



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.01.2020 Patentblatt 2020/01

(51) Int Cl.:
F01D 11/02 (2006.01) **F01D 11/00** (2006.01)
F01D 11/12 (2006.01) **F16J 15/447** (2006.01)
F16J 15/44 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19182231.1**

(22) Anmeldetag: **25.06.2019**

(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: **27.06.2018 DE 102018210513**

(54) **ROTOR FÜR EINE STRÖMUNGSMASCHINE UND STRÖMUNGSMASCHINE MIT EINEM SOLCHEN ROTOR**

(57) Die Erfindung betrifft einen Rotor (10) für eine Strömungsmaschine, insbesondere für ein Flugtriebwerk, mit einem Rotorgrundkörper (12), an welchem wenigstens ein auf einem Sockel (16) angeordneter Dichtfin (14) zum Zusammenwirken mit einem zugeordneten Dichtelement (20) der Strömungsmaschine angeordnet ist, wobei der Sockel (16) bezüglich einer axialen Richtung des Rotors (10) zur Auflage von Abdeckungen bei der Dichtfinbeschichtung einen stromauf des Dichtfins

(14) liegen Sockelbereich (16a) und einen stromab des Dichtfins (14) liegenden Sockelbereich (16b) aufweist, wobei der stromauf liegende Sockelbereich (16a) und der stromab liegende Sockelbereich (16b) unterschiedliche radiale Abstände (A1, A2) zu einer radial äußeren Dichtspitze (18) des Dichtfins (14) aufweisen. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Strömungsmaschine mit wenigstens einem solchen Rotor (10).

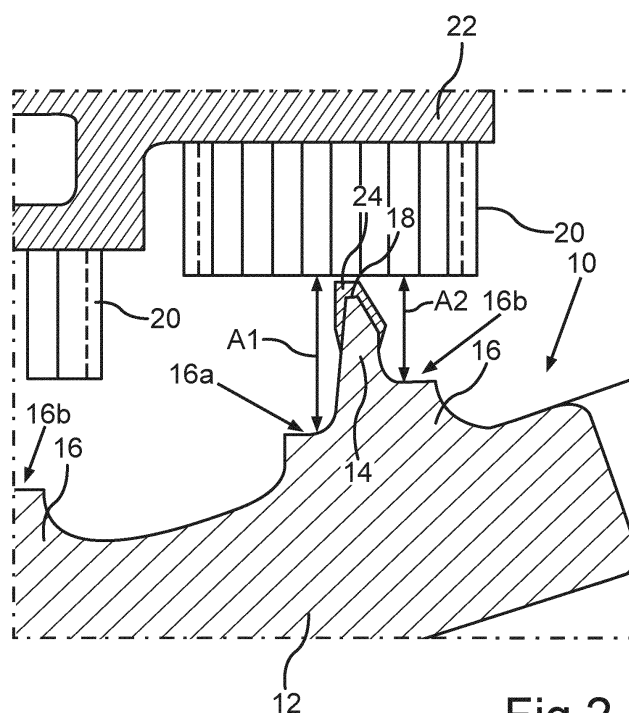


Fig.2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Rotor für eine Strömungsmaschine sowie eine Strömungsmaschine mit einem solchen Rotor.

[0002] Rotoren von Strömungsmaschinen, beispielsweise von stationären Gasturbinen und Flugtriebwerken, sind aus dem Stand der Technik in vielen Varianten bekannt. Weiterhin ist es bekannt, einen Rotorarm oder Rotorgrundkörper eines Rotors mit einem oder mehreren Dichtfins auszustatten. Ein Dichtfin ragt bezüglich einer Drehachse des Rotors in radialer Richtung vom Rotorgrundkörper ab und wirkt im Betrieb des Rotors mit einem zugeordneten, bezüglich eines Gehäuses der Strömungsmaschine ortsfesten Dichtelement zusammen, um ungewollte Leckagen zu verhindern. Rotor-Dichtfins werden zudem üblicherweise mit bzw. auf einem Sockel oder Podest ausgeführt. Ein solcher Sockel kann zur Auflage von Abdeckungen bei der Dichtfinbeschichtung dienen. Dabei ist ein großer axialer Überhang des Sockels notwendig, um ein Teilbeschichten des Rotorarms zu vermeiden, was zu strukturellen Nachteilen führen könnte. Zu diesem Zweck weist ein solcher Sockel bezüglich einer axialen Richtung des Rotors einen in Einbaulage des Rotors stromauf des Dichtfins liegenden Sockelbereich und einen stromab des Dichtfins liegenden Sockelbereich auf.

[0003] Die axiale Sockelbreite der in axialer Richtung betrachtet links und rechts vom Dichtfin angeordneten Sockelbereiche kann aber nicht beliebig vergrößert werden, da es während des Betriebs der zugeordneten Strömungsmaschine zu axialen und radialen Relativverschiebungen zwischen dem Dichtfin und dem Dichtelement kommen kann. Wird diesem Umstand nicht ausreichend Sorge getragen, kann es beispielsweise beim sogenannten Verdichterpumpen zu einem axialen Kontakt zwischen dem Sockel und dem Dichtelement kommen. Ein solcher Kontakt ist aber nicht zulässig, da es zu Beschädigungen kommen könnte. Axial schmalere Sockel, bei denen unter allen Betriebsbedingungen der zugeordneten Strömungsmaschine ein Kontakt zwischen Sockel und Dichtelement zuverlässig ausgeschlossen ist, haben aber oftmals eine axial zu geringe Auflagefläche für Abdeckungen beim Beschichten beispielsweise des Dichtfins. Dadurch können ungewollte Bereiche am Sockel oder am Rotorarm mitbeschichtet werden, die dann nachgearbeitet und entschichtet bzw. neu beschichtet werden müssen.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Rotor zu schaffen, welcher einerseits eine zuverlässige Beschichtungsabdeckung ermöglicht und mit dem andererseits auch die axialen und radialen Spiele-Spalte-Anforderungen in allen Betriebsbedingungen einer zugeordneten Strömungsmaschine erfüllt werden können. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Strömungsmaschine zu schaffen, welche die axialen und radialen Spiele-Spalte-Anforderungen zwischen ihrem Rotor und einem zugeordneten Dichtungsträger in allen Be-

triebsbedingungen erfüllen kann.

[0005] Die Aufgaben werden erfindungsgemäß durch einen Rotor mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch eine Strömungsmaschine gemäß Patentanspruch 8 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen des Rotors als vorteilhafte Ausgestaltungen der Strömungsmaschine und umgekehrt anzusehen sind.

[0006] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft einen Rotor für eine Strömungsmaschine, insbesondere für ein Flugtriebwerk, mit einem Rotorgrundkörper, an welchem wenigstens ein auf einem Sockel angeordneter Dichtfin zum Zusammenwirken mit einem zugeordneten Dichtelement der Strömungsmaschine angeordnet ist, wobei der Sockel bezüglich einer axialen Richtung des Rotors einen stromauf des Dichtfins liegenden Sockelbereich und einen stromab des Dichtfins liegenden Sockelbereich aufweist. Erfindungsgemäß weisen der stromauf liegende Sockelbereich und der stromab liegende Sockelbereich unterschiedliche radiale Abstände zu einer radial äußeren Dichtspitze des Dichtfins auf. Mit anderen Worten wird der Sockel des Dichtfins nicht symmetrisch, sondern asymmetrisch ausgeführt, indem die Sockelbereiche links bzw. stromauf und rechts bzw. stromab des Dichtfins unterschiedliche radiale Höhen und damit unterschiedliche Abstände zur Dichtspitze des Dichtfins aufweisen. Dies ermöglicht einerseits eine zuverlässige Beschichtungsabdeckung und erlaubt es andererseits, auch die axialen und radialen Spiele-Spalte-Anforderungen in allen Betriebsbedingungen einer zugeordneten Strömungsmaschine zu erfüllen, da durch die radiale Stufung des Sockels kein Kontakt zwischen einem der Sockelbereiche und dem zugeordneten Dichtelement eines Dichtungsträgers der Strömungsmaschine stattfinden kann. Damit werden sowohl die strukturellen Anforderungen (kein Kontakt in allen Betriebspunkten) als auch die Herstanforderungen (ausreichende axiale Anlage einer Beschichtungsabdeckung) erfüllt. Durch die bessere Beschichtbarkeit ergibt sich zudem eine geringere Nacharbeitsquote, wodurch entsprechende Zeit- und Kostensenkungen realisierbar sind. Die radiale Stufung des Sockels ermöglicht zudem den Einsatz eines oder mehrerer gestufter Dichtelemente, was kleiner axiale Bauweisen und damit eine Verbesserung des Wirkungsgrads und der Pumpgrenze einer zugeordneten Strömungsmaschine ermöglicht. Allgemein sei angemerkt, dass sich die Begriffe "Axial-" bzw. "axial", "Radial-" bzw. "radial" und "Umfangs-" stets auf die Maschinen- bzw. Rotationsachse des Rotors im eingebauten Zustand in der Strömungsmaschine beziehen, sofern sich aus dem Kontext nicht implizit oder explizit etwas anderes ergibt. Generell sind "ein/eine" im Rahmen dieser Offenbarung als unbestimmte Artikel zu lesen, also ohne ausdrücklich gegenteilige Angabe immer auch als "mindestens ein/mindestens eine". Umgekehrt können "ein/eine" auch als "nur ein/nur eine" verstanden werden.

[0007] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass ein Verhältnis zwischen dem radialen Abstand des stromaufliegenden Sockelbereichs und dem radialen Abstand des stromabliegenden Sockelbereichs zwischen 0,25 und 4 beträgt, wobei das Verhältnis nicht 1 betragen kann. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass $A1:A2$ 0,25, 0,30, 0,35, 0,40, 0,45, 0,50, 0,55, 0,60, 0,65, 0,70, 0,75, 0,80, 0,85, 0,90, 0,95, 1,05, 1,10, 1,15, 1,20, 1,25, 1,30, 1,35, 1,40, 1,45, 1,50, 1,55, 1,60, 1,65, 1,70, 1,75, 1,80, 1,85, 1,90, 1,95, 2,00, 2,05, 2,10, 2,15, 2,20, 2,25, 2,30, 2,35, 2,40, 2,45, 2,50, 2,55, 2,60, 2,65, 2,70, 2,75, 2,80, 2,85, 2,90, 2,95, 3,00, 3,05, 3,10, 3,15, 3,20, 3,25, 3,30, 3,35, 3,40, 3,45, 3,50, 3,55, 3,60, 3,65, 3,70, 3,75, 3,80, 3,85, 3,90, 3,95, oder 4,00 beträgt, wobei $A1$ den radialen Abstand bzw. die radiale Höhe des stromaufliegenden Sockelbereichs und $A2$ den radialen Abstand bzw. die radiale Höhe des stromabliegenden Sockelbereichs bezeichnen und wobei sämtliche Zwischenwerte außer 1,0 ($A1=A2$) als mittelfenbar anzusehen sind. Hierdurch können die spezifischen Anforderungen des Rotors und seiner zugeordneten Strömungsmaschine optimal berücksichtigt werden.

[0008] Dabei hat es sich in weiterer Ausgestaltung der Erfindung als vorteilhaft gezeigt, dass der Rotor als Verdichterrotor ausgebildet ist und der stromaufliegende Sockelbereich einen größeren Abstand zur radial äußeren Dichtspitze des Dichtfins aufweist als der stromabliegende Sockelbereich. Alternativ ist es vorgesehen, dass der Rotor als Turbinenrotor ausgebildet ist und der stromaufliegende Sockelbereich einen geringeren Abstand zur radial äußeren Dichtspitze des Dichtfins aufweist als der stromabliegende Sockelbereich. Hierdurch können die unterschiedlichen Strömungsverhältnisse in einem Verdichter und in einer Turbine optimal berücksichtigt werden.

[0009] Weitere Vorteile ergeben sich, indem der stromaufliegende Sockelbereich und der stromabliegende Sockelbereich unterschiedliche axiale Erstreckungen aufweisen. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass nicht nur die radiale Höhe der Sockelbereiche links und rechts bzw. stromauf und stromab vom Dichtfin unterschiedlich sein können, sondern auch ihre axialen Erstreckungen oder Breiten. Insbesondere eine Kombination unterschiedlicher radialer und unterschiedlicher axialer hat sich als besonders zweckdienlich erwiesen. Die axiale Erstreckung wird dabei ausgehend von einer angrenzenden Dichtfinwand bis zu einer jeweiligen Kante des betreffenden Sockelbereichs gemessen. Dies erlaubt besonders kurze axiale Bauweisen des Rotors mit entsprechenden Verbesserungen des Wirkungsgrads und der Pumpgrenze der zugeordneten Strömungsmaschine.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass der Rotor als Verdichterrotor ausgebildet ist und der stromaufliegende Sockelbereich eine geringere axiale Erstreckung als der stromabliegende Sockelbereich aufweist oder dass der

Rotor als Turbinenrotor ausgebildet ist und der stromaufliegende Sockelbereich eine größere axiale Erstreckung als der stromabliegende Sockelbereich aufweist. Hierdurch können die unterschiedlichen Strömungsverhältnisse in einem Verdichter und in einer Turbine optimal berücksichtigt werden.

[0011] Weitere Vorteile ergeben sich, indem der Dichtfin eine im Querschnitt asymmetrische Dichtspitze und/oder eine mit einer Beschichtung versehene Dichtspitze aufweist. Hierdurch kann die Dichtwirkung des Dichtfins optimal an die jeweilige Einsatzsituation angepasst werden.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass der Rotorgrundkörper in axialer Richtung wenigstens zwei in Strömungsrichtung hintereinander angeordnete Dichtfins aufweist, welche vorzugsweise unterschiedliche radiale Abstände zu einer axialen Drehachse des Rotors aufweisen. Hierdurch können die wenigstens zwei Dichtfins mit radial gestuften Dichtelementen zusammenwirken, was eine besonders gute Abdichtung und eine entsprechend verbesserte Leckagereduzierung ermöglicht.

[0013] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine, insbesondere ein Flugtriebwerk, welche erfindungsgemäß wenigstens einen Rotor gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung umfasst, dessen wenigstens einer Dichtfin mit wenigstens einem zugeordneten Dichtelement zusammenwirkt. Hierdurch können die axialen und radialen Spiele-Spalte-Anforderungen zwischen dem Rotor und dem zugeordneten Dichtelement in allen Betriebsbedingungen der Strömungsmaschine erfüllt werden. Als Dichtelement kommen verschiedene Dichtungen in Frage, beispielsweise Wabendichtungen. Alternativ ist es auch möglich eine Bürstendichtung als Dichtelement vorzusehen. Weitere Merkmale und deren Vorteile sind den Beschreibungen des ersten Erfindungsaspekts zu entnehmen, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen des ersten Erfindungsaspekts als vorteilhafte Ausgestaltungen des zweiten Erfindungsaspekts und umgekehrt anzusehen sind.

[0014] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das wenigstens eine Dichtelement der Strömungsmaschine von einem Dichtungsträger gehalten ist. Dies erlaubt eine besonders einfache und betriebssichere Montage sowie einen entsprechend einfachen Austausch des wenigstens einen Dichtelements. Der Dichtungsträger kann als einstückiger Ring oder mehrteilig aus mehreren Ringsegmenten gebildet werden, die dann zu einem Ring bzw. Kranz ähnlich dem Leitschaufelkranz zusammengesetzt werden. Zur Anordnung an einem Gehäuse oder einer Leitschaufel bzw. einem Leitschaufelkranz kann der Dichtungsträger an seinem radial äußeren Ende einen Verbindungsbereich aufweisen, während am radial inneren Ende ein Anordnungsbereich zur Anordnung des Dichtelements vorgesehen ist.

[0015] Weitere Vorteile ergeben sich, indem das wenigstens eine Dichtelement eine Einlaufdichtung, insbe-

sondere eine Honigwabendichtung umfasst. Die Einlaufdichtung hat die Funktion, einen Dichtspalt zwischen der Dichtspitze des wenigstens einen Dichtfins und dem statischen Teil der Strömungsmaschine auszubilden, um Leckagen eines Durchströmungsmediums zu verringern. Eine Honigwabendichtung kann gegebenenfalls in dem Anordnungsbereich des Dichtungsträgers oder auf einem anderen Maschinenteil direkt abgeschieden werden.

[0016] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Rotor in axialer Richtung wenigstens zwei jeweils auf einem Sockel angeordnete Dichtfins aufweist, welche mit jeweiligen Dichtelementen zusammenwirken, die relativ zueinander radial gestuft angeordnet sind. Eine solche radial gestufte Dichtungsanordnung erlaubt eine besonders hohe Leckagereduzierung und steigert damit den Wirkungsgrad und die Pumpgrenze der Strömungsmaschine. Dabei kann jeder Sockel in der vorstehend beschriebenen Weise asymmetrisch ausgebildet sein. Alternativ können nur manche oder nur einer der Sockel in der vorstehend beschriebenen Weise asymmetrisch ausgebildet sein, während der oder die anderen Sockel symmetrisch ausgebildet sind.

[0017] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das wenigstens eine Dichtelement an einem Gehäuse der Strömungsmaschine und/oder an wenigstens einer Leitschaufel, insbesondere an einem Leitschaufelkranz gehalten ist. Dies erlaubt eine besonders gute Abdichtung eines Strömungspfad der Strömungsmaschine über eine innere Dichtung (Inner Air Seal, IAS).

[0018] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figurenbeschreibung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen, sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es sind somit auch Ausführungen von der Erfindung als umfasst und offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht explizit gezeigt und erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombinationen aus den erläuterten Ausführungen hervorgehen und erzeugbar sind. Es sind auch Ausführungen und Merkmalskombinationen als offenbart anzusehen, die somit nicht alle Merkmale eines ursprünglich formulierten unabhängigen Anspruchs aufweisen. Es sind darüber hinaus Ausführungen und Merkmalskombinationen, insbesondere durch die oben dargelegten Ausführungen, als offenbart anzusehen, die über die in den Rückbezügen der Ansprüche dargelegten Merkmalskombinationen hinausgehen oder von diesen abweichen. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische axiale Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Rotors;

Fig. 2 eine schematische axiale Schnittansicht des Rotors im Bereich eines mit einem Dichtelement einer Strömungsmaschine zusammenwirkenden Dichtfins;

Fig. 3 eine schematische axiale Schnittansicht des erfindungsgemäßen Rotors im kalten Aufbauzustand; und

Fig. 4 eine schematische axiale Schnittansicht des erfindungsgemäßen Rotors in zwei möglichen Betriebszuständen der zugeordneten Strömungsmaschine.

[0019] Fig. 1 zeigt eine schematische axiale Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Rotors 10 eines Flugtriebwerks. Der Rotor 10, welcher vorliegend als Verdichtertor ausgebildet ist und im eingebauten Zustand um eine Drehachse D rotiert, umfasst einen Rotorgrundkörper 12, welcher drei umlaufende Dichtfins 14 trägt. Jeder Dichtfin 14 ist auf einem Sockel 16 angeordnet. Die Sockel 16 können auch als Podest bezeichnet werden. Man erkennt, dass jeder Sockel 16 bezüglich einer Strömungsrichtung S eines Betriebsfluids der zugeordneten Strömungsrichtung einen stromauf seines Dichtfins 14 liegenden Sockelbereich 16a und einen stromab des Dichtfins 14 liegenden Sockelbereich 16b aufweist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel erkennt man, dass der stromabwärtigste Sockel 16 asymmetrisch ausgebildet ist, so dass sein stromaufliegender Sockelbereich 16a und sein stromabliegender Sockelbereich 16b unterschiedliche radiale Abstände zur Dichtspitze 18 des betreffenden Dichtfins 14 aufweisen. Eine umgekehrte Ausführung ist aber auch denkbar, beispielsweise bei Turbinen. Die in Strömungsrichtung S betrachtet ersten beiden Sockel 16 sind demgegenüber symmetrisch ausgebildet, so dass ihre stromaufliegenden Sockelbereiche 16a und ihre stromabliegenden Sockelbereiche 16b jeweils den gleichen radialen Abstand zur jeweiligen Dichtspitze 18 aufweisen. Zusätzlich sind die Sockelbereiche 16a, 16b der beiden ersten Sockel 16 auch gleich breit bzw. besitzen ausgehend vom Dichtfin 14 den gleichen axialen Überhang. Alternativ kann es grundsätzlich vorgesehen sein, dass stattdessen einer der stromaufwärtigen Sockel 16 asymmetrisch hinsichtlich der radialen und gegebenenfalls axialen Ausgestaltung seines Sockels 16 ausgebildet ist oder dass mehrere oder alle Sockel 16 asymmetrisch hinsichtlich ihrer radialen und gegebenenfalls axialen Ausgestaltung ausgebildet sind. Ebenso können grundsätzlich mehr oder weniger Sockel 16 und entsprechend mehr oder weniger Dichtfins 14 vorgesehen sein.

[0020] Fig. 2 zeigt eine schematische axiale Schnittansicht des Rotors 10 im eingebauten Zustand im Bereich des stromabwärtigsten Dichtfins 14, der mit einem zugeordneten Dichtelement 20 der Strömungsmaschine zusammenwirkt. Das Dichtelement 20 ist vorliegend als Waben- bzw. Honigwabendichtung ausgebildet und über

einen Dichtungsträger 22 an einer Leitschaukel (nicht gezeigt) einer Verdichterstufe der Strömungsmaschine gehalten. Man erkennt, dass der Dichtungsträger 22 als gestufte Labyrinthdichtung einer inneren Dichtung (Inner Air Seal, IAS) ausgebildet ist, so dass das stromaufwärts liegende Dichtelement 20 einen geringeren radialen Abstand zur Drehachse D des Rotors besitzt als das stromabwärts liegende Dichtelement 20. Weiterhin erkennt man, dass die Dichtspitzen 18 aller Dichtfins 14 im Querschnitt asymmetrisch ausgebildet und mit einer Beschichtung 24, die auch als Spitzenpanzerung bezeichnet werden kann, versehen sind. Das Verhältnis der linken radialen Höhe A1 des stromaufliegenden Sockelbereichs 16a zur rechten radialen Höhe A2 des stromabliegenden Sockelbereichs 16b beträgt im gezeigten Ausführungsbeispiel etwa $A1:A2=1,5$, wobei grundsätzlich auch abweichende Verhältnisse vorgesehen sein können. Die Überhänge bzw. die axialen Breiten der Sockelbereiche 16a, 16b können grundsätzlich gleich oder unterschiedlich sein. Aufgrund der gewünschten axial kurzen Bauweise einer Verdichterstufe und der radial gestuften Labyrinthdichtung zur verbesserten Leckagereduzierung sind die axialen Dichtfinpositionen auf dem Rotorgrundkörper 12 definiert und der Überhang der einzelnen Sockel 16 limitiert. Die axialen Überhänge der Sockel 16 sind notwendig zur ausreichenden Maskierung während des Beschichtungsprozesses der Dichtspitzen 18. Eine zu kurze Breite der Sockelbereiche 16a, 16b kann zum Abheben von Dichtlippen führen, die bei Beschichtungs- bzw. Spritzverfahren zur Maskierung verwendet werden. Die mögliche Folge eines solchen Abhebens besteht im Durchspritzen und der unerwünschten Beschichtung der Sockelflanken bzw. des Rotorgrundkörpers 12. Dies ist aus strukturellen Gründen unzulässig.

[0021] Fig. 3 zeigt eine schematische axiale Schnittansicht des erfindungsgemäßen Rotors 10 im kalten Aufbauzustand und wird im Folgenden in Zusammenschau mit Fig. 4 erläutert, welche eine schematische axiale Schnittansicht des erfindungsgemäßen Rotors 10 in zwei möglichen Betriebszuständen der zugeordneten Strömungsmaschine zeigt. Die gepunktet dargestellte Position des Dichtelements 20 bzw. des Dichtungsträgers 22 entspricht dabei dem kalten Aufbauzustand, während die mit durchgezogener Linie gezeigte Position dem Zustand des sogenannten Verdichterpumpens entspricht. Der grundsätzliche Aufbau des Rotors 10 ist aus der vorhergehenden Beschreibung zu entnehmen. Bei bestimmten Betriebspunkten der Strömungsmaschine, beispielsweise beim sogenannten Verdichterpumpen, besteht die Gefahr des axialen Kontakts zwischen dem linken bzw. stromaufwärtigen Sockelbereich 16a eines Sockels 16 und einem Dichtelement 20 des Innenring-Dichtungsträgers 22. Dieser Kontakt ist unzulässig, so dass die Sockel 16 entsprechend schmaler ausgebildet werden müssten. Dieses wiederum würde aber die Auflagefläche für eine Beschichtungsabdeckung reduzieren und die Gefahr unzulässiger Beschichtungen mit sich bringen. Ein alterna-

tives axiales Verschieben der Dichtfinposition ist aufgrund der Stufung bzw. den notwendigen axialen Überhängen der Dichtelemente 20 in der Regel auch nicht möglich. Mit Hilfe der erfindungsgemäßen radialen Abstufung wenigstens eines Sockels 16 können diese beiden Probleme überwunden werden. Wie man insbesondere im Bereich IV in Fig. 4 erkennt, führt selbst eine erhebliche Relativverschiebung der Dichtelemente 20 gegenüber dem Rotor 10 nicht zu einer Kollision zwischen dem Dichtelement 20 und dem linken bzw. stromaufwärtigen Sockelbereich 16a des hinteren Sockels 16. Durch das erfindungsgemäß vorgeschlagene Design der einseitig reduzierten radialen Höhe des Sockels 16 kann dabei dennoch die notwendige axiale Breite beider Sockelseiten 16a, 16b eingehalten werden, ohne dass ein radialer oder axialer Kontakt zwischen dem Sockel 16 und der Honigwabe 20 stattfindet. Der individuell notwendige radiale Abstand zwischen Dichtspitze 18 und den Sockelbereichen 16a, 16b erfolgt dabei in einer Spalte-Auslegung für alle Betriebspunkte. Die erlaubt eine bessere Herstellbarkeit der Dichtfin-Beschichtung 24 mit geringerer Nacharbeitsquote, was zu einer Reduzierung der Herstellkosten führt. Die radiale Stufung wenigstens eines Sockels 16 erleichtert bzw. ermöglicht bei kleinen Verdichtergrößen den Einsatz von gestuften Dichtelementen 20, da eine kleinere axiale Bauweise möglich ist. Dies führt zu einer Verbesserung des Wirkungsgrads und der Pumpgrenze der entsprechend ausgestatteten Strömungsmaschine.

Bezugszeichenliste:

[0022]

10	Rotor
12	Rotorgrundkörper
14	Dichtfin
16	Sockel
16a	Sockelbereich
16b	Sockelbereich
18	Dichtspitze
20	Dichtelement
22	Dichtungsträger
24	Beschichtung
D	Drehachse
S	Strömungsrichtung
A1	Abstand
A2	Abstand

Patentansprüche

1. Rotor (10) für eine Strömungsmaschine, insbesondere für ein Flugtriebwerk, mit einem Rotorgrundkörper (12), an welchem wenigstens ein auf einem Sockel (16) angeordneter Dichtfin (14) zum Zusammenwirken mit einem zugeordneten Dichtelement (20) der Strömungsmaschine angeordnet ist,

- wobei der Sockel (16) bezüglich einer axialen Richtung des Rotors (10) zur Auflage von Abdeckungen bei der Dichtfinbeschichtung einen stromauf des Dichtfins (14) liegenden Sockelbereich (16a) und einen stromab des Dichtfins (14) liegenden Sockelbereich (16b) aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
dass der stromaufliegende Sockelbereich (16a) und der stromabliegende Sockelbereich (16b) unterschiedliche radiale Abstände (A1, A2) zu einer radial äußeren Dichtspitze (18) des Dichtfins (14) aufweisen.
2. Rotor (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
dass ein Verhältnis zwischen dem radialen Abstand (A1) des stromaufliegenden Sockelbereichs (16a) und dem radialen Abstand (A2) des stromabliegenden Sockelbereichs (16b) zwischen 0,25 und 4 beträgt, wobei das Verhältnis nicht 1 beträgt.
3. Rotor (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Rotor (10) als Verdichterrotor ausgebildet ist und der stromaufliegende Sockelbereich (16a) einen größeren Abstand (A1) zur radial äußeren Dichtspitze (18) des Dichtfins (14) aufweist als der stromabliegende Sockelbereich (16b) oder
dass der Rotor (10) als Turbinenrotor ausgebildet ist und der stromaufliegende Sockelbereich (16a) einen geringeren Abstand (A1) zur radial äußeren Dichtspitze (18) des Dichtfins (14) aufweist als der stromabliegende Sockelbereich (16b).
4. Rotor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der stromaufliegende Sockelbereich (16a) und der stromabliegende Sockelbereich (16b) unterschiedliche axiale Erstreckungen aufweisen.
5. Rotor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Rotor (10) als Verdichterrotor ausgebildet ist und der stromaufliegende Sockelbereich (16a) eine geringere axiale Erstreckung als der stromabliegende Sockelbereich (16b) aufweist oder
dass der Rotor (10) als Turbinenrotor ausgebildet ist und der stromaufliegende Sockelbereich (16a) eine größere axiale Erstreckung als der stromabliegende Sockelbereich (16b) aufweist.
6. Rotor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Dichtfin (14) eine im Querschnitt asymmetrische Dichtspitze (18) und/oder eine mit einer Beschichtung (24) versehene Dichtspitze (18) aufweist.
7. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Rotorgrundkörper in axialer Richtung wenigstens zwei in Strömungsrichtung hintereinander angeordnete Dichtfins aufweist, welche vorzugsweise unterschiedliche radiale Abstände zu einer axialen Drehachse des Rotors aufweisen.
8. Strömungsmaschine, insbesondere Flugtriebwerk, umfassend wenigstens einen Rotor (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dessen wenigstens einer Dichtfin (16) mit wenigstens einem zugeordneten Dichtelement (20) zusammenwirkt.
9. Strömungsmaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das wenigstens eine Dichtelement (20) der Strömungsmaschine von einem Dichtungsträger (22) gehalten ist.
10. Strömungsmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das wenigstens eine Dichtelement (20) eine Einlaufdichtung, insbesondere eine Honigwabendichtung umfasst.
11. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Rotor (10) in axialer Richtung wenigstens zwei jeweils auf einem Sockel (16) angeordnete Dichtfins (14) aufweist, welche mit jeweiligen Dichtelementen (20) zusammenwirken, die relativ zueinander radial gestuft angeordnet sind.
12. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das wenigstens eine Dichtelement (20) an einem Gehäuse der Strömungsmaschine und/oder an wenigstens einer Leitschaufel, insbesondere an einem Leitschaufelkranz gehalten ist.

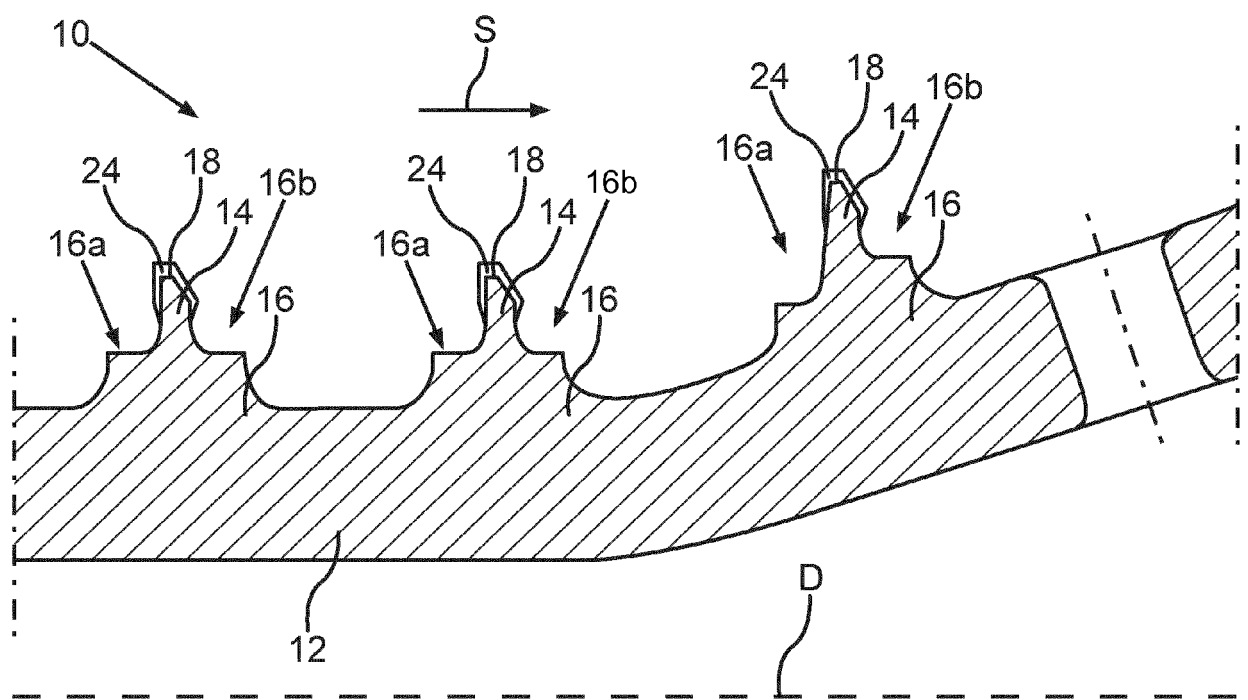


Fig.1

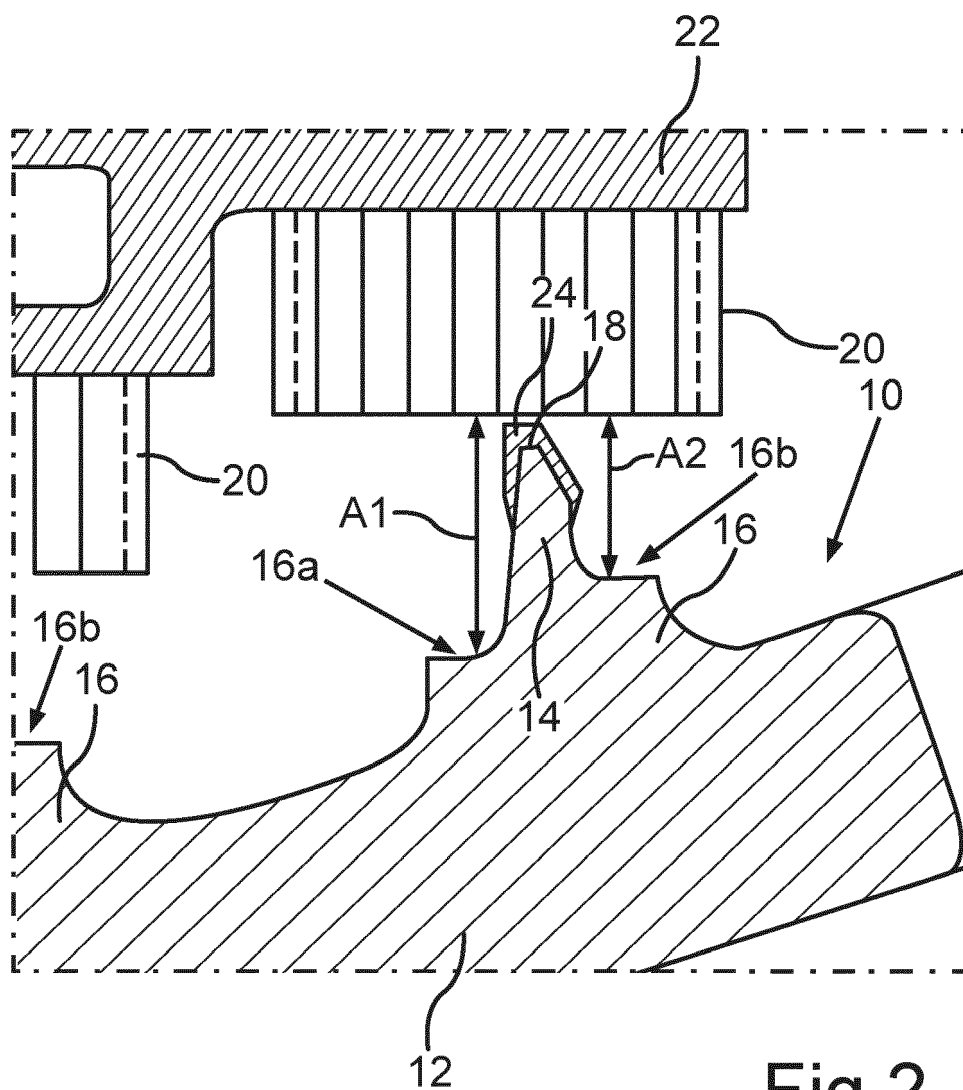


Fig.2

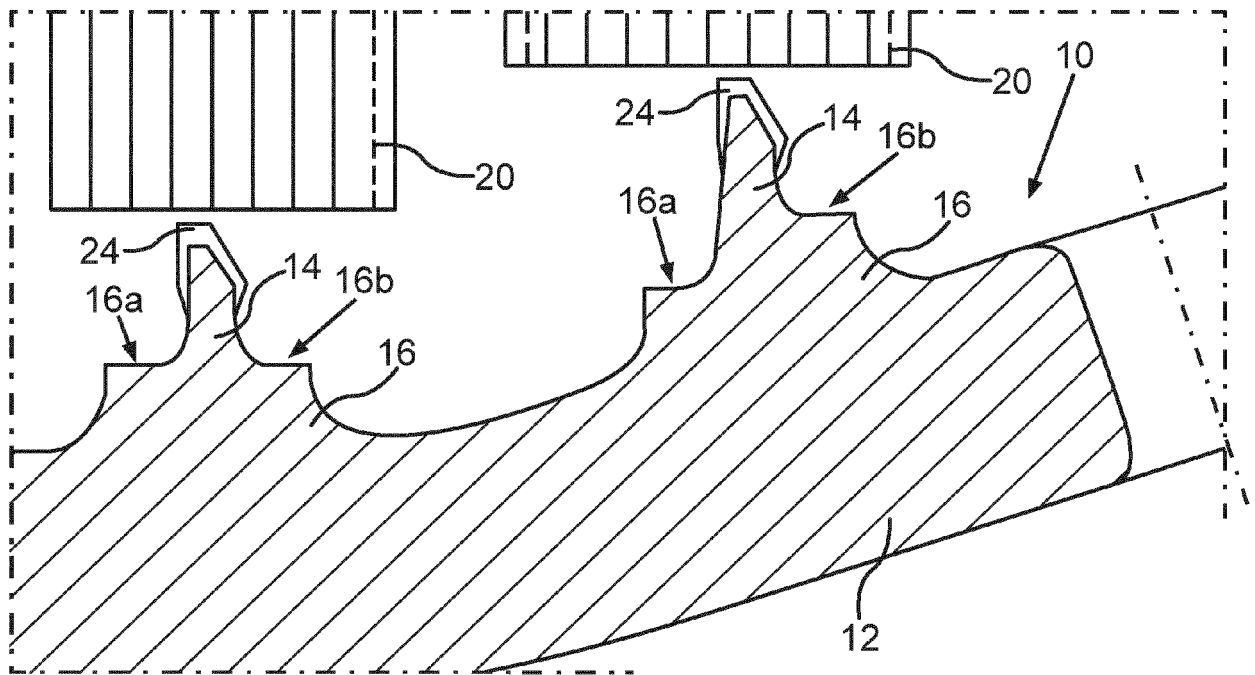


Fig.3

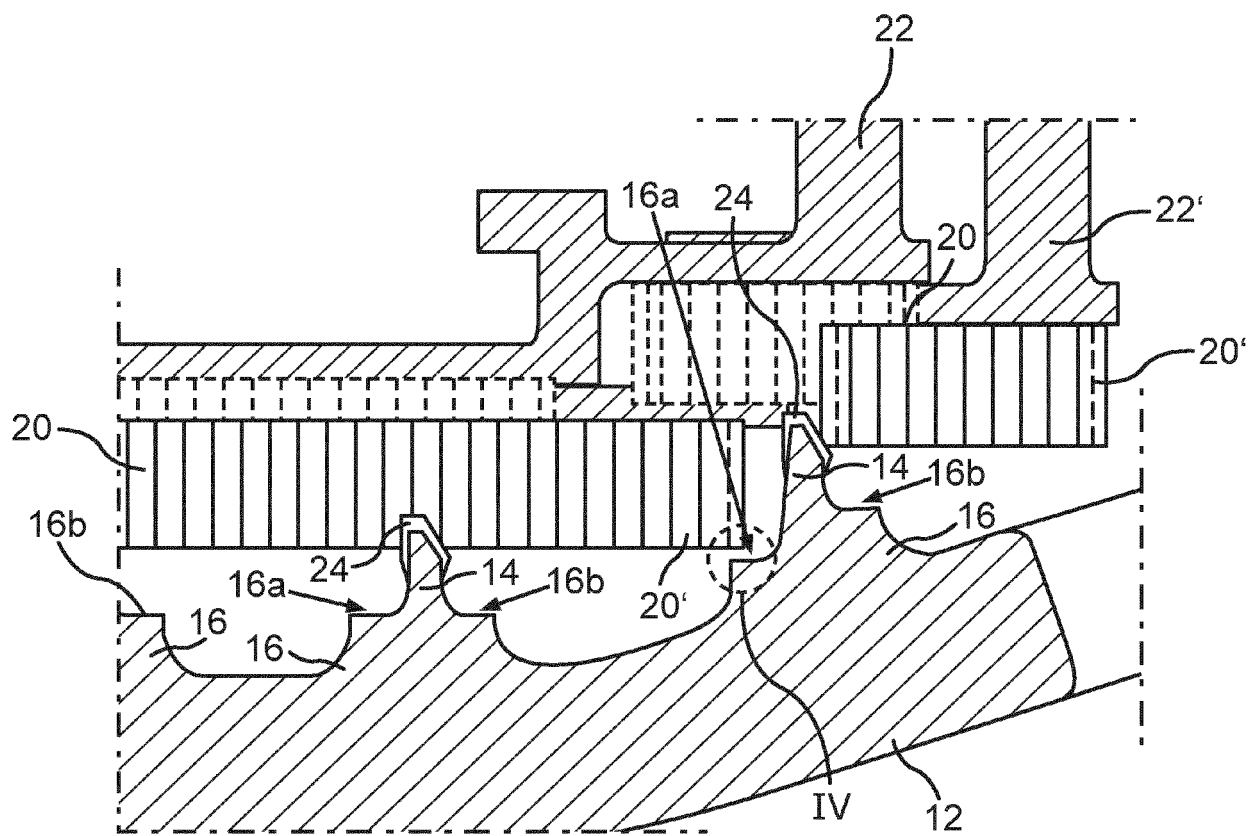


Fig.4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 19 18 2231

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	US 2005/150234 A1 (URSO ANDRE C [US] ET AL) 14. Juli 2005 (2005-07-14) * Absatz [0026]; Abbildungen 1-3 *	1,2,5, 7-11	INV. F01D11/02 F01D11/00 F01D11/12 F16J15/447
X	EP 3 293 360 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 14. März 2018 (2018-03-14) * Absatz [0039]; Abbildung 5 *	1,2,4-8, 10-12	ADD. F16J15/44
X	US 2008/124215 A1 (PAOLILLO ROGER E [US] ET AL) 29. Mai 2008 (2008-05-29)	1-3,5-12	
Y	* Absätze [0022] - [0028]; Abbildungen 4-7 *	3,6	
X	US 2009/067997 A1 (WU CHARLES C [US] ET AL) 12. März 2009 (2009-03-12) * Absätze [0016] - [0017]; Abbildung 4 *	1,2,5, 7-12	
Y	EP 3 312 388 A1 (MTU AERO ENGINES AG [DE]) 25. April 2018 (2018-04-25) * Ansprüche 11, 12; Abbildung 3 *	3,6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D F16J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 6. November 2019	Prüfer Ketelheun, Anja
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	

 1
 EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 19 18 2231

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.

06-11-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2005150234 A1	14-07-2005	CN 1670349 A EP 1555393 A2 JP 4746325 B2 JP 2005201275 A US 2005150234 A1 US 2006162339 A1	21-09-2005 20-07-2005 10-08-2011 28-07-2005 14-07-2005 27-07-2006
20	EP 3293360 A1	14-03-2018	KEINE	
25	US 2008124215 A1	29-05-2008	EP 1930551 A2 US 2008124215 A1	11-06-2008 29-05-2008
30	US 2009067997 A1	12-03-2009	EP 1967700 A2 US 2009067997 A1	10-09-2008 12-03-2009
35	EP 3312388 A1	25-04-2018	EP 3312388 A1 US 2018112548 A1	25-04-2018 26-04-2018
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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