

(19)



(11)

EP 3 536 913 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.09.2019 Patentblatt 2019/37

(51) Int Cl.:
F01D 17/16^(2006.01) F01D 11/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19160760.5**

(22) Anmeldetag: **05.03.2019**

(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:
KH MA MD TN

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

(72) Erfinder: **Albers, Lothar**
80638 München (DE)

(30) Priorität: **07.03.2018 DE 102018203442**

(54) **INNENRING FÜR EINE TURBOMASCHINE UND ENTSPRECHENDES HERSTELLUNGSVERFAHREN**

(57) Innenring (120) für einen Leitschaufelkranz zur Befestigung an, insbesondere verstellbaren, Leitschaufeln (10) einer Turbomaschine, insbesondere einer Verdichter- oder Turbinenstufe einer Gasturbine, einen Leitschaufelkranz für eine Turbomaschine mit einem Innenring (120), eine Turbomaschine mit einem Innenring (120) sowie ein Verfahren zum Herstellen eines Innenrings (120), wobei der Innenring (120) mehrere in Umfangsrichtung jeweils beabstandet zueinander angeordnete Leitschaufelaufnahmen (124) aufweist, insbesondere Ausnehmungen, welche jeweils zur Aufnahme eines Befestigungselementes (11), insbesondere eines Befesti-

gungszapfens, einer Leitschaufel (10) ausgebildet sind, wobei der Innenring (120) zwischen wenigstens zwei benachbarten Leitschaufelaufnahmen (124) wenigstens eine Vertiefung (126) mit einer in radialer Richtung (y) reduzierten Wandstärke gegenüber einem an die Vertiefung (126) angrenzenden Bereich außerhalb von der Vertiefung (126) aufweist, und wobei die Vertiefung (126), bezogen auf eine Rotationsachse einer Turbomaschine in einem funktionsgemäßen Einbauzustand des Innenrings (120) in einer Turbomaschine, in axialer Richtung (x) eine größere Ausdehnung aufweist als in Umfangsrichtung.

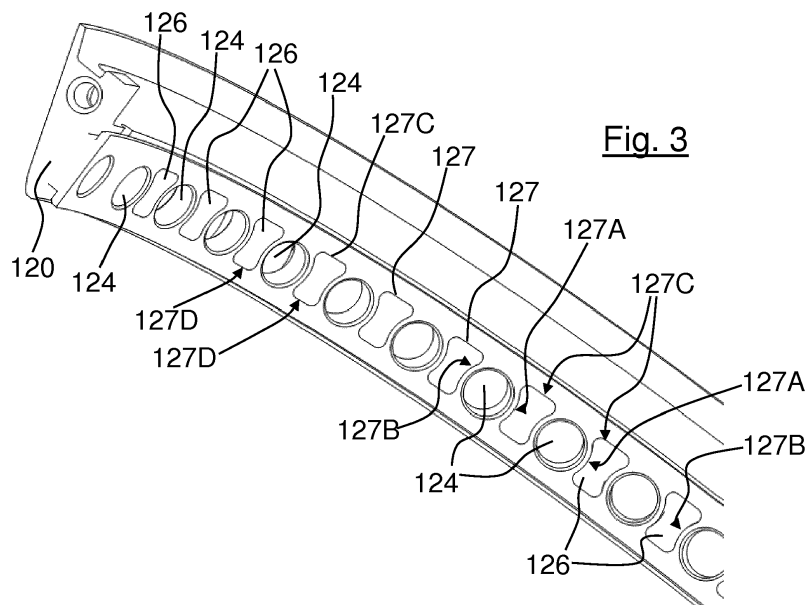


Fig. 3

EP 3 536 913 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Innenring für einen Leitschaufelkranz zur Befestigung an, insbesondere verstellbaren, Leitschaufeln einer Turbomaschine, insbesondere einer Verdichter- oder Turbinenstufe einer Gasturbine, einen Leitschaufelkranz und eine Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit einem solchen Innenring sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung.

[0002] Beim Betrieb von Turbomaschinen mit derartigen Innenringen sind die Innenringe in der Regel thermischen Belastungen, insbesondere teilweise wechselnden und/oder hohen Temperaturgradienten, ausgesetzt, insbesondere durch das den Leitschaufelkranz durchströmende und damit den Innenring zumindest teilweise umströmende Arbeitsfluid und/oder durch schleifende Dichtungen zwischen dem Leitschaufelkranz und einem relativ zu diesem drehenden Rotor. Infolge der thermischen Belastung kann es zu unerwünschten, thermisch bedingten Verformungen des Innenrings kommen, insbesondere zum Aufweiten von Spalten und infolgedessen unerwünschten Leckagen, welche sich nachteilig auf den Wirkungsgrad der Turbomaschine auswirken können.

[0003] Gattungsgemäße Innenringe sind aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt, beispielweise aus der FR 2 953 487, wobei die FR 2 953 487 die Verwendung eines polygonförmigen Innenringes lehrt, welcher zwischen den Aufnahmen für die Leitschaufeln sich, bezogen auf den Innenring in einem funktionsgemäßen Einbauzustand in einer Turbomaschine, in radialer Richtung nach außen und in Umfangsrichtung erstreckende Verstärkungselemente, insbesondere Verstärkungsrippen, aufweist.

[0004] Eine Aufgabe einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist es, einen verbesserten Innenring bereitzustellen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen Innenring mit den Merkmalen des Anspruchs 1, durch einen Leitschaufelkranz gemäß Anspruch 12, durch eine Turbomaschine gemäß Anspruch 14, jeweils mit (wenigstens) einem hier beschriebenen Innenring, sowie durch ein Verfahren zum Herstellen eines hier beschriebenen Innenrings gemäß Anspruch 15 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist ein Innenring für einen Leitschaufelkranz zur Befestigung an, insbesondere verstellbaren, Leitschaufeln einer Turbomaschine, insbesondere einer Verdichter- oder Turbinenstufe einer Gasturbine, mehrere in Umfangsrichtung jeweils beabstandet zueinander angeordnete Leitschaufelaufnahmen auf, insbesondere Ausnehmungen, welche jeweils zur Aufnahme eines Befestigungselementes, insbesondere eines Befestigungszapfens, einer Leitschaufel ausgebildet sind. Zwischen wenigstens zwei benachbarten Leitschaufelaufnahmen weist der Innenring dabei wenigstens eine Vertiefung mit einer in radialer Richtung reduzierten Wandstärke gegenüber einem an die Vertiefung angrenzenden Bereich außerhalb von der Vertiefung auf.

[0007] Erfindungsgemäß weist die Vertiefung, insbesondere die wenigstens eine Vertiefung, bezogen auf eine Rotationsachse einer Turbomaschine in einem funktionsgemäßen Einbauzustand des Innenrings in einer Turbomaschine, in axialer Richtung eine größere Ausdehnung auf als in Umfangsrichtung.

[0008] Die Richtungsangabe "axial" bezieht sich vorliegend in fachüblicher Weise auf eine Richtung parallel zur Rotations- bzw. (Haupt)Maschinenachse der Turbomaschine, die Richtungsangabe "Umfangsrichtung" entsprechend auf eine Rotationsrichtung um diese Rotations- bzw. (Haupt)Maschinenachse, die Richtungsangabe "radial" auf eine Richtung, die senkrecht auf der axialen und Umfangsrichtung steht. Die Richtungsangabe "tangential" bezieht sich entsprechend auf eine Richtung, welche senkrecht auf der axialen Richtung und der radialen Richtung steht, wobei insbesondere sämtliche Richtungsangaben einen erfindungsgemäßen Innenring und/oder einen erfindungsgemäßen Leitschaufelkranz betreffend, jeweils auf einen funktionsgemäßen Einbauzustand in einer Turbomaschine bezogen sind.

[0009] "Leitschaufelaufnahmen" im Sinne der vorliegenden Erfindung sind insbesondere Ausnehmungen oder Aussparungen, insbesondere sacklochartige oder durchgehende Ausnehmungen oder Aussparungen, in denen Leitschaufeln radial abgestützt und/oder drehbar gelagert werden können.

[0010] Unter einer "Vertiefung" im Sinne der vorliegenden Erfindung wird vorliegend insbesondere eine lokale Einkerbung oder Mulde oder dergleichen in radialer Richtung verstanden.

[0011] Durch ein oder mehrere derartige Vertiefungen kann in einer Ausführung der vorliegenden Erfindung im Innenring eine verbesserte Temperaturverteilung, insbesondere ein vorteilhafteres Temperaturprofil in radialer Richtung, erreicht werden. Insbesondere kann durch die Vertiefung(en) eine thermisch bedingte Bewegung und/oder Deformation des Innenrings im Betrieb beeinflusst, insbesondere reduziert, werden, und so insbesondere eine Änderung seiner Form, insbesondere seines Durchmessers und/oder seiner Rundheit beeinflusst, insbesondere reduziert, werden.

[0012] Hierdurch kann in einer Ausführung der Erfindung insbesondere eine Dichtwirkung zwischen Leitschaufeln und Innenring im Bereich der Leitschaufelaufnahmen und/oder zwischen Leitschaufelkranz und Rotor und/oder ein Einlauf reduziert und so das Betriebsverhalten einer Turbomaschine, insbesondere ein Wirkungsgrad, verbessert werden.

[0013] Durch ein oder mehrere derartige Vertiefungen kann in einer Ausführung der vorliegenden Erfindung insbesondere der sogenannte, unerwünschte "Cording-Effekt" reduziert werden.

[0014] Unter dem "Cording-Effekt" wird im Sinne der vorliegenden Erfindung eine dreidimensionale thermisch bedingte Deformation des Innenrings verstanden, insbesondere eine thermisch bedingte Ausbildung von Einschnürungen des Innenrings, welche insbesondere bei geteilten Innenringen an den Teilungsebenen auftreten können und welche ins-

besondere durch ein transientes, radiales Temperaturprofil infolge der unterschiedlichen Aufheizzeiten des Innenrings auf der Seite der Leitschaufeln, welche direkt vom Arbeitsfluid und damit schnell aufgeheizt wird, und der von den Leitschaufeln abgewandten Seite, langsam aufheizenden Seite, entstehen.

5 **[0015]** Durch die unterschiedlichen Aufheizzeiten des Innenrings auf der Seite der Leitschaufeln und der von den Leitschaufeln abgewandten Seite kann es zu unterschiedlichen, thermisch bedingten Ausdehnungen des Materials kommen, insbesondere zu einer stärkeren Ausdehnung des Materials auf der den Leitschaufeln zugewandten Seite als auf der von den Leitschaufeln abgewandten Seite und somit zu einer thermisch bedingten Deformation des Innenrings, ähnlich wie bei einem Bimetall. Infolge dieser Deformation kann es insbesondere zum Aufweiten von Spalten und infolgedessen zu unerwünschten Leckagen kommen, welche sich nachteilig auf den Wirkungsgrad der Turbomaschine auswirken können.

10 **[0016]** Durch die erfindungsgemäße(n) Vertiefung(en) wird die Querschnittsfläche des Innenrings, insbesondere eine Wandstärke des Innenrings, insbesondere in radialer und/oder axialer Richtung und/oder in Umfangsrichtung, je nach Ausgestaltung der Vertiefung, lokal reduziert. Hierdurch kann in einer Ausführung der Erfindung vorteilhaft ein verbessertes, transientes Aufheizverhalten des Innenrings erreicht werden, da weniger Material des Innenrings aufgeheizt werden muss. Insbesondere kann in einer Ausführung der Erfindung ein verbessertes, transientes Temperaturprofil in radialer Richtung erreicht werden, insbesondere ein Temperaturprofil mit einem geringeren Temperaturgradienten in radialer Richtung, wodurch insbesondere bei geeigneter Ausgestaltung der Vertiefung(en), ein, in Bezug auf den "Cording-Effekt" verbessertes, insbesondere den "Cording-Effekt" reduzierendes, Aufheizverhalten des Innenrings erreicht werden.

20 **[0017]** Hierdurch wiederum kann bei einigen Ausführungen der vorliegenden Erfindung ein unerwünschtes Aufweiten von Spalten, insbesondere eine Ovalisierung der Leitschaufelaufnahmen, und/oder ein Einlaufen von Dichtfinnen in die eine Dichtstruktur eines Dichtungsträgers, reduziert oder sogar ganz vermieden werden, wodurch Leckagen reduziert und im Ergebnis der Wirkungsgrad der Turbomaschine verbessert und/oder ein spezifischer Treibstoffverbrauch gesenkt und/oder im Fall einer als Verdichter ausgebildeten Turbomaschine eine Pumpgrenze erhöht werden kann.

25 **[0018]** Unter einer "Pumpgrenze" wird im Sinne der vorliegenden Erfindung dabei ein zum Erreichen eines gewünschten Verdichtungsverhältnisses mindestens erforderliche stabile Volumenstrom verstanden, wobei mit zunehmenden Volumenstrom in der Regel eine höhere Verdichtung möglich ist.

30 **[0019]** Durch eine geringere Leckage lässt sich in einer Ausführung der Erfindung ein höherer, stabiler Volumenstrom erreichen. Hierdurch wiederum kann ein höheres Verdichtungsverhältnis erreicht werden, so dass eine Reduzierung von Leckagen im Ergebnis zu einem höheren Verdichtungsverhältnis führen kann.

[0020] Durch die infolge der erfindungsgemäße(n) Vertiefung(en) lokal reduzierte Wandstärke des Innenrings verringert sich ferner die Biegesteifigkeit des Innenrings, insbesondere in Umfangsrichtung, wodurch in einer Ausführung der Erfindung eine, insbesondere weitere, Verbesserung der "Cording-Eigenschaften", insbesondere eine (weitere) Reduzierung des "Cording-Effekts", erreicht werden kann.

35 **[0021]** Insbesondere kann auf diese Weise ein Leitschaufelkranz mit einem biegeweicheren Innenring und einem biegesteiferen Dichtungsträger bereitgestellt werden, mit welchem besonders gut der "Cording-Effekt" reduziert werden kann, wie sich herausgestellt hat.

[0022] Ferner kann durch die erfindungsgemäße(n) Vertiefung(en) eine Gewichtsreduktion des Innenrings und damit eines Leitschaufelkranzes sowie einer Turbomaschine erreicht werden.

40 **[0023]** In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist der Innenring insbesondere derart ausgestaltet, insbesondere die Vertiefungen des Innenrings, dass der Innenring gegenüber einem Innenring ohne Vertiefungen eine um wenigstens 10%, insbesondere um wenigstens oder um etwa 15% reduzierte Biegesteifigkeit, insbesondere in Umfangsrichtung, aufweist.

45 **[0024]** In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist der Innenring insbesondere mehrere Vertiefungen auf, insbesondere mehrere, jeweils auf einer von den Leitschaufeln abgewandten Seite des Innenrings angeordnete Vertiefungen, wobei die Vertiefungen, insbesondere wenigsten im Wesentlichen äquidistant, über den Umfang des Innenrings verteilt angeordnet sind.

[0025] Hierdurch kann in einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ein besonders vorteilhaftes Aufheizverhalten und/oder eine vorteilhafte Reduktion der Biegesteifigkeit des Innenrings erreicht werden.

50 **[0026]** In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist insbesondere wenigstens zwischen zwei benachbarten Leitschaufelaufnahmen oder benachbarten Gruppen von Leitschaufelaufnahmen genau eine Vertiefung vorgesehen, insbesondere jeweils. D.h. mit anderen Worten, dass in einer Ausführung der Erfindung der Innenring insbesondere zwischen wenigstens einem Paar von benachbarten Paar von Leitschaufelaufnahmen oder einem Paar von benachbarten Gruppen von Leitschaufelaufnahmen genau eine Vertiefung aufweist, insbesondere jeweils zwischen zwei Leitschaufelaufnahmen oder zwei Gruppen von Leitschaufelaufnahmen genau eine Vertiefung.

55 **[0027]** Hierdurch kann in einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ein besonders vorteilhaftes Aufheizverhalten und/oder eine vorteilhafte Reduktion der Biegesteifigkeit des Innenrings erreicht werden, insbesondere ein vorteilhaftes, insbesondere gleichmäßigeres, Aufheizverhalten über den gesamten Umfang des Innenrings bzw. eine gleichmäßige(re)

Biegesteifigkeit des Innenrings in Umfangsrichtung.

[0028] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist insbesondere wenigstens eine Vertiefung, bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbauzustand des Innenrings in einer Turbomaschine, auf einer von den Leitschaufeln abgewandten Seite des Innenrings angeordnet, insbesondere in einer in radialer Richtung innenliegenden Fläche des Innenrings, insbesondere in einer inneren Mantelfläche des Innenrings.

[0029] Hierdurch kann in einer Ausführung der vorliegenden Erfindung insbesondere ein schnelleres Aufheizen der Innenseite des Innenrings und infolgedessen eine im Hinblick auf den "Cording-Effekt" besonders vorteilhafte Temperaturverteilung in radialer Richtung erreicht werden, insbesondere ein schnelleres Aufheizen der von den Leitschaufeln abgewandten Seite des Innenrings, bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbauzustand in einer Turbomaschine.

[0030] In einer alternativen, insbesondere zusätzlichen, Ausführung der vorliegenden Erfindung kann der Innenring auch wenigstens eine, in eine, eine den Leitschaufeln zugewandte Fläche des Innenrings eingebracht sein.

[0031] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung verläuft die Umfangskontur wenigstens einer Vertiefung insbesondere zumindest teilweise parallel zu einer Umfangskontur einer benachbarten Ausnehmung, insbesondere in einem sich im Wesentlichen in axialer Richtung des Innenrings erstreckenden Bereich der Umfangskontur, bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbauzustand in einer Turbomaschine, wobei die Umfangskontur insbesondere zumindest teilweise parallel zu den Umfangskonturen beider benachbarter Ausnehmungen verläuft. Hierdurch kann ein besonders vorteilhaftes thermisches Verhalten des Innenrings erreicht werden. Vorteilhaft ergeben sich hierdurch zwischen den Vertiefungen und den Ausnehmungen Abgrenzungsstege, die insbesondere, vorzugsweise zumindest teilweise, entlang ihrer Längserstreckung eine konstante Dicke aufweisen können.

[0032] Unter dem Ausdruck "parallel" wird dabei im Sinne der vorliegenden Erfindung, insbesondere im Zusammenhang mit der Umfangskontur einer Vertiefung, "mit konstantem Abstand" verstanden.

[0033] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung verläuft die Umfangskontur wenigstens einer Vertiefung insbesondere zumindest teilweise parallel zu einer Kontur des Innenrings in Umfangsrichtung des Innenrings, insbesondere in einem sich im Wesentlichen in Umfangsrichtung des Innenrings erstreckenden Bereich der Umfangskontur, bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbauzustand in einer Turbomaschine. Hierdurch kann ein besonders vorteilhaftes thermisches Verhalten des Innenrings erreicht werden.

[0034] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist insbesondere wenigstens eine Vertiefung eine knochenförmige, knochenformartige, sanduhrförmige oder sanduhrformartige Umfangskontur auf, insbesondere bezogen auf eine Projektion der Umfangskontur der Vertiefung in eine Tangentialebene des Innenrings. Es hat sich herausgestellt, dass hierdurch ein besonders vorteilhaftes thermisches Verhalten des Innenrings erreicht werden kann, insbesondere eine besonders vorteilhafte thermische Bewegung und/oder Deformation des Innenrings, insbesondere eine thermisch bedingte Bewegung/Deformation des Innenrings, welche zu einer besonders geringen Abweichung von der Rundheit, insbesondere zu einer besonders geringen Ovalisierung, des Innenrings und/oder der Leitschaufelaufnahmen führt.

[0035] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist die Umfangskontur dabei insbesondere symmetrisch oder asymmetrisch in und/oder zu einer axialen Richtung ausgebildet.

[0036] Unter einer "Tangentialebene" wird im Sinne der vorliegenden Erfindung eine senkrecht zur radialen Richtung stehende Ebene verstanden, insbesondere eine sich senkrecht zu einem zugehörigen Radius erstreckende Ebene.

[0037] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist insbesondere wenigstens eine Vertiefung eine vollständig geschlossene oder an wenigstens einem axialen Ende, insbesondere nur an einem axialen Ende, offene Umfangskontur auf. Eine Vertiefung mit an ihren axialen Enden offenen Umfangskontur lässt sich besonders einfach herstellen, insbesondere durch Zerspanen. Eine Vertiefung mit einer vollständig geschlossenen Umfangskontur führt in der Regel zu einer geringeren Leckage als eine vergleichbare Vertiefung mit einer an einem axialen Ende offenen Umfangskontur, da insbesondere die an den axialen Enden geschlossene Umfangskontur ein Strömen des Arbeitsfluids von der Leitschaufelseite durch das offene Ende in die Vertiefung auf die von den Leitschaufeln abgewandte Seite des Innenrings reduziert bzw. verhindert.

[0038] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist insbesondere wenigstens eine Vertiefung eine Bodenfläche auf, wobei die Vertiefung insbesondere wenigstens im Bereich der Bodenfläche zumindest teilweise, insbesondere über die gesamte Bodenfläche, eine konstante Tiefe aufweist, insbesondere derart, dass der Innenring im Bereich der Bodenfläche insbesondere eine konstante Wandstärke aufweist und/oder eine Innenkontur mit konstantem Radius bezogen auf die (Haupt-)Maschinenachse bzw. die Rotationsachse der Turbomaschine bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbauzustand des Innenrings in einer Turbomaschine. Hierdurch kann auf besonders einfache Art und Weise eine effektive Wandstärkenreduzierung erreicht werden, insbesondere bei gleichzeitigem vorteilhaftem thermischen Verhalten des Innenrings.

[0039] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist die Tiefe wenigstens einer Vertiefung dabei so groß wie möglich gewählt und infolgedessen die Wandstärke insbesondere lokal im Bereich der Vertiefung und/oder in einem an die Vertiefung angrenzenden Bereich minimiert.

[0040] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist der Innenring einteilig ausgebildet. In einer anderen Ausführung der vorliegenden Erfindung ist der Innenring mehrteilig ausgebildet, insbesondere in Umfangsrichtung und/oder

in axialer Richtung geteilt.

[0041] Ist der Innenring in einer Ausführung der vorliegenden Erfindung in Umfangsrichtung geteilt, weist er insbesondere mehrere Innenringsegmente auf und ist insbesondere aus mehreren Innenringsegmenten zusammengesetzt, insbesondere aus wenigstens zwei Innenringsegmenten, welche sich in diesem Fall vorzugsweise jeweils über einen Umfangswinkel von etwa, insbesondere genau, 180° erstrecken oder aus drei Innenringsegmenten, die sich vorzugsweise jeweils über einen Umfangswinkel von etwa, insbesondere genau, 120° erstrecken. In einer Weiterbildung dieser Ausführung sind in einer Ausführung der vorliegenden Erfindung dabei insbesondere jeweils zwei in Umfangsrichtung aneinandergrenzende Innenringsegmente dabei an ihren Stoßflächen insbesondere mithilfe wenigstens eines, sich in Umfangsrichtung erstreckenden Verbindungszapfens oder -stiftes miteinander gekoppelt, insbesondere verbunden.

[0042] Alternativ oder zusätzlich zu einer Teilung in Umfangsrichtung kann der Innenring bzw. wenigstens ein Innenringsegment in axialer Richtung geteilt sein, wobei sich die Teilung insbesondere über die gesamte Länge des Innenrings bzw. des Innenringsegments in Umfangsrichtung erstreckt und insbesondere in einer gemeinsamen Radialebene durch den Innenring bzw. das zugehörige Innenringsegment verläuft. In einer Weiterbildung dieser Ausführung sind in einer Ausführung der vorliegenden Erfindung dabei die einzelnen Innenringteile mithilfe wenigstens eines, sich in axialer Richtung erstreckenden Verbindungszapfens - oder -stiftes miteinander gekoppelt, insbesondere verbunden.

[0043] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist insbesondere wenigstens eine Vertiefung, insbesondere sämtliche Vertiefungen, durch ein trennendes Fertigungsverfahren in den Innenring eingebracht worden, insbesondere durch eine mechanische Bearbeitung, insbesondere durch Zerspanen, insbesondere durch Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide, insbesondere durch Fräsen. Auf diese Art und Weise können die Vertiefungen besonders einfach in den Innenring eingebracht werden. Insbesondere lassen sich auf diese Art und Weise besonders einfache und präzise Vertiefungen einbringen.

[0044] Ein erfindungsgemäßer Leitschaufelkranz für eine Turbomaschine, insbesondere eine Verdichter- oder Turbinenstufe einer Gasturbine mit einem Innenring und, insbesondere verstellbaren, Leitschaufeln, an denen der Innenring befestigt ist, weist einen vorbeschrieben gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildeten Innenring auf.

[0045] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist wenigstens eine Leitschaufel mittels eines sich in radialer Richtung erstreckenden Befestigungszapfen, der in eine korrespondierend ausgebildete Leitschaufelaufnahme des Innenrings eingesteckt ist, mit dem Innenring verbunden, insbesondere in radialer Richtung am Innenring abgestützt, insbesondere drehbar um eine Längsachse im Innenring gelagert. Vorzugsweise ist zwischen dem Innenring und dem Befestigungszapfen ferner eine Aufnahmebuchse vorgesehen.

[0046] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist der Leitschaufelkranz insbesondere zusätzlich einen Dichtungsträger oder ein Dichtungsträgersegment auf, wobei der Dichtungsträger oder das Dichtungsträgersegment insbesondere auf der von den Leitschaufeln abgewandten Seite angeordnet ist und insbesondere wenigstens eine in einer von den Leitschaufeln abgewandten Fläche angeordnete Vertiefung zumindest teilweise, insbesondere vollständig, abdeckt.

[0047] Eine erfindungsgemäße Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit wenigstens einer Verdichter- oder Turbinenstufe mit einem Innenring weist einen vorbeschrieben gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildeten Innenring auf.

[0048] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung weist eine Turbomaschine insbesondere eine oder mehrere Verdichter- und/oder Turbinenstufen auf. Eine oder mehrere dieser Verdichter- und oder Turbinenstufen weisen insbesondere jeweils ein Lauf- und ein Leitgitter auf, wobei insbesondere eines oder mehrere dieser Leitgitter einen erfindungsgemäßen Leitschaufelkranz aufweisen.

[0049] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung wird die Erfindung in Gasturbinen, insbesondere in Gasturbinentriebwerken, insbesondere in einem Hochdruck- und/oder Niederdruckverdichter verwendet.

[0050] In einer Ausführung der vorliegenden Erfindung ist die Turbomaschine daher insbesondere ein Verdichter, insbesondere ein Hochdruck- oder Niederdruckverdichter.

[0051] Ein erfindungsgemäßer Innenring wird in einer Ausführung eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt, indem wenigstens eine Vertiefung des Innenrings, insbesondere sämtliche Vertiefungen, durch ein trennendes Fertigungsverfahren hergestellt wird, insbesondere durch eine mechanische Bearbeitung, insbesondere durch Zerspanen, insbesondere durch Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide, insbesondere durch Fräsen.

[0052] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungen. Hierzu zeigen, teilweise schematisiert:

Fig. 1 einen Ausschnitt eines Leitschaufelkranzsegments einer als Verdichter ausgebildeten, aus dem Stand der Technik bekannten Turbomaschine im Bereich eines Innenrings in Seitenansicht,

Fig. 2 einen Ausschnitt des Leitschaufelkranzsegmentes aus Fig. 1 in perspektivischer Darstellung,

Fig. 3 einen Ausschnitt eines ersten Ausführungsbeispiels eines Innenringsegments eines erfindungsgemäßen In-

nenrings in perspektivischer Darstellung in Ansicht von radial innen,

Fig. 4 das Innenringsegment aus Fig. 3 in Ansicht von radial innen,

5 Fig. 5 einen Ausschnitt eines Innenringsegments eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Innenrings in perspektivischer Darstellung,

Fig. 6 das Innenringsegment aus Fig. 5 in einer anderen perspektivischen Darstellung und

10 Fig. 7 einen Ausschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Innenrings in perspektivischer Darstellung.

[0053] Fig. 1 zeigt zum besseren Verständnis der Erfindung einen Ausschnitt eines gattungsgemäßen, aus dem Stand der Technik bekannten Leitschaufelkranzsegments 1 einer als Verdichter ausgebildeten, aus dem Stand der Technik bekannten Turbomaschine mit einem Innenringsegment 20 im Bereich des Innenringsegments 20 in Seitenansicht.

15 **[0054]** Das Innenringsegment 20 ist in aus dem Stand der Technik bekannter Weise an den Leitschaufeln 10 befestigt, wobei das Innenringsegment 20 dazu in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilt angeordnete, insbesondere als Durchgangsöffnungen ausgebildete, Leitschaufelaufnahmen 24 aufweist, wobei die Leitschaufeln 10 über sich in radialer Richtung y erstreckende Befestigungszapfen 11 mit dem Innenringsegment 20 verbunden sind und in radialer Richtung am Innenringsegment 20 abgestützt sind.

20 **[0055]** In diesem Fall sind die Leitschaufeln 10 verstellbar ausgebildet und drehbar um eine Längsachse L mit dem Innenringsegment 20 verbunden. Zur Minimierung der Reibung zwischen Befestigungszapfen 11 und Innenringsegment 20 ist jeweils eine Buchse 25 in die Durchgangsöffnung für die Leitschaufelaufnahme 24 eingebracht.

25 **[0056]** Zur Abdichtung gegenüber dem drehbar gelagerten Rotor 30 der Turbomaschine weist der Leitschaufelkranz 1 ferner ein auf einer von den Leitschaufeln 10 abgewandten Seite am Innenringsegment 20 befestigtes Dichtungsträgersegment 21 auf, wobei das Dichtungsträgersegment 21 ebenfalls in bekannter Weise am Innenringsegment 20 angeordnet ist, wobei in diesem Fall, insbesondere zugunsten einer hohen Dichtwirkung, die als Durchgangsöffnungen ausgebildeten Leitschaufelaufnahmen 24 auf einer von den Leitschaufeln 10 abgewandten Seite des Innenrings durch das Dichtungsträgersegment 21 abdeckt sind.

30 **[0057]** Für eine weitere Verbesserung der Dichtwirkung ist an einer radialen Innenseite des Dichtungsträgersegments 21 eine Dichtstruktur 22, insbesondere eine honigwabenförmige Dichtstruktur 22, vorgesehen, welche mit am Rotor befestigten, sich in radialer Richtung vom Rotor nach außen erstreckenden, sogenannten Dichtfinnen 31 zusammenwirkt und einen Spalt zwischen dem Gehäuse fest angeordneten Leitschaufelkranz bzw. Leitschaufelkranzsegment 1 und dem drehbar gelagerten Rotor 30 der Turbomaschine abdichtet, um Strömungsverluste durch Leckagen beim Umströmen der Leitschaufeln 10, insbesondere eine Reduzierung des Volumenstroms im Bereich der Leitschaufeln 10, zu reduzieren.

35 **[0058]** Das Leitschaufelkranzsegment 1 ist dabei Teil eines Leitschaufelkranzes, welcher in Umfangsrichtung in mehrere Leitschaufelkranzsegmente 1 unterteilt ist, wobei jedes Leitschaufelkranzsegment 1 ein Innenringsegment 20 und ein entsprechendes Dichtungsträgersegment 21 aufweist. Zur Verbindung der einzelnen Leitschaufelkranzsegmente in Umfangsrichtung miteinander, insbesondere zur Verbindung der einzelnen Innenringsegmente 20 in Umfangsrichtung miteinander, weist jedes Innenringsegment 20 an einer seiner Stirnseiten in Umfangsrichtung einen Verbindungszapfen 23 auf und an der anderen Stirnseite eine hier nicht dargestellte, entsprechend zum Verbindungszapfen 23 korrespondierend ausgebildete Ausnehmung.

40 **[0059]** Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt des Leitschaufelkranzsegmentes aus Fig. 1 in perspektivischer Darstellung, wobei in dieser Darstellung insbesondere gut der Verbindungszapfen 23 an der Stirnseite des Innenringsegments 20, die als Durchgangsöffnungen ausgebildeten Leitschaufelaufnahmen 24 sowie die in den Durchgangsöffnungen für die Leitschaufelaufnahmen 24 angeordneten Buchsen 25 erkennbar sind.

45 **[0060]** Beim Betrieb der Turbomaschine werden die Leitschaufeln 10 in axialer Richtung x von einem Arbeitsfluid umströmt, wobei sich infolgedessen der Innenring bzw. die einzelnen Innenringsegmente 20 aufheizen, wobei sich die Innenringsegmente 20 auf ihrer Außenseite dabei durch das unmittelbar vorbeiströmende Arbeitsfluid schneller aufheizen als an ihrer, von den Leitschaufeln 10 abgewandten und dem Dichtungsträgersegment 21 zugewandten Innenseite, wodurch es zum Aufweiten von Spalten, insbesondere zum Aufweiten von Dichtspalten und infolgedessen zu Leckagen kommen kann.

50 **[0061]** Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt eines ersten Ausführungsbeispiels eines Innenringsegments 120 eines mehrteiligen, in Umfangsrichtung geteilten, erfindungsgemäßen Innenrings in perspektivischer Darstellung in Ansicht von radial innen und Fig. 4 das Innenringsegment 120 aus Fig. 3 in Ansicht von radial innen. Dabei weist das in den Fig. 3 und 4 dargestellte Innenringsegment 120 eines erfindungsgemäß ausgebildeten Innenrings mehrere, insbesondere in Umfangsrichtung gleichmäßig verteilt angeordnete, in eine innere Mantelfläche des Innenringsegments 120 eingebrachte,

in der Darstellung nur angedeutete Vertiefungen 126 auf, wobei insbesondere jeweils genau eine Vertiefung zwischen zwei benachbarten Leitschauaufelaufnahmen 124 eines Paares von Leitschauaufelaufnahmen 124 angeordnet ist.

[0062] Durch die erfindungsgemäßen Vertiefungen 126 wird die Querschnittsfläche des Innenringsegments 120, insbesondere eine Wandstärke des Innenringsegments 120, lokal reduziert. Hierdurch kann vorteilhaft ein verbessertes, transientes Aufheizverhalten des Innenringsegments 120 und damit des ganzen Innenrings erreicht werden, da weniger Material des Innenrings aufgeheizt werden muss. Insbesondere kann ein verbessertes, transientes Temperaturprofil in radialer Richtung y erreicht werden, insbesondere ein Temperaturprofil mit einem geringeren Temperaturgradienten in radialer Richtung y .

[0063] Erfindungsgemäß weisen die Vertiefungen 126 dabei in axialer Richtung x eine größere Ausdehnung auf als in Umfangsrichtung. Dadurch ergibt sich ein besonders vorteilhaftes thermisches Verhalten des Innenrings bzw. der Innenringsegmente 120 im Betrieb einer zugehörigen Turbomaschine.

[0064] Die Vertiefungen 126 weisen bei diesem Ausführungsbeispiel dabei jeweils eine geschlossene Umfangskontur 127 auf, wobei die Umfangskontur im Bereich ihrer axialen Erstreckung 127A und 127B jeweils parallel, d.h. mit konstantem Abstand, zu einer Umfangskontur der Leitschauaufelaufnahmen 124 verläuft und in ihrem sich in Umfangsrichtung erstreckenden Abschnitten 127C und 127D jeweils parallel zu einer Umfangskontur des Innenringsegments 120 verläuft.

[0065] Die Vertiefungen 126 weisen dabei insbesondere eine im Wesentlichen knochenförmige Umfangskontur 127 auf, bezogen auf eine Projektion in eine Tangentialebene des Innenringsegments 120. Die Vertiefungen 126 sind ferner symmetrisch in axialer Richtung ausgebildet und erstrecken sich insbesondere lokal zwischen zwei angrenzenden, insbesondere benachbarten Leitschauaufelaufnahmen 124, nahezu vollständig über den Bereich zwischen diesen Leitschauaufelaufnahmen 124.

[0066] Fig. 5 zeigt einen Ausschnitt eines zweiten Innenringsegments 220 eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Innenrings in perspektivischer Darstellung. Fig. 6 zeigt das Innenringsegment 220 aus Fig. 5 in einer anderen perspektivischen Darstellung, wobei dieses Ausführungsbeispiel eines Innenringsegments 220 eines erfindungsgemäßen Innenrings Teil eines sowohl in Umfangsrichtung als auch in axialer Richtung x geteilten Innenrings ist, wobei eine Teilebene in axialer Richtung dabei mittig durch die Leitschauaufelaufnahmen 224 und die Vertiefungen 226 hindurch verläuft.

[0067] In dieser Darstellung sind die erfindungsgemäßen Vertiefungen 226, welche ebenfalls eine im Wesentlichen knochenförmige, jedoch in diesem Fall nicht näher bezeichnete Umfangskontur aufweisen, besonders gut zu erkennen. Die Vertiefungen 226 weisen jeweils eine Bodenfläche 228 auf, wobei die einzelnen Vertiefungen 228 bei diesem Ausführungsbeispiel über nahezu die gesamte Bodenfläche 228 jeweils eine konstante Tiefe T und damit eine konstante, lokale Wandstärke im Bereich der Vertiefungen 226 aufweisen.

[0068] Fig. 7 zeigt einen Ausschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Innenrings in perspektivischer Darstellung, wobei bei diesem Ausführungsbeispiel die Vertiefungen 326 aufgrund der größeren Anzahl und insbesondere engeren Anordnung der Leitschauaufelaufnahmen 324 sich über eine kleinere Fläche erstrecken, jedoch ansonsten ähnlich wie bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen ausgebildet sind.

[0069] Sämtliche der vorbeschriebenen Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Innenringen haben gemein, dass die Vertiefungen 126, 226, 326, bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbauzustand der Innenringsegmente 120, 220, 320 bzw. der zugehörigen Innenringe, jeweils auf einer von den Leitschauaufeln abgewandten Seite des Innenrings angeordnet sind, insbesondere in einer inneren Mantelfläche des Innenrings. Des Weiteren sind sämtliche Vertiefungen 126, 226, 326 jeweils durch Zerspanen in die Innenringsegmente 120, 220, 320, insbesondere durch Fräsen, eingebracht worden.

[0070] Es hat sich herausgestellt, dass mit einer derartigen Ausgestaltung der Vertiefungen 126, 226, 326 ein besonders vorteilhaftes Aufheizverhalten der Innenringsegmente 120, 220, 320 und damit der zugehörigen Innenringe erreichen lässt, insbesondere ein, in Bezug auf den "Cording-Effekt" verbessertes, insbesondere den "Cording-Effekt" reduzierendes, Aufheizverhalten des jeweiligen Innenrings. Infolgedessen entstehen geringere Leckagen, was sich vorteilhaft auf den Wirkungsgrad und den spezifischen Treibstoffverbrauch des Verdichters auswirkt.

[0071] Ferner lässt sich auf diese Weise, nämlich insbesondere durch vorbeschriebene Vertiefungen 126, 226, 326, eine um etwa 15% reduzierte Biegesteifigkeit gegenüber einem vergleichbaren Innenring ohne Vertiefungen erreichen, wodurch eine weitere Verbesserung des "Cording-Effekts" erreicht werden kann.

[0072] Des Weiteren führen die Vertiefungen 126, 226, 326 zu einer vorteilhaften Gewichtsreduktion der Innenringe und damit auch zu einer Gewichtsreduktion der Turbomaschine.

[0073] Es 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

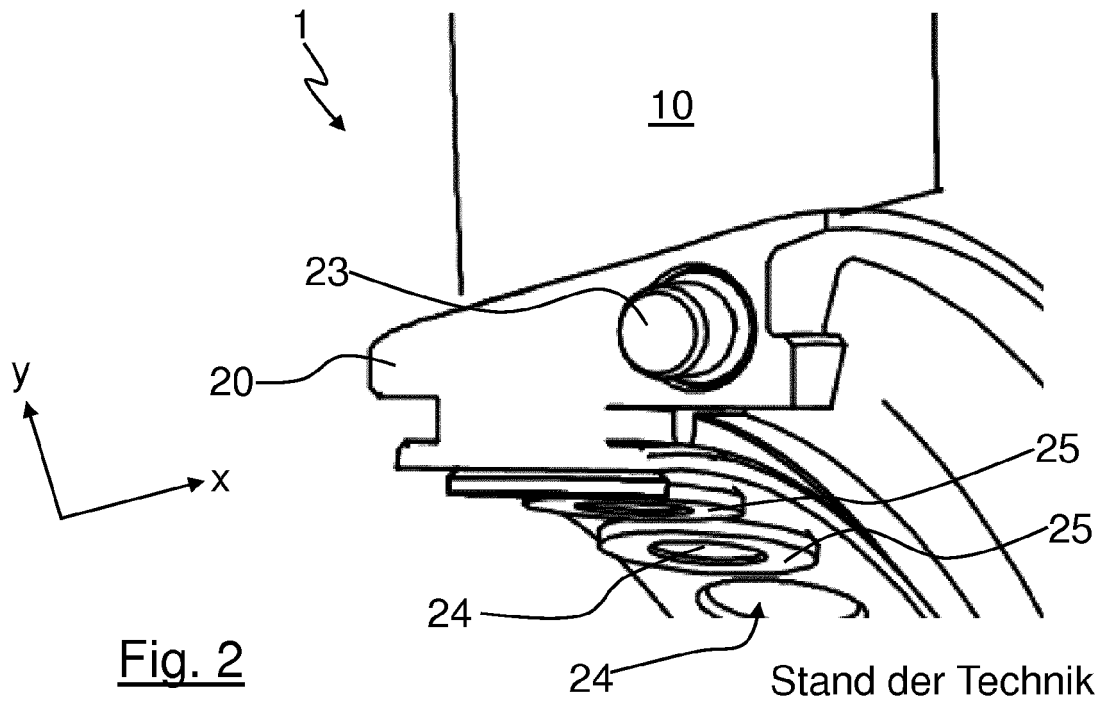
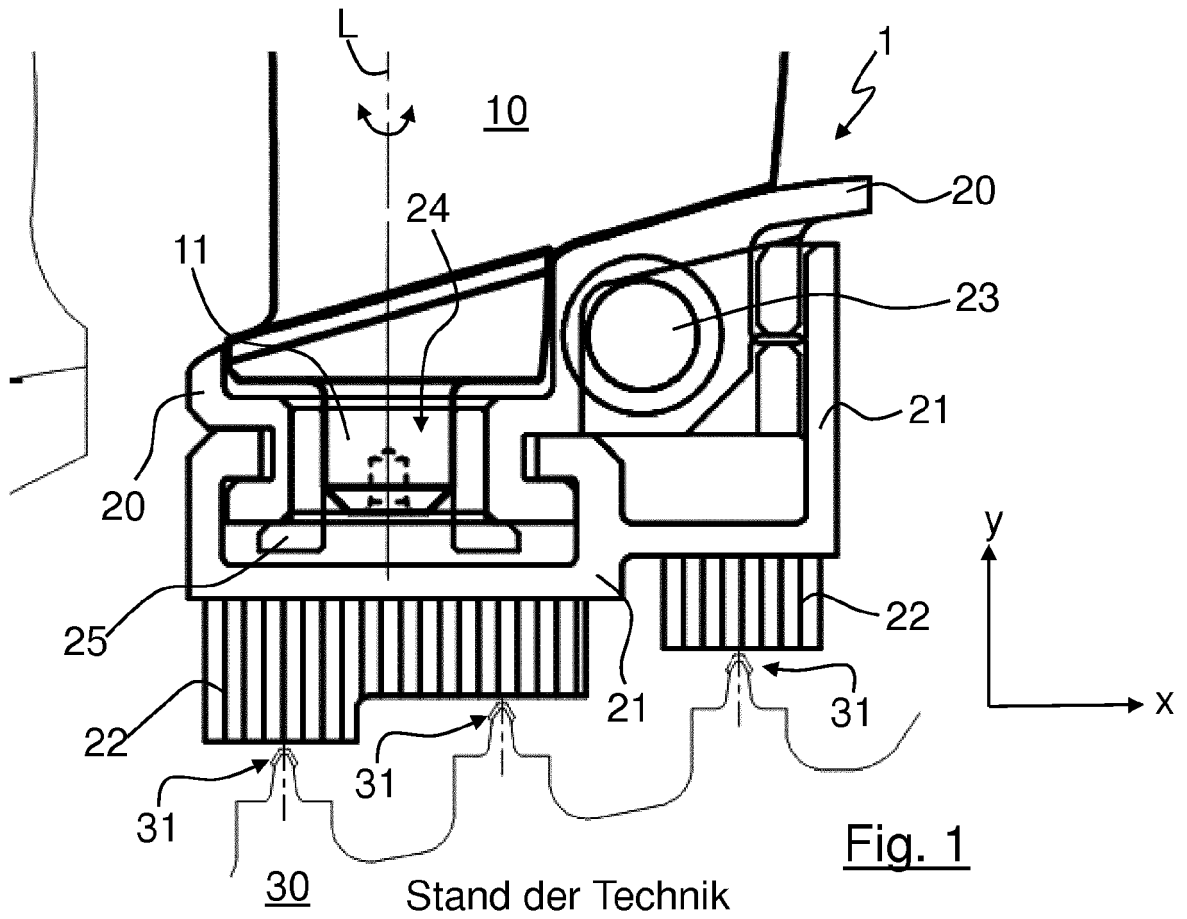
[0074]

5	1	Leitschaufelkranzsegment aus dem Stand der Technik
	10	Leitschaufel
	11	Befestigungszapfen der Leitschaufel
	20	Innenringsegment aus dem Stand der Technik
	21	Dichtungsträger
10	22	Dichtstruktur
	23	Verbindungszapfen
	24, 124, 224, 324	Leitschaufelaufnahme
	25	Aufnahmebuchse
	30	Rotor
15	120, 220, 320	Innenringsegment eines erfindungsgemäßen Innenrings
	126, 226, 326	Vertiefung
	127	Umfangskontur der Vertiefung
	127A, 127B	Umfangskontur der Vertiefung parallel zu einer Umfangskontur einer benachbarten Leitschaufelaufnahme
20	127C, 127D	Umfangskontur der Vertiefung parallel zu einer Umfangskontur des Innenrings
	228	Bodenfläche der Vertiefung
	L	Drehachse der Leitschaufel
	T	Tiefe der Vertiefung
25	x	axiale Richtung
	y	radiale Richtung

Patentansprüche

- 30
1. Innenring (120, 220, 320) für einen Leitschaufelkranz zur Befestigung an, insbesondere verstellbaren, Leitschaufeln (10) einer Turbomaschine, insbesondere einer Verdichter- oder Turbinenstufe einer Gasturbine, wobei der Innenring (120, 220, 320) mehrere in Umfangsrichtung jeweils beabstandet zueinander angeordnete Leitschaufelaufnahmen (124, 224, 324) aufweist, insbesondere Ausnehmungen, welche jeweils zur Aufnahme eines Befestigungselementes (11), insbesondere eines Befestigungszapfens (11), einer Leitschaufel (10) ausgebildet sind, wobei der Innenring (120, 220, 320) zwischen wenigstens zwei benachbarten Leitschaufelaufnahmen (124, 224, 324) wenigstens eine Vertiefung (126, 226, 326) mit einer in radialer Richtung (y) reduzierten Wandstärke gegenüber einem an die Vertiefung (126, 226, 326) angrenzenden Bereich außerhalb von der Vertiefung (126, 226, 326) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vertiefung (126, 226, 326), bezogen auf eine Rotationsachse der Turbomaschine in einem funktionsgemäßen Einbauzustand des Innenrings (120, 220, 320) in einer Turbomaschine, in axialer Richtung (x) eine größere Ausdehnung aufweist als in Umfangsrichtung.
 2. Innenring (120, 220, 320) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenring (120, 220, 320) mehrere Vertiefungen (126, 226, 326) aufweist, insbesondere mehrere, jeweils auf einer von den Leitschaufeln abgewandten Seite des Innenrings (120, 220, 320) angeordnete Vertiefungen (126, 226, 326), wobei die Vertiefungen (126, 226, 326), insbesondere wenigstens im Wesentlichen äquidistant, über den Umfang des Innenrings (120, 220, 320) verteilt angeordnet sind.
 3. Innenring (120, 220, 320) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwischen zwei benachbarten Leitschaufelaufnahmen (124, 224, 324) oder benachbarten Gruppen von Leitschaufelaufnahmen (124, 224, 324) genau eine Vertiefung (126, 226, 326) vorgesehen ist, insbesondere jeweils.
 4. Innenring (120, 220, 320) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Vertiefung (126, 226, 326), bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbauzustand des Innenrings (120, 220, 320) in einer Turbomaschine, auf einer von den Leitschaufeln (10) abgewandten Seite des Innenrings (120, 220, 320) angeordnet ist, insbesondere in einer in radialer Richtung (y) innenliegenden Fläche des Innenrings (120, 220, 320), insbesondere in einer inneren Mantelfläche des Innenrings (120, 220, 320).
- 55

- 5
5
5. Innenring (120, 220, 320) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfangskontur (127) wenigstens einer Vertiefung (126, 226, 326) zumindest teilweise parallel zu einer Umfangskontur einer benachbarten Ausnehmung verläuft, insbesondere in einem sich im Wesentlichen in axialer Richtung (x) des Innenrings erstreckenden Bereich (127A, 127B) der Umfangskontur (127), bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbauzustand in einer Turbomaschine, wobei die Umfangskontur (127) insbesondere zumindest teilweise parallel zu den Umfangskonturen beider benachbarter Ausnehmungen verläuft.
- 10
6. Innenring (120, 220, 320) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umfangskontur (127) wenigstens einer Vertiefung (126, 226, 326) zumindest teilweise parallel zu einer Kontur des Innenrings (120, 220, 320) in Umfangsrichtung des Innenrings (120, 220, 320) verläuft, insbesondere in einem sich im Wesentlichen in Umfangsrichtung des Innenrings (120, 220, 320) erstreckenden Bereich (127C, 127D) der Umfangskontur (127), bezogen auf einen funktionsgemäßen Einbauzustand in einer Turbomaschine.
- 15
7. Innenring (120, 220, 320) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Vertiefung (126, 226, 326) eine knochenförmige, knochenformartige, sanduhrförmige oder sanduhrformartige Umfangskontur (127) aufweist, insbesondere bezogen auf eine Projektion der Umfangskontur (127) der Vertiefung (126, 226, 326) in eine Tangentialebene des Innenrings.
- 20
8. Innenring (120, 220, 320) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Vertiefung (126, 226, 326) eine vollständig geschlossene oder an wenigstens einem axialen Ende, insbesondere an nur einem axialen Ende, offene Umfangskontur (127) aufweist.
- 25
9. Innenring (120, 220, 320) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Vertiefung (126, 226, 326) eine Bodenfläche (228) aufweist, wobei die Vertiefung (126, 226, 326) insbesondere wenigstens im Bereich der Bodenfläche (228) zumindest teilweise, insbesondere über die gesamte Bodenfläche (228), eine konstante Tiefe (T) aufweist.
- 30
10. Innenring (120, 220, 320) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenring (120, 220, 320) ein- oder mehrteilig ausgebildet ist.
- 35
11. Innenring (120, 220, 320) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Vertiefung (126, 226, 326) durch ein trennendes Fertigungsverfahren in den Innenring (120, 220, 320) eingebracht worden ist, insbesondere durch eine mechanische Bearbeitung, insbesondere durch Zerspanen.
- 40
12. Leitschaufelkranz für eine Turbomaschine, insbesondere eine Verdichter- oder Turbinenstufe einer Gasturbine mit einem Innenring (120, 220, 320) und, insbesondere verstellbaren, Leitschaufeln (10), an denen der Innenring (120, 220, 320) befestigt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenring (120, 220, 320) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausgebildet ist.
- 45
13. Leitschaufelkranz nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leitschaufelkranz einen Dichtungsträger oder ein Dichtungsträgersegment (21) aufweist, wobei der Dichtungsträger oder das Dichtungsträgersegment (21) auf der von den Leitschaufeln (10) abgewandten Seite am Innenring (120, 220, 320) angeordnet ist und wenigstens eine in einer von den Leitschaufeln (10) abgewandten Fläche angeordnete Vertiefung (126, 226, 326) zumindest teilweise, insbesondere vollständig, abdeckt.
- 50
14. Turbomaschine, insbesondere Gasturbine, mit wenigstens einer Verdichter- oder Turbinenstufe mit einem Innenring (120, 220, 320), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenring (120, 220, 320) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausgebildet ist.
- 55
15. Verfahren zum Herstellen eines Innenrings (120, 220, 320), der nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Vertiefung (126, 226, 326) durch ein trennendes Fertigungsverfahren hergestellt wird, insbesondere durch eine mechanische Bearbeitung, insbesondere durch Zerspanen, insbesondere durch Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide, insbesondere durch Fräsen.



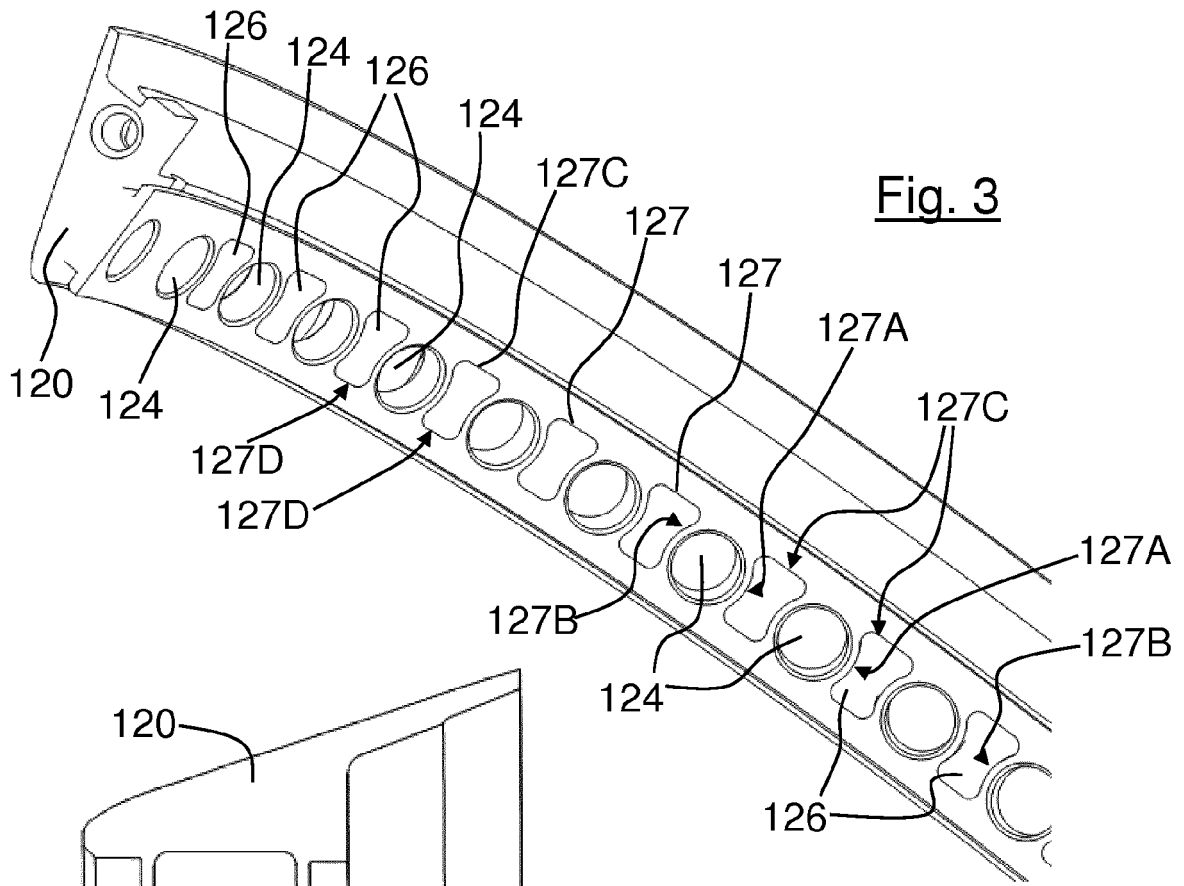


Fig. 3

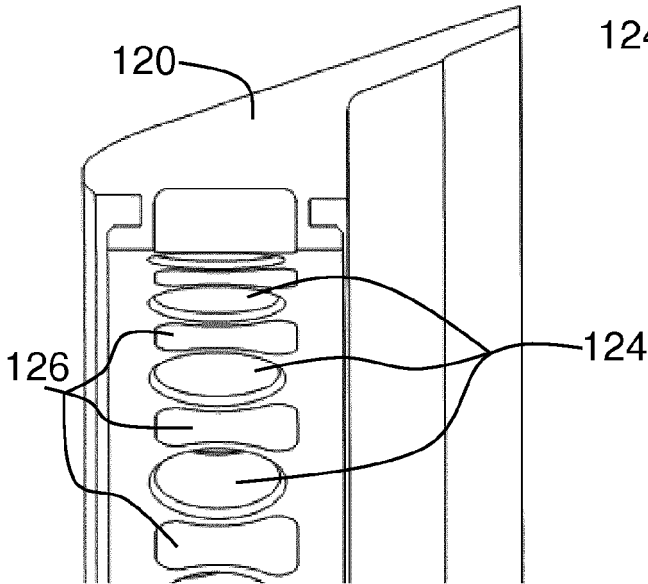


Fig. 4

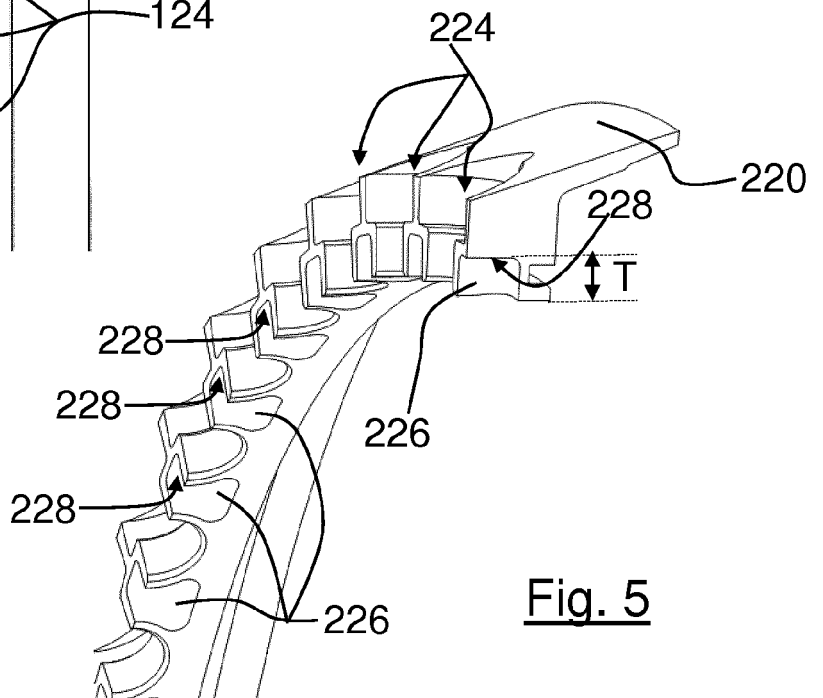
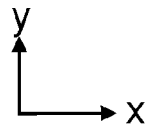


Fig. 5

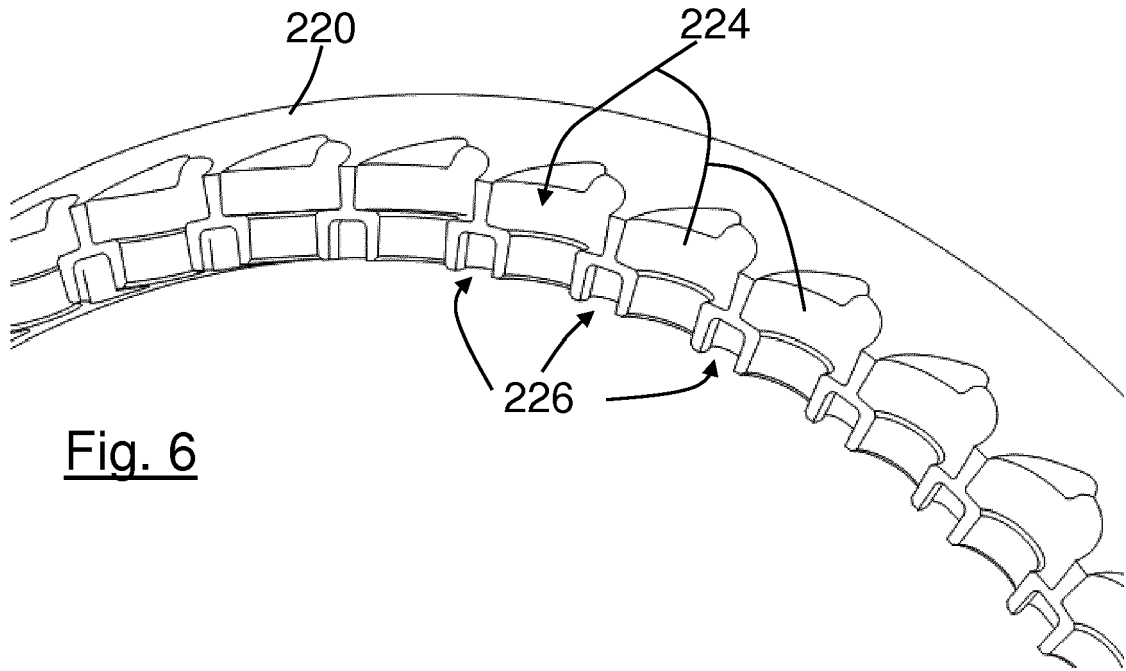


Fig. 6

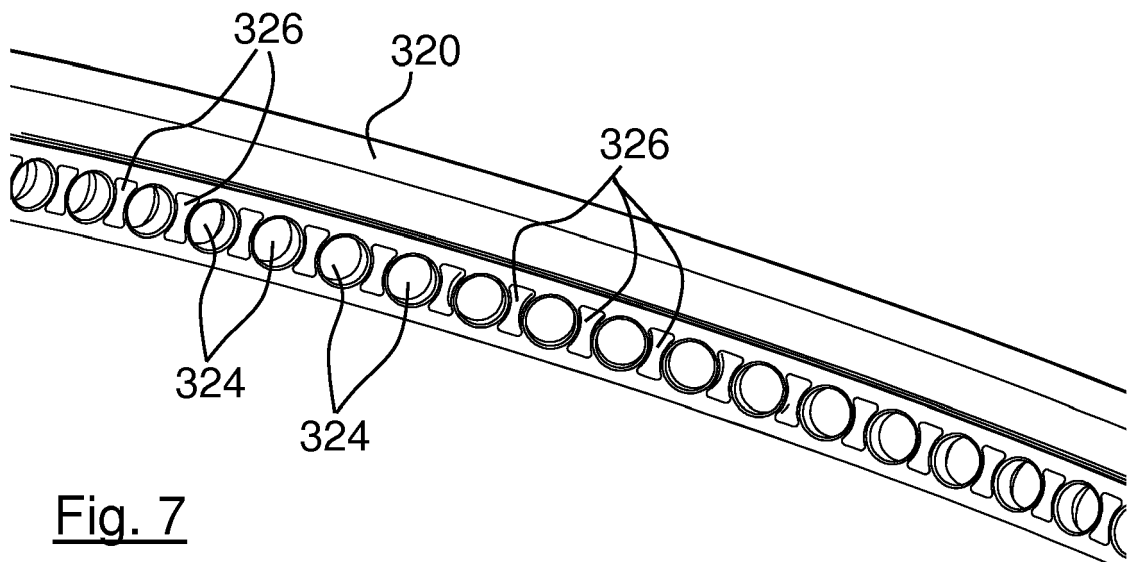


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 16 0760

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 A	EP 3 032 037 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 15. Juni 2016 (2016-06-15) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Absatz [0018] - Absatz [0020] * * Absatz [0026] - Absatz [0028] * -----	1-12,14, 15 13	INV. F01D17/16 F01D11/00
X A	EP 3 176 385 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 7. Juni 2017 (2017-06-07) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Absatz [0002] - Absatz [0003] * * Absatz [0036] * * Absatz [0039] - Absatz [0040] * -----	1-3,5,6, 8-12,14, 15 4,7,13	
X A	EP 3 287 604 A2 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 28. Februar 2018 (2018-02-28) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 * * Absatz [0022] - Absatz [0024] * -----	1-5,8, 10,12-14 6,7,9, 11,15	
X A	DE 695 05 074 T2 (SNECMA [FR]) 11. März 1999 (1999-03-11) * Zusammenfassung; Ansprüche 1, 3, 5; Abbildungen 1-3 * * Absatz [0014] - Absatz [0016] * -----	1-4,6-8, 10,12-14 5,9,11, 15	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC) F01D
X A	US 2015/275916 A1 (MARSHALL ANDREW R [CA] ET AL) 1. Oktober 2015 (2015-10-01) * Anspruch 1; Abbildungen 1, 2A, 2B, 3-6 * * Absatz [0001] * * Absatz [0033] - Absatz [0035] * * Absatz [0038] * * Absatz [0044] * ----- -/--	1-6, 8-10,12, 14 7,11,13, 15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlussdatum der Recherche 3. Juli 2019	Prüfer Alaguero, Daniel
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 19 16 0760

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 835 499 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 11. Februar 2015 (2015-02-11) * Absatz [0018] - Absatz [0019] * * Zusammenfassung; Ansprüche 1, 3-12; Abbildungen 1-5 *	1-15	
A	----- WO 2015/050676 A1 (SIEMENS AG [DE]; SIEMENS ENERGY INC [US]) 9. April 2015 (2015-04-09) * Zusammenfassung; Abbildung 2 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. Juli 2019	Prüfer Alaguero, Daniel
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	

10

15

20

25

30

35

40

45

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

50

55

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

EP 19 16 0760

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.

03-07-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3032037 A1	15-06-2016	DE 102014223975 A1	25-05-2016
		EP 3032037 A1	15-06-2016
		US 2016146027 A1	26-05-2016

EP 3176385 A1	07-06-2017	EP 3176385 A1	07-06-2017
		US 2017159467 A1	08-06-2017

EP 3287604 A2	28-02-2018	DE 102016215784 A1	01-03-2018
		EP 3287604 A2	28-02-2018
		US 2018058263 A1	01-03-2018

DE 69505074 T2	11-03-1999	DE 69505074 D1	05-11-1998
		DE 69505074 T2	11-03-1999
		EP 0696675 A1	14-02-1996
		FR 2723614 A1	16-02-1996
		US 5636968 A	10-06-1997

US 2015275916 A1	01-10-2015	CA 2884200 A1	28-09-2015
		US 2015275916 A1	01-10-2015
		US 2017074285 A1	16-03-2017

EP 2835499 A1	11-02-2015	EP 2835499 A1	11-02-2015
		US 2015044038 A1	12-02-2015

WO 2015050676 A1	09-04-2015	CN 105765169 A	13-07-2016
		EP 3052761 A1	10-08-2016
		WO 2015050676 A1	09-04-2015

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

- FR 2953487 [0003]