses durch das Klemmmittel an dem Gehäuse befestigt ist, wird vorliegend als Betriebslage bezeichnet. Allgemein bezeichnet eine Betriebslage insbesondere eine Lage von Bauteilen, wenn die Gasturbine betriebsbereit ist, insbesondere betrieben wird.

[0010] Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird zur Demontage des Laufgitters zunächst das Klemmmittel bzw. die reibschlüssige Befestigung durch das Klemmmittel gelöst. Ist das Klemmmittel mehrteilig ausgebildet, können ein oder mehrere, insbesondere alle Teile, insbesondere C- bzw. U-Clipse, gelöst werden.

[0011] Anschließend werden, insbesondere bei weiterhin in Betriebslage axialfestem Laufgitter, die Dichtringsegmente des Außendichtrings entgegen der Durchströmungsrichtung durch den Strömungskanaleintritt aus dem Gehäuse ausgeführt, bevor anschließend das Laufgitter entgegen der Durchströmungsrichtung durch den Strömungskanaleintritt aus dem Gehäuse ausgeführt wird. In einer Ausführung werden zwei oder mehr, insbesondere alle Dichtringsegment des Außendichtrings gemeinsam aus dem Gehäuse ausgeführt, in einer anderen Ausführung gruppenweise oder vereinzelt bzw. nacheinander.

[0012] Hierdurch kann nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ein, insbesondere in Durchströmungsrichtung erstes, Laufgitter vorteilhaft, insbesondere ohne vorhergehenden Ausbau stromabwärtiger Laufgitter, demontiert werden. Vorzugsweise ist hierzu ein maximaler Außendurchmesser und/oder eine Außenkontur des Laufgitters höchstens so groß wie ein minimaler Innendurchmesser bzw. eine Innenkontur des Strömungskanaleintritts.

[0013] In einer Ausführung ist der maximale Außendurchmesser und/oder -umfang des reibschlüssig an dem Gehäuse befestigten Außendichtrings bzw. der maximale Außendurchmesser und/oder -umfang des Außendichtrings, wenn dieser

reibschlüssig an dem Gehäuse befestigt ist, größer als der minimale Innendurchmesser bzw. -umfang des Strömungskanaleintritts. Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird auch ein solcher Außendichtring entgegen der Durchströmungsrichtung durch den Strömungskanaleintritt aus dem Gehäuse ausgeführt, vorzugsweise bei weiterhin in einer Betriebslage axial festem Laufgitter bzw. ohne vorherige axiale Verschiebung des Laufgitters in Durchströmungsrichtung.

[0014] Hierzu werden nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ein oder mehrere Dichtringsegmente nach dem Lösen des Klemmmittels radial nach innen verschoben, bis ihr maximaler Außendurchmesser höchstens so groß ist wie der minimale Innendurchmesser des Strömungskanaleintritts. Als (maximaler) Außendurchmesser wird vorliegend insbesondere ein (maximaler) radialer Abstand einer radial äußeren Außenkontur von einer Drehachse der Gasturbine verstanden. Entsprechend reduziert eine Verschiebung eines Dichtringsegments nach radial innen bzw. auf die Drehachse zu den (maximalen) Außendurchmesser dieses Dichtringsegments, eine Verschiebung der Dichtringsegmente des Außendichtrings nach radial innen entsprechend den (maximalen) Außendurchmesser bzw. -umfang des Außendichtrings.

[0015] Insbesondere, um eine solche radiale Verschiebung von Dichtringsegmenten bzw. eine solche radiale Kompression des Außendichtrings zu ermöglichen, ist nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Quotient einer Summe der Spaltmaße zwischen den reibschlüssig in der Betriebslage an dem Gehäuse befestigten Dichtringsegmente bzw. einer Spaltmaßsumme des reibschlüssig in der Betriebslage an dem Gehäuse befestigten Außendichtrings und der Kreiszahl π wenigstens so groß wie eine Differenz zwischen einem maximalen Außendurchmesser des reibschlüssig in der Betriebslage an dem Gehäuse befestigten Außendichtrings und einem minimalen Innendurchmesser des Strömungskanaleintritts:

$$\frac{\sum_{i=1}^n u_i}{\pi} \geq (D_{20} - d_{16})$$

mit:

n: Anzahl der Dichtringsegmente des Außendichtrings;

u_i : Spaltmaß zwischen i. Dichtringsegment und in Umfangsrichtung benachbartem Dichtringsegment in Betriebslage bzw. bei reibschlüssig durch das Klemmmittel an dem Gehäuse befestigtem Außendichtring;

$\sum_{i=1}^n u_i$: Spaltmaßsumme bzw. Summe der Spaltmaße der Dichtringsegmente des Außendichtrings;

$\frac{\sum_{i=1}^n u_i}{\pi}$: Quotient der Spaltmaßsumme und der Kreiszahl;

$D_{20} \cdot \pi$: maximaler Außendurchmesser des reibschlüssig an dem Gehäuse befestigten Außendichtrings;

$d_{16} \cdot \pi$: minimaler Innendurchmesser des Strömungskanaleintritts.

[0016] Mit anderen Worten sind die Spalte zwischen den Dichtringsegmenten des in der Betriebslage an dem Gehäuse befestigten Außendichtrings wenigstens so groß, dass sie ein radiales Zusammenschieben der Dichtringsegmente gestatten, bis der solcherart radial komprimierte Außendichtring einen ausreichend kleinen Außendurchmesser aufweist, um ihn aus dem Strömungskanaleintritt auszuführen.

[0017] Insbesondere, um ausreichend Radialspiel für eine solche radiale Verschiebung bzw. Kompression zur Verfügung zu stellen, vorzugsweise ohne vorherige axiale Verschiebung des Laufgitters in Durchströmungsrichtung bzw. bei in der Betriebslage angeordnetem Laufgitter, werden nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ein oder mehrere Dichtringsegmente nach dem Lösen des Klemmmittels zunächst axial entgegen der Durchströmungsrichtung verschoben.

[0018] Insbesondere hierzu weisen die Dichtringsegmente eine freie axiale Weglänge entgegen der Durchströmungsrichtung auf. Unter einer freien axialen Weglänge eines Dichtringsegments entgegen der Durchströmungsrichtung wird vorliegend insbesondere derjenige Axialweg verstanden, um den das Dichtringsegment aus seiner Betriebslage nach Lösen des Klemmmittels rein axial entgegen der Durchströmungsrichtung verschoben werden kann, bis es das Gehäuse formschlüssig kontaktiert bzw. dieses ein weiteres rein axiales Verschieben entgegen der Durchströmungsrichtung formschlüssig verhindert. Mit anderen Worten entspricht eine freie axiale Weglänge eines Dichtringsegments entgegen

der Durchströmungsrichtung einem Axialspiel des Dichtringsegments nach Lösen des Klemmmittels entgegen der Durchströmungsrichtung bzw. einem Axialspalt in der Betriebslage zwischen einer Kontaktlinie des Gehäuses und einer Kontaktlinie des Dichtringsegments, längs der Dichtringsegment und Gehäuse einander kontaktieren, wenn das Dichtringsegment nach Lösen des Klemmmittels aus der Betriebslage rein axial entgegen der Durchströmungsrichtung verschoben wird.

[0019] Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Gasturbine eine entgegen der Durchströmungsrichtung formschlussfreie Verdrehsicherung zwischen Außendichtring und Gehäuse auf. Insbesondere dann können ein oder mehrere, insbesondere alle Dichtringsegmente nach dem Lösen des Klemmmittels zunächst, insbesondere nacheinander, gruppenweise oder gemeinsam, axial entgegen der Durchströmungsrichtung wenigstens soweit verschoben werden, bis diese Verdrehsicherung zwischen Außendichtring und Gehäuse außer Eingriff gelangt bzw. ist.

[0020] Insbesondere hierzu ist nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung die freie axiale Weglänge eines oder mehrerer, insbesondere aller Dichtringsegmente entgegen der Durchströmungsrichtung wenigstens so groß wie ein axialer Eingriff der Verdrehsicherung. Unter einem axialen Eingriff einer entgegen der Durchströmungsrichtung formschlussfreien Verdrehsicherung wird vorliegend insbesondere derjenige Axialweg verstanden, um den das Dichtringsegment aus seiner Betriebslage nach Lösen des Klemmmittels rein axial entgegen der Durchströmungsrichtung verschoben werden muss, bis die Verdrehsicherung auch in Umfangsrichtung außer Eingriff gelangt bzw. ist.

[0021] In einer Ausführung weist die Verdrehsicherung eine Nutanordnung mit einer oder mehreren über den Umfang verteilten Axialnuten in dem Gehäuse auf, die entgegen der Durchströmungsrichtung offen sind und in die jeweils ein Radialflansch des Außendichtrings in Umfangsrichtung formschlüssig eingreift, wenn dieser in Betriebslage reibschlüssig an dem Gehäuse befestigt ist. Dann ist vorzugsweise die freie axiale Weglänge eines oder mehrerer, insbesondere aller Dichtringsegmente entgegen der Durchströmungsrichtung wenigstens so groß wie eine maximale Nutlänge dieser Nutanordnung. Da die maximale Nutlänge den maximalen axialen Eingriff limitiert, kann so vorteilhafterweise unabhängig von einem axialen Querschnitt der Radialflansche eine ausreichende freie axiale Weglänge sichergestellt werden, um diese außer Eingriff zu bringen.

[0022] Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Gasturbine eine radiale Aufhängung des Außendichtrings an bzw. in dem Gehäuse auf. Insbesondere dann können ein oder mehrere, insbesondere alle Dichtringsegmente nach dem Lösen des Klemmmittels, insbesondere nacheinander, gruppenweise oder gemeinsam, zunächst axial entgegen der Durchströmungsrichtung wenigstens soweit verschoben werden, bis diese radiale Aufhängung außer Eingriff gelangt bzw. ist.

[0023] In einer Ausführung weist die radiale Aufhängung eine Innenfläche des Außendichtrings auf, die eine Außenfläche des Gehäuses von radial außen axial übergreift, wenn dieser in Betriebslage reibschlüssig an dem Gehäuse befestigt ist. Insbesondere kann der Außendichtring einen Axialflansch aufweisen, der eine entsprechende Radialnut im Gehäuse, insbesondere einem nachfolgenden Leitgitter, axial über- bzw. radial hintergreift, wenn der Außendichtring in Betriebslage reibschlüssig an dem Gehäuse befestigt ist. Die axiale Länge, auf der der Außendichtring das Gehäuse axial über- bzw. radial hintergreift, wird vorliegend als axialer Überhang der radialen Aufhängung bezeichnet. Entsprechend ist in einer Ausführung die freie axiale Weglänge eines oder mehrerer, insbesondere aller Dichtringsegmente entgegen der Durchströmungsrichtung wenigstens so groß wie ein axialer Überhang der radialen Aufhängung des Außendichtrings. Insbesondere auf diese Weise kann eine ausreichende freie axiale Weglänge sichergestellt werden, um die radiale Aufhängung des Außendichtrings außer Eingriff zu bringen und so den Außendichtring radial zu komprimieren.

[0024] Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist das Laufgitter eine oder mehrere Dichtfinnen bzw., vorzugsweise ringartige, Radialflansche auf, die von einem Außendeckband des Laufgitters nach radial außen hervorstehen und Dichtflächen des Dichtringsegments radial gegenüberliegen. In der Betriebslage können solche Dichtfinnen gegenüber einer stromabwärtigen Kante einer Dichtfläche zum Abdichten dieser Dichtfinne entgegen der Durchströmungsrichtung axial versetzt sein. Mit anderen Worten kann die Dichtfinne in der Betriebslage stromaufwärts vor der stromabwärtigen Kante der Dichtfläche angeordnet sein, so dass die Dichtfinne einer radialen Kompression des Außendichtrings entgegenstehen kann.

[0025] Insbesondere daher ist nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung die freie axiale Weglänge eines oder mehrerer, insbesondere aller Dichtringsegmente entgegen der Durchströmungsrichtung wenigstens so groß wie ein axialer Versatz einer Dichtfinne des Außendichtrings entgegen der Durchströmungsrichtung, insbesondere ihrer stromaufwärtigen, radial äußeren Kante, gegenüber einer stromabwärtigen Kante einer Dichtfläche des Dichtringsegments zum Abdichten dieser Dichtfinne. In einer Ausführung geht die Dichtfläche in der stromabwärtigen Kante in eine, vorzugsweise wenigstens im Wesentlichen radiale, Stirnseite über, so dass in einer Ausführung die freie axiale Weglänge eines oder mehrerer, insbesondere aller Dichtringsegmente entgegen der Durchströmungsrichtung wenigstens so groß wie ein axialer Versatz einer Dichtfinne des Außendichtrings entgegen der Durchströmungsrichtung, insbesondere ihrer stromaufwärtigen, radial äußeren Kante, gegenüber einer stromabwärtigen Stirnseite, die an eine Dichtfläche zum Abdichten dieser Dichtfinne anschließt und sich vorzugsweise, wenigstens im Wesentlichen, radial erstreckt.

[0026] Weist das Laufgitter eine erste und eine zweite Dichtfinne auf, die von der ersten Dichtfinne axial beabstandet

ist, der gestufte Außendichtring eine erste Dichtfläche zum Abdichten der ersten Dichtfinne und eine zweite Dichtfläche zum Abdichten der zweiten Dichtfinne, die von der ersten Dichtfläche axial und radial beabstandet ist, so ist in einer Ausführung die freie axiale Weglänge eines oder mehrerer, insbesondere aller Dichtringsegmente entgegen der Durchströmungsrichtung wenigstens so groß wie ein axialer Versatz der ersten Dichtfinne, insbesondere ihrer radial äußeren stromaufwärtigen Kante, gegenüber einer stromabwärtigen Kante der ersten Dichtfläche und/oder einer daran anschließenden, insbesondere wenigstens im Wesentlichen radialen Stirnseite, und zusätzlich wenigstens so groß wie ein axialer Versatz der zweiten Dichtfinne, insbesondere ihrer radial äußeren stromaufwärtigen Kante gegenüber einer stromabwärtigen Kante der zweiten Dichtfläche und/oder einer daran anschließenden, insbesondere wenigstens im Wesentlichen radialen Stirnseite.

[0027] Insbesondere hierdurch können ein oder mehrere, insbesondere alle Dichtringsegmente nach dem Lösen des Klemmmittels, insbesondere nacheinander, gruppenweise oder gemeinsam, zunächst axial entgegen der Durchströmungsrichtung wenigstens soweit verschoben werden, bis die Dichtfinne(n) stromabwärts hinter bzw. nach der stromabwärtigen Kante der jeweiligen Dichtfläche angeordnet ist bzw. sind, der die Dichtfinne in Betriebslage radial gegenüberliegt. Auf diese Weise kann ausreichend Radialspiel für eine radiale Verschiebung bzw. Kompression zur Verfügung gestellt werden, um den radial komprimierten Außendichtring mit radial nach innen verschobenen Dichtringsegmenten entgegen der Durchströmungsrichtung aus dem Strömungskanaleintritt auszuführen.

[0028] Die vorstehend erläuterten axialen und radialen Verschiebungen können, wenigstens abschnittsweise, nacheinander ausgeführt werden. Insbesondere können die Dichtringsegmente des Außendichtrings nacheinander, gruppenweise oder alle gemeinsam zunächst, wenigstens im Wesentlichen, rein axial entgegen der Durchströmungsrichtung verschoben werden, bis insbesondere eine Verdrehsicherung und/oder eine radiale Aufhängung außer Eingriff gelangen und/oder Dichtfinnen stromabwärts hinter ihren Dichtflächen angeordnet sind, anschließend, wenigstens im Wesentlichen, rein radial nach innen verschoben werden, bis ihr maximaler Außendurchmesser höchstens noch so groß ist wie der minimale Innendurchmesser des Strömungskanaleintritts, und anschließend, wenigstens im Wesentlichen, rein axial entgegen der Durchströmungsrichtung durch diesen aus dem Gehäuse verschoben werden.

[0029] Gleichermaßen können die vorstehend erläuterten axialen und radialen Verschiebungen, wenigstens abschnittsweise, parallel ausgeführt bzw. überlagert werden. Insbesondere können die Dichtringsegmente des Außendichtrings nacheinander, gruppenweise oder alle gemeinsam radial nach innen und zugleich axial entgegen der Durchströmungsrichtung verschoben werden.

[0030] In einer Ausführung werden ein oder mehrere, insbesondere alle Dichtringsegmente, wenigstens im Wesentlichen, kippfrei axial und/oder radial verschoben und/oder aus dem Strömungskanaleintritt ausgeführt. Hierunter wird vorliegend insbesondere verstanden, dass bei dieser Demontage eine stromaufwärtige Kante eines Dichtringsegmentes, wenigstens im Wesentlichen, nicht weiter nach radial innen oder außen bewegt wird als eine stromabwärtige Kante dieses Dichtringsegmentes. Hierdurch kann insbesondere das Handling erleichtert werden.

[0031] Eine Montage des Laufgitters erfolgt nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung, wenigstens im Wesentlichen, analog in umgekehrter Reihenfolge. Insbesondere kann zunächst das Laufgitter in Durchströmungsrichtung durch den Strömungskanaleintritt in das Gehäuse eingeführt und vorzugsweise in Betriebslage axial festgelegt werden. Anschließend werden die Dichtringsegmente des Außendichtrings, vorzugsweise einzeln, gruppenweise oder alle gemeinsam, in Durchströmungsrichtung durch den Strömungskanaleintritt in das Gehäuse eingeführt, bevor anschließend der Außendichtring durch das Klemmmittel bzw. dieses an dem Gehäuse reibschlüssig befestigt wird.

[0032] In einer Ausführung werden die Dichtringsegmente des Außendichtrings, vorzugsweise einzeln, gruppenweise oder alle gemeinsam, vor dem Befestigen des Klemmmittels, insbesondere kippfrei, radial nach außen in ihre Betriebslage verschoben, in der ihr maximaler Außendurchmesser größer ist als der minimale Innendurchmesser des Strömungskanaleintritts, und wenigstens abschnittsweise parallel hierzu oder nacheinander axial in Durchströmungsrichtung verschoben, bis die Verdrehsicherung und/oder radiale Aufhängung in Eingriff ist und/oder eine oder mehrere, insbesondere alle Dichtfinnen gegenüber der stromabwärtigen Kante der jeweiligen Dichtfläche entgegen der Durchströmungsrichtung versetzt sind.

[0033] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungen. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert:

Fig. 1 einen Teil einer Gasturbine nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung in einem Axialschnitt längs einer Drehachse; und

Fig. 2 einen Teil der Gasturbine der Fig. 1 in einer in Fig. 1 mit II angedeuteten Draufsicht.

[0034] Fig. 1 zeigt in Fig. 2 der einleitend genannten US 2007/0231132 A1 entsprechender Weise, einen Teil einer Gasturbine nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung in einem Axialschnitt längs einer horizontalen Drehachse. Auf die US 2007/0231132 A1 wird ergänzend Bezug genommen, insbesondere sind einander entsprechende Elemente durch identische Bezugszeichen bezeichnet, so dass nachfolgend insbesondere auf Unterschiede eingegangen wird.

[0035] Die Gasturbine weist ein Gehäuse 16 mit einem kreisförmigen Strömungskanaleintritt auf, dessen minimaler

Innendurchmesser mit d_{16} bezeichnet ist.

[0036] In einer in Fig. 1, 2 dargestellten Betriebslage ist in dem Strömungskanal ein in Durchströmungsrichtung (von links nach rechts in Fig. 1) erstes Laufgitter 18 angeordnet. Radial zwischen Gehäuse und Laufgitter ist ein Außendichtring zum Abdichten dieses Laufgitters angeordnet, der durch ein Klemmmittel in Form mehrerer C-Clipse 80 reibschlüssig an dem Gehäuse befestigt ist und eine Mehrzahl von Ringsegmenten $20_i, 20_{i+1}, \dots$ aufweist, die in Umfangsrichtung um Spaltmaße $u_i, \dots$ voneinander beabstandet sind (vgl. Fig. 2).

[0037] Die Dichtringsegmente weisen entgegen der Durchströmungsrichtung eine freie axiale Weglänge a_f auf, die in Fig. 1 durch einen Pfeil angedeutet ist. Nach Lösen der C-Clipse können die Dichtringsegmente rein axial entgegen der Durchströmungsrichtung um a_f verschoben werden, bis das Gehäuse eine weitere rein axiale Verschiebung entgegen der Durchströmungsrichtung begrenzt.

[0038] Diese freie axiale Weglänge a_f ist größer als ein axialer Eingriff a_1 einer entgegen der Durchströmungsrichtung formschlussfreien Verdrehsicherung 10 des Außendichtrings. Die Verdrehsicherung weist eine Nutanordnung mit mehreren entgegen der Durchströmungsrichtung (nach links in Fig. 1) offenen Axialnuten 12 in dem Gehäuse auf, in die jeweils ein Radialflansch 11 des reibschlüssig an dem Gehäuse befestigten Außendichtrings in Umfangsrichtung formschlüssig eingreift. Die maximale Nutlänge a_1 der Nutanordnung kann, wenigstens im Wesentlichen, dem axialen Eingriff der Verdrehsicherung entsprechen.

[0039] Die freie axiale Weglänge a_f ist zugleich größer als ein axialer Überhang a_2 einer radialen Aufhängung 23 des Außendichtrings. Der axiale Überhang a_2 ist definiert durch die axiale Länge a_2 , auf der ein Axialflansch 22 des Außendichtrings eine Radialnut 21 des Gehäuses in axialer Richtung (horizontal in Fig. 1) übergreift bzw. in radialer Richtung (vertikal in Fig. 1) hintergreift. Die Radialnut des Gehäuses wird durch ein Leitgitter dargestellt, das in Fig. 1 ansatzweise angedeutet ist.

[0040] Das Laufgitter weist eine erste Dichtfinne 31 und eine zweite Dichtfinne 41 auf, die von der ersten Dichtfinne axial beabstandet ist. Der insofern gestufte Außendichtring weist eine erste, abgeknickte Dichtfläche zum Abdichten der ersten Dichtfinne und eine zweite, gerade Dichtfläche zum Abdichten der zweiten Dichtfinne auf, die von der ersten Dichtfläche axial und radial beabstandet ist.

[0041] Die freie axiale Weglänge a_f ist auch größer als ein axialer Versatz a_3 der ersten Dichtfinne gegenüber einer stromabwärtigen Kante 32 der ersten Dichtfläche und größer als ein axialer Versatz a_4 der zweiten Dichtfinne gegenüber einer stromabwärtigen Kante 42 der zweiten Dichtfläche.

[0042] Ein Quotient einer Spaltmaßsumme des in der Betriebslage reibschlüssig an dem Gehäuse befestigten Außendichtrings und der Kreiszahl π ist größer oder gleich einer Differenz zwischen dem maximalen Außendurchmesser D_{20} des in der Betriebslage reibschlüssig an dem Gehäuse befestigten Außendichtrings und dem minimalen Innendurchmesser d_{16} des Strömungskanaleintritts:

$$\frac{\sum_{i=1}^n u_i}{\pi} \geq (D_{20} - d_{16})$$

wobei in der Betriebslage der maximale Außendurchmesser des Außendichtrings größer ist als der minimale Innendurchmesser des Strömungskanaleintritts.

[0043] Zur Demontage des Laufgitters werden zunächst eine oder mehrere, vorzugsweise alle C-Clipse 80 gelöst.

[0044] Anschließend werden die Dichtringsegmente $20_i, 20_{i+1}, \dots$ des Außendichtrings einzeln, gruppenweise oder alle gemeinsam entgegen der Durchströmungsrichtung durch den Strömungskanaleintritt aus dem Gehäuse 16 ausgeführt.

[0045] Hierzu werden die Dichtringsegmente nach dem Lösen des Klemmmittels 80 kippfrei axial entgegen der Durchströmungsrichtung verschoben, bis die Verdrehsicherung 10 und die radiale Aufhängung 23 außer Eingriff sind und die Dichtfinnen 31, 41 stromabwärts nach den Kanten 32 bzw. 42 der zugehörigen Dichtflächen angeordnet sind (rechts in Fig. 1).

[0046] Anschließend werden die Dichtringsegmente $20_i, 20_{i+1}, \dots$ des Außendichtrings einzeln, gruppenweise oder alle gemeinsam radial nach innen verschoben, bis ihr maximaler Außendurchmesser so groß wie oder kleiner als der minimale Innendurchmesser d_{16} des Strömungskanaleintritts ist. Dies ist aufgrund der Spaltmaßsumme möglich. Bezeichnet D'_{20} den maximalen Außendurchmesser des radial komprimierten Außendichtrings mit radial nach innen verschobenen Dichtringsegmenten, so dass diese in Umfangsrichtung aneinander anliegen bzw. ihre Spaltmaßsumme gleich Null ist, so gilt:

$$(D_{20} - D'_{20}) \cdot \pi = \sum_{i=1}^n u_i \geq (D_{20} - d_{16}) \cdot \pi \Rightarrow$$

$$D'_{20} \leq d_{16}$$

d.h. der komprimierte Außendurchmesser D'_{20} ist kleiner als der Innendurchmesser d_{16} des Strömungskanaleintritts. Somit können die Dichtringsegmente $20_i, 20_{i+1}, \dots$ des Außendichtrings einzeln, gruppenweise oder alle gemeinsam axial weiter entgegen der Durchströmungsrichtung verschoben und so durch den Strömungskanaleintritt aus dem Gehäuse 16 ausgeführt werden.

[0047] Anschließend wird das Laufgitter 18 entgegen der Durchströmungsrichtung durch den Strömungskanaleintritt aus dem Gehäuse ausgeführt.

[0048] Die Montage erfolgt in analoger Weise in umgekehrter Reihenfolge: zunächst wird das Laufgitter in Durchströmungsrichtung durch den Strömungskanaleintritt in das Gehäuse eingeführt und in der Betriebslage axial befestigt. Dann werden die Dichtringsegmente des Außendichtrings in Durchströmungsrichtung durch den Strömungskanaleintritt in das Gehäuse eingeführt.

[0049] Hierzu werden die Dichtringsegmente des radial komprimierten Außendichtrings einzeln, gruppenweise oder alle gemeinsam axial in Durchströmungsrichtung durch den Strömungskanaleintritt in das Gehäuse 16 verschoben bzw. eingeführt. Anschließend werden die Dichtringsegmente $20_i, 20_{i+1}, \dots$ des Außendichtrings einzeln, gruppenweise oder alle gemeinsam radial nach außen verschoben, bis sie radial an dem Gehäuse anliegen. Dann werden sie weiter in Durchströmungsrichtung in die Betriebslage verschoben, in der die Verdrehsicherung 10 und die radiale Aufhängung 23 in Eingriff sind und die Dichtfinnen 31, 41 stromaufwärts vor den Kanten 32 bzw. 42 der zugehörigen Dichtflächen angeordnet sind. Schließlich wird das Klemmmittel 80 und hierdurch der Außendichtring reibschlüssig an dem Gehäuse befestigt.

[0050] Obwohl in der vorhergehenden Beschreibung exemplarische Ausführungen erläutert wurden, sei darauf hingewiesen, dass eine Vielzahl von Abwandlungen möglich ist. 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

[0051]

10	Verdrehsicherung
11	Radialflansch (Verdrehsicherung)
12	Axialnut (Verdrehsicherung)
16	Gehäuse
18	Laufgitter
$20_i, 20_{i+1}$	Außendichtringsegment
21	Radialnut des Gehäuses (radiale Aufhängung)
22	Axialflansch des Außendichtrings (radiale Aufhängung)
23	radiale Aufhängung
31/41	erste/zweite Dichtfinne
32/42	stromabwärtige Kante der Dichtfläche der ersten/zweiten Dichtfinne
80	Klemmmittel (C-Clipse)
a_f	freie axiale Weglänge
a_1	axialer Eingriff der Verdrehsicherung; maximale Nutlänge
a_2	axialer Überhang der radialen Aufhängung
a_3/a_4	axialer Versatz der ersten/zweiten Dichtfinne
d_{16}	minimaler Innendurchmesser des Strömungskanaleintritts
D_{20}	maximaler Außendurchmesser des Außendichtrings in Betriebslage
u_i	Spaltmaß zwischen Dichtsegmenten $20_i, 20_{i+1}$

Patentansprüche

1. Gasturbine, insbesondere Flugtriebwerk-Gasturbine, mit einem Gehäuse (16), das einen Strömungskanaleintritt aufweist, einem, insbesondere in Durchströmungsrichtung ersten, Laufgitter (18), das in dem Gehäuse anordenbar ist, und einem Außendichtring zum Abdichten dieses Laufgitters, der durch ein Klemmmittel (80) reibschlüssig an dem Gehäuse befestigbar ist und eine Mehrzahl von Ringsegmenten (20_i , 20_{i+1}) aufweist;

dadurch gekennzeichnet, dass

eine freie axiale Weglänge (a_f) eines Dichtringsegments entgegen der Durchströmungsrichtung wenigstens so groß ist wie

ein axialer Eingriff (a_1) einer entgegen der Durchströmungsrichtung formschlussfreien Verdrehsicherung (10) des Außendichtrings ($a_f \geq a_1$) und/oder

ein axialer Überhang (a_2) einer radialen Aufhängung (23) des Außendichtrings ($a_f \geq a_2$) und/oder

ein axialer Versatz (a_3 , a_4) einer Dichtfinne (31, 41) des Außendichtrings entgegen der Durchströmungsrichtung gegenüber einer stromabwärtigen Kante (32, 42) einer Dichtfläche des Dichtringsegments zum Abdichten dieser Dichtfinne ($a_f \geq a_3$, a_4); und/oder dass

ein Quotient einer Spaltmaßsumme ($\sum_{i=1}^n u_i$) des reibschlüssig an dem Gehäuse befestigten Außendichtrings und der Kreiszahl (π) wenigstens so groß ist wie eine Differenz zwischen einem maximalen Außendurchmesser (D_{20}) des reibschlüssig an dem Gehäuse befestigten Außendichtrings und einem minimalen Innendurchmesser (d_{16}) des

Strömungskanaleintritts des Gehäuses $(\sum_{i=1}^n u_i \geq (D_{20} - d_{16}) \cdot \pi)$.

2. Gasturbine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrehsicherung eine Nutanordnung mit wenigstens einer entgegen der Durchströmungsrichtung offenen Axialnut (12) in dem Gehäuse aufweist, in die ein Radialflansch (11) des reibschlüssig an dem Gehäuse befestigten Außendichtrings in Umfangsrichtung formschlüssig eingreift, wobei die freie axiale Weglänge des Dichtringsegments entgegen der Durchströmungsrichtung wenigstens so groß ist wie eine maximale Nutlänge (a_1) der Nutanordnung ($a_f \geq a_1$).

3. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laufgitter eine erste und eine zweite Dichtfinne (31, 41) aufweist, die von der ersten Dichtfinne axial beabstandet ist, der gestufte Außendichtring eine erste Dichtfläche zum Abdichten der ersten Dichtfinne und eine zweite Dichtfläche zum Abdichten der zweiten Dichtfinne aufweist, die von der ersten Dichtfläche axial und radial beabstandet ist, und die freie axiale Weglänge des Dichtringsegments entgegen der Durchströmungsrichtung wenigstens so groß wie ein axialer Versatz (a_3) der ersten Dichtfinne gegenüber einer stromabwärtigen Kante (32) der ersten Dichtfläche und wenigstens so groß wie ein axialer Versatz (a_4) der zweiten Dichtfinne gegenüber einer stromabwärtigen Kante (42) der zweiten Dichtfläche ist.

4. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der maximale Außendurchmesser des reibschlüssig an dem Gehäuse befestigten Außendichtrings größer ist als der minimale Innendurchmesser des Strömungskanaleintritts.

5. Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laufgitter zum Umsetzen von Strömungsenergie in mechanische Arbeit eingerichtet ist und/oder ein Strömungskanalaustritt des Gehäuses einen größeren Innendurchmesser aufweist als der Strömungskanaleintritt des Gehäuses.

6. Verfahren zur Demontage des Laufgitters einer Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Schritte:

Lösen des Klemmmittels;

Ausführen der Dichtringsegmente des Außendichtrings entgegen der Durchströmungsrichtung **durch** den Strömungskanaleintritt aus dem Gehäuse; und

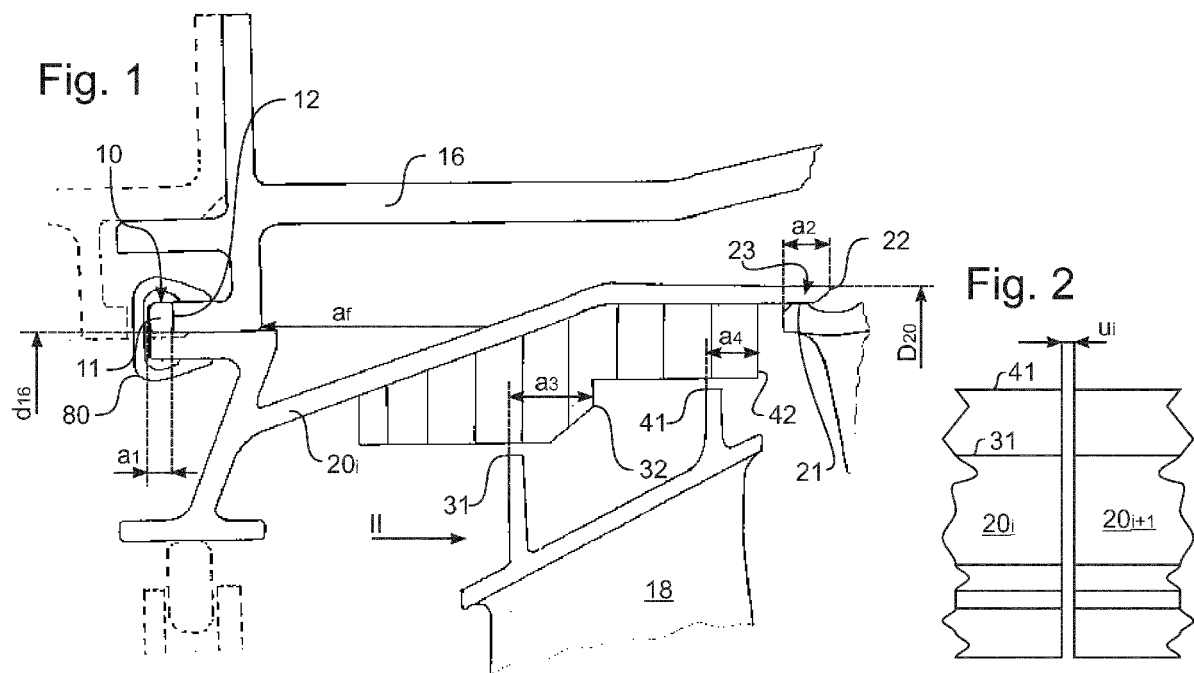
Ausführen des Laufgitters entgegen der Durchströmungsrichtung **durch** den Strömungskanaleintritt aus dem Gehäuse.

7. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** Dichtringsegmente nach dem Lösen des Klemmmittels, insbesondere kippfrei und/oder gemeinsam, axial entgegen der Durchströmungsrichtung verschoben werden, bis die Verdrehsicherung und/oder radiale Aufhängung außer Eingriff ist und/oder die Dichtfinne stromabwärts nach der Kante angeordnet ist; und/oder radial nach innen verschoben werden, bis ihr maximaler Außendurchmesser höchstens so groß ist wie der minimale Innendurchmesser des Strömungskanaleintritts.

8. Verfahren zur Montage des Laufgitters einer Gasturbine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Schritte:

Einführen des Laufgitters in Durchströmungsrichtung **durch** den Strömungskanaleintritt in das Gehäuse;
Einführen der Dichtringsegmente des Außendichtrings in Durchströmungsrichtung **durch** den Strömungskanaleintritt in das Gehäuse; und
Befestigen des Klemmmittels.

9. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** Dichtringsegmente vor dem Befestigen des Klemmmittels, insbesondere kippfrei und/oder gemeinsam, axial in Durchströmungsrichtung verschoben werden, bis die Verdrehsicherung und/oder radiale Aufhängung in Eingriff ist und/oder die Dichtfinne gegenüber der Kante entgegen der Durchströmungsrichtung versetzt ist; und/oder radial nach außen verschoben werden, bis ihr maximaler Außendurchmesser größer ist wie der minimale Innendurchmesser des Strömungskanaleintritts.





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 15 0518

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	FR 2 891 583 A1 (SNECMA SA [FR] SNECMA [FR]) 6. April 2007 (2007-04-06)	1,3-5	INV. F01D11/12 F01D25/24
Y	* Seite 4, Zeile 14 - Seite 5, Zeile 8; Abbildungen 2,3 *	2	

X	EP 0 844 369 A1 (ROLLS ROYCE PLC [GB]; BMW ROLLS ROYCE GMBH [DE] ROLLS ROYCE PLC [GB];) 27. Mai 1998 (1998-05-27)	1,3-9	
Y	* Seite 4, Spalte 6, Zeile 18 - Seite 5, Spalte 8, Zeile 7; Ansprüche 1-5, 16, 17; Abbildungen 1-3c *	2	

Y	DE 601 22 083 T2 (SNECMA [FR]) 1. März 2007 (2007-03-01)	2	
	* Seite 3, Absatz 13 - Seite 4, Absatz 17; Ansprüche 1, 3; Abbildungen 1-3 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		7. März 2014	Lutoschkin, Eugen
KATEGORIE DER GENANTEN 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			

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 14 15 0518

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.

07-03-2014

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie			Datum der Veröffentlichung
FR 2891583	A1	06-04-2007	KEINE			

EP 0844369	A1	27-05-1998	CA	2220664	A1	23-05-1998
			EP	0844369	A1	27-05-1998
			US	6062813	A	16-05-2000

DE 60122083	T2	01-03-2007	CA	2359274	A1	19-04-2002
			DE	60122083	T2	01-03-2007
			EP	1199444	A1	24-04-2002
			ES	2265406	T3	16-02-2007
			FR	2815668	A1	26-04-2002
			RU	2276737	C2	20-05-2006
			UA	72509	C2	15-05-2002
			US	2002048512	A1	25-04-2002

15

20

25

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 20070231132 A1 [0002] [0034]