



(11) **EP 3 327 258 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.05.2018 Patentblatt 2018/22

(51) Int Cl.:
F01D 17/16^(2006.01) F04D 29/56^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17203272.4**

(22) Anmeldetag: **23.11.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG**
15827 Blankenfelde-Mahlow (DE)

(72) Erfinder: **HEINICHEN, Frank**
12101 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Müller, Wolfram Hubertus**
Patentanwalt
Teltower Damm 15
14169 Berlin (DE)

(30) Priorität: **24.11.2016 DE 102016122696**

(54) **EINTRITTSLEITRAD FÜR EINE TURBOMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Eintrittsleitrad (300) für eine Turbomaschine mit einer Mehrzahl von Leitschaufeln (3), die dafür geeignet und vorgesehen sind, sich in einem Strömungskanal (3) der Turbomaschine radial zu erstrecken, und die jeweils aufweisen: ein erstes, radial äußeres Schaufelblatt (31), das ein radial inneres Ende (310) umfasst, und ein zweites, radial inneres Schaufelblatt (32), das ein radial äußeres Ende (320) umfasst,

wobei das erste Schaufelblatt (31) und/oder das zweite Schaufelblatt (32) drehbar ausgebildet ist. Es ist vorgesehen, dass das erste Schaufelblatt (31) und das zweite Schaufelblatt (32) durch ein Deckband (7) getrennt sind, welches das radial innere Ende (310) des ersten Schaufelblatts (31) und das radial äußere Ende (320) des zweiten Schaufelblatts (32) jeweils zumindest teilweise abdeckt.

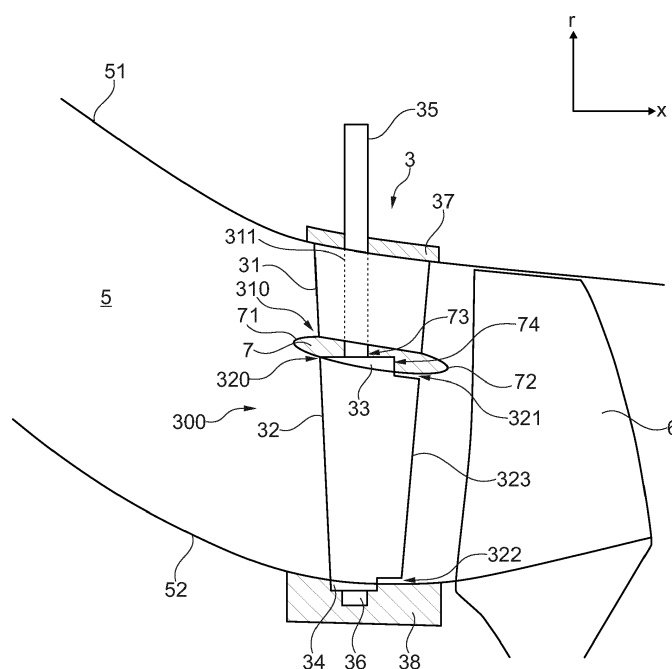


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Eintrittsleitrad für eine Turbomaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Verdichter von Flugtriebwerken werden für eine bestimmte Auslegungsdrehzahl ausgelegt. Im Teillastbereich, d.h. bei Drehzahlen kleiner als der Auslegungsdrehzahl besteht die Gefahr lokaler Strömungsablösungen an den Rotorschaukeln des Verdichtergitters. Zur Reduzierung der Gefahr von Strömungsablösungen im Teillastbereich ist es bekannt, einen Stator mit verstellbaren Statorschaufeln vor dem ersten Rotor des Verdichters anzuordnen. Ein solcher Stator wird als Eintrittsleitrad oder Vorleitrad bezeichnet. Eintrittsleiträder mit variablem Staffelungswinkel verbessern den Arbeitsbereich eines Verdichters.

[0003] Allerdings besteht das Problem, dass im Teillastbereich die Axialgeschwindigkeit beim ersten hinter dem Eintrittsleitrad angeordneten Rotor aufgrund des Dralls, den das Arbeitsmedium durch das Eintrittsleitrad erfährt, reduziert ist. Dies gilt in besonderem Maße für die radial weiter außen liegenden Bereiche der Rotorschaukeln, so dass dort die Gefahr einer Strömungsablösung und der Entstehung hochfrequenter Schwingungen besteht. Es ist daher vorteilhaft, ein Eintrittsleitrad derart auszubilden, dass es das Arbeitsmedium im radial äußeren Bereich mit einem geringeren Drall versieht, so dass die Axialgeschwindigkeit im Spitzenbereich der Rotorschaukeln des darauffolgenden Rotors erhöht ist.

[0004] Die US 2010/0260591 A1 beschreibt ein Verdichter-Eintrittsleitrad, das aus zwei radial beabstandeten, jeweils verstellbaren Schaufelbereichen bestehen.

[0005] Die EP 2 017 434 B1 beschreibt ein Verdichter-Eintrittsleitrad, dessen Leitschaufeln im axial hinteren Bereich flexibel ausgebildet sind. Eine Ausgestaltung sieht dabei vor, dass ein radial äußerer hinterer Bereich der Leitschaufeln fest ausgebildet und ein radial innerer hinterer Bereich der Leitschaufeln flexibel ausgebildet ist, wobei die beiden Bereiche durch gesonderte Betätigungsmittel unabhängig voneinander um eine Längsachse drehbar sind.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Eintrittsleitrad für eine Turbomaschine mit verbesserten aerodynamischen Eigenschaften bereit zu stellen.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Eintrittsleitrad mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Danach betrachtet die Erfindung ein Eintrittsleitrad für eine Turbomaschine, die eine Mehrzahl von Leitschaufeln aufweist, die sich umfangsseitig verteilt radial im Strömungskanal der Turbomaschine erstrecken. Die Leitschaufeln weisen jeweils ein erstes, radial äußeres Schaufelblatt und ein zweites, radial inneres Schaufelblatt auf. Dabei umfasst das erste, radial äußere Schaufelblatt ein radial inneres Ende und umfasst das

zweite, radial innere Schaufelblatt ein radial äußeres Ende. Zumindest eines der Schaufelblätter ist drehbar ausgebildet.

[0009] Die Erfindung sieht vor, dass das erste Schaufelblatt und das zweite Schaufelblatt durch ein Deckband getrennt sind, welches das radial innere Ende des ersten Schaufelblatts und das radial äußere Ende des zweiten Schaufelblatts jeweils zumindest teilweise abdeckt.

[0010] Die Erfindung beruht damit auf dem Gedanken, die aerodynamischen Eigenschaften eines radial geteilten Eintrittsleitrads, das mit radial inneren und radial äußeren Schaufelblättern versehen ist, zu verbessern, indem ein Deckband bereitgestellt wird, das die benachbarten Enden der in den Strömungskanal ragenden Schaufelblätter abdeckt und hierdurch zum einen ein Strömungsleck zwischen den benachbarten Enden der Schaufelblätter und zum anderen Verwirbelungen an diesen Enden der Schaufelblätter verhindert. Das Deckband ummantelt dabei gewissermaßen die in den Strömungskanal ragenden Enden der radial inneren Schaufelblätter und der radial äußeren Schaufelblätter.

[0011] Die Erfindung stellt eine verbesserte Teillast-Anströmung im Schaufelspitzenbereich der Rotorblätter des ersten Rotors einer dem Eintrittsleitrad nachgeordneten Turbomaschine bereit. Sie ermöglicht damit eine Stabilitätserweiterung einer Turbomaschine unter Teillastbedingungen. Sie ist anwendbar auf Eintrittsleiträder beliebiger Turbomaschinen, insbesondere auf Eintrittsleiträder von Axialverdichtern, Radialverdichtern und Turbinen in Flugtriebwerken und Gasturbinen.

[0012] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das erste Schaufelblatt örtlich fixiert und das zweite Schaufelblatt relativ zu dem ersten Schaufelblatt drehbar ist. Eine Drehbarkeit bzw. eine Einstellbarkeit des Staffelungswinkels ist somit nur für das zweite, radial innere Schaufelblatt vorgesehen. Bei dieser Ausgestaltung vermeidet die erfindungsgemäße Lösung in besonderem Maße ein Strömungsleck, das ohne das Vorhandensein eines Deckbands zwischen den benachbarten, in den Strömungskanal ragenden Schaufelblätter insbesondere dann auftreten würde, wenn das radial äußere Schaufelblatt und das radial innere Schaufelblatt einen unterschiedlichen Staffelungswinkel aufweisen.

[0013] Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Erfindung grundsätzlich auch bei Eintrittsleiträdern realisierbar ist, bei denen das erste, radial äußere Schaufelblatt und das zweite, radial innere Schaufelblatt beide und dabei unabhängig voneinander drehbar ausgebildet bzw. in ihrem Staffelungswinkel einstellbar sind, und des Weiteren grundsätzlich auch bei Eintrittsleiträdern realisierbar ist, bei denen nur das erste, radial äußere Schaufelblatt in seinem Staffelungswinkel einstellbar ist.

[0014] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Deckband mit dem ersten Schaufelblatt verbunden oder integral, d.h. einstückig mit diesem ausgebildet ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Deckband, das erste Schaufelblatt und ein äußeres

Deckband, mit dem das erste Schaufelblatt in einer äußeren Gehäusestruktur anordbar ist, integral ausgebildet sind. Die integrale Ausbildung verhindert jedweden Spalt zwischen dem Deckband und dem ersten Schaufelblatt. Gleichzeitig deckt das Deckband das freie Ende des zweiten, radial inneren Schaufelblatts ab.

[0015] Alternativ können das Deckband und das erste Schaufelblatt aus einzelnen Komponenten zusammengesetzt sein. Auch kann das Deckband für sich genommen einteilig oder aus mehreren Teilen bestehen.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das zweite Schaufelblatt zur Bereitstellung einer Drehbarkeit mit einer äußeren Spindel drehfest verbunden. Diese ist von außerhalb des Eintrittsleitrads bedienbar. Dabei ist vorgesehen, dass die äußere Spindel in einer Spindeldurchführung des ersten Schaufelblatts, die beispielsweise als Bohrung ausgeführt ist, geführt ist. Das erste, radial äußere Schaufelblatt dient somit der Durchführung der für die Verstellbarkeit des zweiten Schaufelblatts erforderlichen Spindel.

[0017] Dabei kann vorgesehen sein, dass die Spindelachse, die gleich der Drehachse des zweiten Schaufelblatts ist, in radialer Richtung verläuft. Ebenfalls kann vorgesehen sein, dass die Spindelachse geneigt zur radialen Richtung verläuft. Die Spindelachse für die Verdrehung des zweiten, radial inneren Schaufelblatts kann somit entweder in komplett radialer Richtung oder geneigt ausgeführt sein. Die geneigte Ausrichtung kann mit Vorteilen im Hinblick auf die Integration eines Drehtellers in das Deckband und im Hinblick auf die Ausbildung eines Rückschnitts an der Hinterkante des zweiten Schaufelblattes verbunden sein, wie noch ausgeführt werden wird.

[0018] Es wird allgemein darauf hingewiesen, dass die vorliegende Erfindung bezogen auf ein zylindrisches Koordinatensystem beschrieben wird, das die Koordinaten x , r und φ aufweist. Dabei gibt x die axiale Richtung, r die radiale Richtung und φ den Winkel in Umfangsrichtung an. Die axiale Richtung ist dabei identisch mit der Maschinenachse einer Gasturbine, in der die Turbomaschine mit dem erfindungsgemäßen Eintrittsleitrad angeordnet ist. Von der x -Achse ausgehend zeigt die radiale Richtung radial nach außen. Begriffe wie "vor", "hinter", "vordere" und "hintere" beziehen sich auf die axiale Richtung, Begriffe wie "äußere" oder "innere" beziehen sich auf die radiale Richtung.

[0019] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die äußere Spindel, die der Verstellbarkeit des zweiten, radial inneren Schaufelblatts dient, ein innenseitig aus dem ersten Schaufelblatt vorstehendes Spindelende aufweist, welches innerhalb des Deckbands angeordnet und in diesem gelagert ist. Das Deckband nimmt somit das Ende der Spindel auf.

[0020] Weiter kann vorgesehen sein, dass das zweite, radial innere Schaufelblatt an seinem radial äußeren Ende mit einer äußeren kreisförmigen Plattform verbunden ist oder eine solche ausbildet, wobei die äußere Plattform im Deckband angeordnet und in diesem gelagert ist. Die

kreisförmige Plattform bildet insbesondere einen Drehteller, der mit der Spindel verbunden ist und der Drehbarkeit des zweiten Schaufelblatts dient.

[0021] Damit ist gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass das Deckband zum einen an seiner radial äußeren Seite ein kreisförmiges Loch zur Aufnahme und Lagerung des Spindelendes der äußeren Spindel und daran radial angrenzend und auf seiner radial inneren Seite ein kreisförmiges Loch zur Aufnahme und Lagerung der äußeren Plattform aufweist. Das Spindelende und die äußere Plattform sind beide im Deckband angeordnet und gelagert.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung weist das zweite Schaufelblatt an seinem radial inneren Ende eine innere kreisförmige Plattform und eine innere Spindel auf. Die innere kreisförmige Plattform bildet dabei ebenfalls einen Drehteller zur Verstellung des zweiten, radial inneren Schaufelblatts. Der Drehteller und die innere Spindel sind in einem inneren Deckband des Eintrittsleitrads angeordnet und gelagert. Dabei bildet die kreisförmige Plattform gemeinsam mit dem inneren Deckband die radial innere Begrenzung des Strömungskanals durch das Eintrittsleitrad. Die innere Spindel ist nicht von außen betätigbar und dient lediglich als Lager. Eine Verstellung des Schaufelblattes erfolgt allein durch die äußere Spindel.

[0023] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Deckband das radial innere Ende des ersten Schaufelblatts und das radial äußere Ende des zweiten Schaufelblatts derart abdeckt, dass zumindest im Bereich der Vorderkante der Schaufelblätter kein Spalt zwischen dem radial inneren Ende der ersten Schaufel und dem Deckband und kein Spalt zwischen dem radial äußeren Ende der zweiten Schaufel und dem Deckband ausgebildet sind. Zumindest an der und angrenzend an die Vorderkante der Schaufelblätter werden somit durch das Deckband freie Schaufelenden und eine damit verbundene Verwirbelung vermieden.

[0024] Eine Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass das zweite Schaufelblatt im Bereich seiner Hinterkante angrenzend an das Deckband einen Rückschnitt derart aufweist, dass es im Bereich seiner Hinterkante einen Spalt zum Deckband ausbildet. Hierdurch wird eine Drehbarkeit des zweiten, radial inneren Schaufelblatts relativ zum Deckband ermöglicht, ohne dass die Gefahr besteht, dass das Schaufelblatt an seiner Hinterkante mit dem Deckband kollidiert.

[0025] In entsprechender Weise kann vorgesehen sein, dass das zweite Schaufelblatt im Bereich seiner Hinterkante angrenzend an eine radial innere Strömungskanalbegrenzung ebenfalls einen Rückschnitt derart aufweist, dass es im Bereich seiner Hinterkante einen Spalt zur radial inneren Strömungskanalbegrenzung ausbildet.

[0026] Gemäß einer Ausführungsvariante sind die ersten Schaufelblätter und die zweiten Schaufelblätter derart ausgebildet und sind die zweiten Schaufelblätter im Teillastbereich derart im Hinblick auf den Staffelungswin-

kel einstellbar, dass die zweiten Schaufelblätter eine stärkere Beaufschlagung eines durchströmenden Arbeitsfluids mit Drall bewirken als die ersten Schaufelblätter. Hierdurch wird erreicht, dass die Rotorblätter eines stromabwärts des Eintrittsleittrads angeordneten Rotors im radial äußeren Bereich mit einer höheren Axialgeschwindigkeit angeströmt werden, wodurch die Gefahr von Strömungsablösungen und Schwingungsanregungen reduziert wird.

[0027] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die zweiten Schaufelblätter sich in radialer Richtung über eine Länge erstrecken, die mindestens 50 %, insbesondere mindestens 60 %, insbesondere mindestens 70 % der Gesamtlänge der radialen Erstreckung der ersten und zweiten Schaufelblätter entspricht. Der als Ringraum ausgebildete Strömungskanal wird im Bereich des Eintrittsleittrads durch die ersten und zweiten Schaufelblätter radial in zwei Strömungsbereiche geteilt, einen radial inneren Strömungsbereich und einen radial äußeren Strömungsbereich. Im radial inneren Strömungsbereich ist der Drall, der dem Arbeitsfluid mittels der Leitschaufeln gegeben wird, durch die verstellbaren zweiten Schaufelblätter einstellbar. Diese sollen sich über mindestens 50 % der radialen Erstreckung des gesamten Schaufelblattes erstrecken.

[0028] Das Deckband ist als Element, das im Strömungskanal angeordnet ist, aerodynamisch widerstandsarm ausgebildet. Dementsprechend ist vorgesehen, dass es eine abgerundete Vorderkante und eine abgerundete Hinterkante umfasst.

[0029] Das Deckband ist gemäß einer Ausführungsvariante als Deckbandring ausgebildet, der bei sämtlichen Leitschaufeln des Eintrittsleittrads das erste Schaufelblatt und das zweite Schaufelblatt trennt und dabei die in den Strömungskanal ragenden radialen Enden der Schaufelblätter zumindest teilweise abdeckt. Der Deckbandring erstreckt sich kreisförmig im Eintrittsleitrad, in radialem Abstand zur radial äußeren Strömungskanalbegrenzung und in radialem Abstand zur radial inneren Strömungskanalbegrenzung. Der Deckbandring kann dabei aus einzelnen Segmenten bestehen, die miteinander verbunden sind.

[0030] Jedoch wird darauf hingewiesen, dass die Ausbildung des Deckbands als Deckbandring nicht zwingend ist. Insbesondere kann alternativ vorgesehen sein, dass den Leitschaufeln, die jeweils ein erstes, radial äußeres Schaufelblatt und ein zweites, radial inneres Schaufelblatt aufweisen, jeweils ein gesondertes Deckband zugeordnet ist. Das Deckband erstreckt sich für diesen Fall nur in einem solchen Maße in Umfangsrichtung, dass es die in den Strömungskanal ragenden Schaufelenden abdecken kann. Das Deckband ist für diesen Fall ähnlich einem Webstuhl-Schiffchen ausgebildet.

[0031] Die Leitschaufeln des Eintrittsleittrads erstrecken sich im Strömungskanal der Turbomaschine zwischen einer radial äußeren Strömungskanalbegrenzung und einer radial inneren Strömungskanalbegrenzung.

Die radial äußere Strömungskanalbegrenzung wird beispielsweise durch eine Gehäuseeinrichtung gebildet, die den Strömungskanal durch die Turbomaschine radial außen begrenzt und an der die Leitschaufeln des Eintrittsleittrads befestigt sind. Hierzu kann beispielsweise vorgesehen sein, dass ein äußeres Deckband bzw. Gehäusedeckband, dass die radial äußeren Schaufelblätter verbindet, in einer solchen Gehäuseeinrichtung angeordnet und befestigt sind. Die radial innere Strömungskanalbegrenzung der Turbomaschine wird beispielsweise durch entsprechende Kranzoberflächen der Rotoren und Statoren der jeweiligen Verdichter- oder Turbinenstufen bzw. eine Rotortrommel der entsprechenden Antriebswelle gebildet.

[0032] Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Turbomaschine, insbesondere einen Verdichter mit einem Eintrittsleitrad gemäß Anspruch 1, wobei das Eintrittsleitrad stromaufwärts des ersten Rotors der Turbomaschine bzw. des Verdichters angeordnet ist.

[0033] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine vereinfachte schematische Schnittdarstellung eines Turbofantriebwerks, in dem die vorliegende Erfindung realisierbar ist;

Figur 2 im Meridionalschnitt schematisch ein Eintrittsleitrad mit radial äußeren und radial inneren Schaufelblättern, die durch ein Deckband getrennt sind, und dessen Anordnung in einem Verdichter eines Flugtriebwerks;

Figur 3 im Meridionalschnitt ein Ausführungsbeispiel eines Eintrittsleittrads, das radial äußere und radial innere Schaufelblätter aufweist, die durch ein Deckband getrennt sind;

Figur 4a ein radial inneres Schaufelblatt gemäß der Figur 3 und damit verbundene Komponenten in einer Ansicht von oben;

Figur 4b ein radial inneres Schaufelblatt gemäß der Figur 3 und damit verbundene Komponenten in einer Seitenansicht;

Figur 4c ein radial inneres Schaufelblatt gemäß der Figur 3 und damit verbundene Komponenten in einer Ansicht von unten;

Figur 5a ein radial äußeres Schaufelblatt gemäß der Figur 3 in einer Ansicht von oben;

Figur 5b ein radial äußeres Schaufelblatt gemäß der Figur 3 in einer Seitenansicht;

Figur 5c ein radial äußeres Schaufelblatt gemäß der Figur 3 in einer Ansicht von unten;

- Figur 6a einen Schnitt durch den Deckbandring der Figur 3 in einer Ebene senkrecht zur axialen Richtung, entsprechend der Linie A-A der Figur 6b, wobei ein über einen Umfangswinkel von 45° verlaufendes Segment des Deckbandrings dargestellt ist;
- Figur 6b den Deckbandring der Figur 3 im Meridionalschnitt;
- Figur 7 im Meridionalschnitt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Eintrittsleitrads, das radial äußere und radial innere Schaufelblätter aufweist, die durch ein Deckband getrennt sind, wobei die Achse einer Spindel zur Verstellung eines radial inneren Schaufelblatts geneigt zur radialen Richtung verläuft.

[0034] Die Figur 1 zeigt schematisch ein Turbofantriebwerk 100, das eine Fanstufe mit einem Fan 10 als Niederdruckverdichter, einen Mitteldruckverdichter 20, einen Hochdruckverdichter 30, eine Brennkammer 40, eine Hochdruckturbine 50, eine Mitteldruckturbine 60 und eine Niederdruckturbine 70 aufweist.

[0035] Der Mitteldruckverdichter 20 und der Hochdruckverdichter 30 weisen jeweils eine Mehrzahl von Verdichterstufen auf, die jeweils einen Rotor und einen Stator umfassen. Das Turbofantriebwerk 100 der Figur 1 weist des Weiteren drei separate Wellen auf, eine Niederdruckwelle 81, die die Niederdruckturbine 70 mit dem Fan 10 verbindet, eine Mitteldruckwelle 82, die die Mitteldruckturbine 60 mit dem Mitteldruckverdichter 20 verbindet und eine Hochdruckwelle 83, die die Hochdruckturbine 50 mit dem Hochdruckverdichter 30 verbindet. Dies ist jedoch lediglich beispielhaft zu verstehen. Wenn das Turbofantriebwerk beispielsweise keinen Mitteldruckverdichter und keine Mitteldruckturbine besitzt, wären nur eine Niederdruckwelle und eine Hochdruckwelle vorhanden.

[0036] Das Turbofantriebwerk 100 weist eine Triebwerksgondel 1 auf (auch als Triebwerksverkleidung bezeichnet), die eine Einlauflippe 14 umfasst und innenseitig einen Triebwerkseinlauf 11 ausbildet, der einströmende Luft dem Fan 10 zuführt. Der Fan 10 weist eine Mehrzahl von Fan-Schaufeln 101 auf, die mit einer Fan-Scheibe 102 verbunden sind. Der Annulus der Fan-Scheibe 102 bildet dabei die radial innere Begrenzung des Strömungspfads durch den Fan 10. Radial außen wird der Strömungspfad durch ein Fanggehäuse 2 begrenzt. Stromaufwärts der Fan-Scheibe 102 ist ein Nasenkonus 103 angeordnet.

[0037] Hinter dem Fan 10 bildet das Turbofantriebwerk 100 einen Sekundärstromkanal 4 und einen Primärstromkanal 5 aus. Der Primärstromkanal 5 führt durch das Kerntriebwerk (Gasturbine), das den Mitteldruckverdichter 20, den Hochdruckverdichter 30, die Brennkammer 40, die Hochdruckturbine 50, die Mitteldruckturbine 60 und die Niederdruckturbine 70 umfasst. Dabei sind

der Mitteldruckverdichter 20 und der Hochdruckverdichter 30 von einem Umfangsgehäuse 29 umgeben, dass innenseitig eine Ringraumfläche bildet, die den Primärstromkanal 5 radial außen begrenzt. Radial innen ist der Primärstromkanal 5 durch entsprechende Kranzoberflächen der Rotoren und Statoren der jeweiligen Verdichterstufen bzw. durch die Nabe oder mit der Nabe verbundene Elemente der entsprechenden Antriebswelle begrenzt.

[0038] Im Betrieb des Turbofantriebwerks 100 durchströmt ein Primärstrom den Primärstromkanal 5, der auch als Hauptströmungskanal bezeichnet wird. Der Sekundärstromkanal 4, auch als Nebenstromkanal, Mantelstromkanal oder Bypass-Kanal bezeichnet, leitet im Betrieb des Turbofantriebwerks 100 vom Fan 10 angesaugte Luft am Kerntriebwerk vorbei.

[0039] Die beschriebenen Komponenten besitzen eine gemeinsame Rotations- bzw. Maschinenachse 90. Die Rotationsachse 90 definiert eine axiale Richtung des Turbofantriebwerks. Eine radiale Richtung des Turbofantriebwerks verläuft senkrecht zur axialen Richtung.

[0040] Im Kontext der vorliegenden Erfindung wird ein Verdichter des Flugtriebwerks betrachtet, der ein Eingangsleitrad aufweist, das stromaufwärts des ersten Rotors der Verdichters angeordnet ist. Alternativ könnte ein solches Eingangsleitrad in einer Turbine ausgebildet sein.

[0041] Die Figur 2 zeigt schematisch ein Eintrittsleitrad 300, das gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist. Das Eintrittsleitrad 300 ist in einem Strömungskanal 5 angeordnet, der eine radial äußere Strömungskanalbegrenzung 51 und eine radial innere Strömungskanalbegrenzung 52 aufweist. Der Strömungskanal 5 ist als Ringraum ausgebildet. Es kann sich beispielsweise um einen Primärstromkanal entsprechend dem Primärstromkanal 5 der Figur 1 handeln. Im Strömungskanal 5 ist das Eintrittsleitrad 300 bezogen auf die axiale Richtung vor dem ersten Rotor 6 einer Verdichterstufe eines Verdichters angeordnet.

[0042] Das Eintrittsleitrad 300 umfasst eine Mehrzahl von Leitschaufeln 3, die jeweils ein erstes, radial äußeres Schaufelblatt 31 und ein zweites, radial inneres Schaufelblatt 32 aufweisen. Das radial äußere Schaufelblatt 31 ist örtlich fixiert und weist dementsprechend einen fixen Staffelungswinkel auf. Das radial innere Schaufelblatt 32 ist dagegen um eine Drehachse, die durch die Längsachse einer Spindel 35 definiert ist, drehbar und somit in seinem Staffelungswinkel einstellbar. Die Spindel 35 ist von außerhalb des Strömungskanals 5 zugänglich und verstellbar.

[0043] Das erste, radial äußere Schaufelblatt 31 weist ein radial inneres Ende 310 auf, das ausgehend von der radial äußeren Strömungskanalbegrenzung 51 in den Strömungskanal 5 ragt. Das zweite, radial innere Schaufelblatt 32 weist ein radial äußeres Ende 320 auf, das ausgehend von der radial inneren Strömungskanalbegrenzung 52 in den Strömungskanal 5 ragt.

[0044] Das Eintrittsleitrad 300 umfasst des Weiteren

ein Deckband 7, welches das erste Schaufelblatt 31 und das zweite Schaufelblatt 32 trennt. Dabei deckt das Deckband 7 das radial innere Ende 310 des ersten Schaufelblatts 31 und das radial äußere Ende 320 des zweiten Schaufelblatts 32 zumindest teilweise ab, insbesondere im Bereich der Vorderkanten der beiden Schaufelblätter 31, 32.

[0045] Über die Spindel 35 ist das zweite Schaufelblatt 32 relativ zu dem ersten Schaufelblatt 31 drehbar und in seinem Staffelungswinkel einstellbar. Die Spindel 35 wird durch das erste Schaufelblatt 31 geführt, was hierzu beispielsweise eine Bohrung ausbildet. Das erste Schaufelblatt 31 ist demgemäß mit einer ausreichenden Dicke ausgebildet, um die Spindel 35 aufnehmen zu können.

[0046] Durch Verwendung eines Deckbands 7 werden ein Strömungsleck zwischen den Schaufelenden 310, 320 und Turbulenzen an den ohne ein solches Deckband frei in den Strömungskanal 5 ragenden Schaufelenden 310, 320 vermieden. Das Deckband 7 kann des Weiteren der Aufnahme von Lagerungs- und Verstellelementen des zweiten Schaufelblattes 31 dienen, wie anhand der nachfolgenden Figuren anhand von Ausführungsbeispielen erläutert werden wird.

[0047] Es wird darauf hingewiesen, dass in dem Meridionalschnitt der Figur 2 nur eine der Leitschaufeln 3 des Eintrittsleittrads 300 dargestellt ist. Das Eintrittsleitrad 300 umfasst eine Mehrzahl solcher Leitschaufeln 3, die in Umfangsrichtung verteilt im Strömungskanal 5 angeordnet sind. Die Leitschaufeln 3 sind beispielsweise in einer Gehäuseeinrichtung angeordnet (nicht gesondert dargestellt), die die radial äußere Strömungskanalbegrenzung 51 bildet.

[0048] Die Figuren 3, 4a-4c, 5a-5c und 6a-6b zeigen ein Ausführungsbeispiel eines Eintrittsleittrads 300. Das Eintrittsleitrad 300 befindet sich entsprechend der Darstellung der Figur 2 in einem Strömungskanal 5, der eine radial äußere Strömungskanalbegrenzung 51 und eine radial innere Strömungskanalbegrenzung 52 aufweist. Das Eintrittsleitrad 300 befindet sich vor dem ersten Rotor 6 eines Verdichters.

[0049] Das Eintrittsleitrad 300 weist eine Vielzahl von Leitschaufeln 3 auf, die in Umfangsrichtung verteilt im durch den Strömungskanal 5 gebildeten Ringraum angeordnet sind. Es umfasst ein Gehäusedeckband 37, mit dem es im Bereich der radial äußeren Strömungskanalbegrenzung 51 in einer nicht dargestellten Gehäuseeinrichtung angeordnet ist. Das Eintrittsleitrad 300 umfasst des Weiteren ein inneres Deckband 38, das im Bereich des Eintrittsleittrads 300 die radial innere Strömungskanalbegrenzung 52 ausbildet. Alternativ kann das Eintrittsleitrad 300 auch ohne inneres Deckband 38 ausgebildet sein, für welchen Fall die Leitschaufeln 3 einen Spalt zur radial inneren Strömungskanalbegrenzung 52 ausbilden.

[0050] Die folgende Beschreibung der Ausbildung einer der Leitschaufeln 3 gilt für sämtliche der Leitschaufeln des Eintrittsleittrads 300. Die Leitschaufel 3 erstreckt sich im Strömungskanal 5 in radialer Richtung r zwischen

dem Gehäusedeckband 37 und dem inneren Deckband 38. Sie umfasst ein erstes, radial äußeres Schaufelblatt 31 und ein zweites, radial inneres Schaufelblatt 32.

[0051] Das erste, radial äußere Schaufelblatt 31 ist örtlich fixiert und in seinem Staffelungswinkel nicht einstellbar. Das zweite, radial innere Schaufelblatt 32 ist dagegen verstellbar und in seinem Staffelungswinkel einstellbar. Hierzu weist es eine äußere kreisförmige Plattform 33 auf, die einen Drehteller bildet und mit einer Spindel 35 verbunden ist, über die von außerhalb des Strömungskanals 5 der Staffelungswinkel des zweiten Schaufelblatts 32 einstellbar ist. Die Spindel 35 wird in einer Spindelführung 311 im ersten Schaufelblatt 31 geführt. Das zweite, radial innere Schaufelblatt 32 weist des Weiteren eine innere kreisförmige Plattform 34 auf, die einen weiteren Drehteller bildet und die mit einer inneren Spindel 36 verbunden ist, die in dem inneren Deckband 38 gelagert ist. Die innere Plattform 34 begrenzt dabei zumindest teilweise den Strömungskanal 5 im Bereich der radial inneren Strömungskanalbegrenzung 52.

[0052] Das Eintrittsleitrad 300 umfasst des Weiteren ein Deckband 7, das sich ringförmig im Strömungskanal 5 erstreckt und das das erste Schaufelblatt 31 und das zweite Schaufelblatt 32 in radialer Richtung trennt. Das Deckband 7 ist aerodynamisch widerstandsarm ausgebildet und weist eine abgerundete Vorderkante 71 und eine abgerundete Hinterkante 72 auf. Es besitzt des Weiteren eine radial äußere Oberseite 75 und eine radial untere Unterseite 76, vgl. Figuren 6a und 6b.

[0053] Das Deckband 7 ist mit dem ersten Schaufelblatt 31 fest verbunden oder einstückig mit diesem ausgebildet. Dazu kann vorgesehen sein, dass das Deckband 7 und das erste Schaufelblatt 31 in einem Herstellungsprozess hergestellt worden sind und dementsprechend aus dem gleichen Material bestehen. Das Deckband 7 ist somit drehfest mit dem ersten Schaufelblatt 31 und über dieses und das Gehäusedeckband 37 fest mit strukturellen Komponenten der äußeren Strömungskanalbegrenzung 51, z.B. einer Gehäuseeinrichtung verbunden. Eine Ausführungsvariante sieht dabei vor, dass das Deckband 7, das erste Schaufelblatt 31 und das Gehäusedeckband 37 einstückig ausgebildet sind.

[0054] Das Deckband 7 deckt sowohl das radial innere Ende 310 des ersten Schaufelblatts 31 als auch das radial äußere Ende 320 des zweiten Schaufelblatts 32 ab. Eine solche Abdeckung kann, wie sich unmittelbar aus der Figur 3 ergibt, derart erfolgen, dass jedenfalls im Bereich der Vorderkanten der Schaufelblätter 31, 32 kein Spalt zwischen dem radial inneren Ende 310 des ersten Schaufelblatts 31 und dem Deckband 7 und kein Spalt zwischen dem radial äußeren Ende 320 des zweiten Schaufelblatts 32 und dem Deckband 7 ausgebildet sind.

[0055] Das Deckband 7 dient des Weiteren dazu, Komponenten des zweiten Schaufelblatts 32 aufzunehmen und zu lagern. So besitzt das Deckband 7 an seiner Oberseite 75 ein kreisförmiges Loch 73 zur Aufnahme und Lagerung des Endes 351 der Spindel 35, vgl. Figuren 3 und 6a, 6b. Des Weiteren weist es an seiner Unterseite

76 ein kreisförmiges Loch 74 zur Aufnahme der äußeren Plattform 33 des zweiten Schaufelblatts 32 auf. Das Deckband 7 erfüllt somit zusätzlich zu seiner Funktion, durch Abdecken der in den Strömungskanal 5 ragenden Enden 310, 320 der Schaufelblätter 31, 32 eine Leckage und eine Verwirbelung an diesen Schaufelblätterenden zu vermeiden, die Funktion, Lagerungs- und Verstellelemente für die Verstellbarkeit des zweiten Schaufelblatts 32 aufzunehmen und zu lagern.

[0056] Wie insbesondere auch der Figur 4b entnommen werden kann, weist das zweite Schaufelblatt 32 im Bereich seiner Hinterkante 323 radial angrenzend an das Deckband 7 und radial angrenzend an die radial innere Strömungskanalbegrenzung 52 Rückschnitte 321, 322 auf, die sicherstellen, dass das zweite Schaufelblatt 32 in seinem axial hinteren Bereich jeweils einen Spalt zum Deckband 7 und einen Spalt zur radial inneren Strömungskanalbegrenzung 52 ausbildet, wodurch verhindert wird, dass bei einer Verstellung des zweiten Schaufelblatts 32 dieses mit dem inneren Deckband 7 oder der radial inneren Strömungskanalbegrenzung 52 kollidiert.

[0057] Gemäß den Figuren 6a und 6b erstreckt sich das Deckband 7 ringförmig im Strömungskanal 5, wobei die Figur 6a einen Ausschnitt von ca. 45° in Umfangsrichtung zeigt. Der Deckbandring 7 kann dabei in miteinander verbundene Segmente unterteilt sein. Dies gilt auch für das Eintrittsleitrad insgesamt.

[0058] In alternativen Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass das Deckband 7 nicht als Ring, sondern durch in Umfangsrichtung begrenzte Strukturen gebildet ist, die jeweils bei nur einer der Leitschaufeln oder bei nur einigen der Leitschaufeln eine Trennung des ersten Schaufelblatts und des zweiten Schaufelblatts in der beschriebenen Weise vornehmen.

[0059] Es kann vorgesehen sein, dass das zweite Schaufelblatt 32 sich in radialer Richtung r über eine Länge erstreckt, die mindestens 50 %, insbesondere mindestens 60 %, insbesondere mindestens 70 % der Gesamtlänge der radialen Erstreckung der beiden Schaufelblätter 31, 32 entspricht.

[0060] Im Betrieb des Verdichters, vor dessen ersten Rotor 6 das Eintrittsleitrad 300 angeordnet ist, werden die zweiten Schaufelblätter 32 jedenfalls im Teillastbereich derart im Hinblick auf ihren Staffelungswinkel eingestellt, dass die zweiten Schaufelblätter 32 eine stärkere Beaufschlagung eines durchströmenden Arbeitsfluids mit Drall bewirken als die ersten Schaufelblätter 31. Hierdurch wird erreicht, dass die Rotorblätter des stromabwärts des Eintrittsleitrads 300 angeordneten Rotors 6 im radial äußeren Bereich mit einer höheren Axialgeschwindigkeit angeströmt werden, wodurch die Gefahr von Strömungsablösungen und Schwingungsanregungen reduziert wird.

[0061] Die Figur 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel, das bis auf den Umstand dem Ausführungsbeispiel der Figuren 3, 4a-4c, 5a-5c und 6a-6b entspricht, dass die Spindelachse zur Verstellung eines radial inneren Schaufelblatts geeignet zur radialen Richtung r verläuft.

[0062] So weist das Eintrittsleitrad 300 der Figur 7 ebenso wie bei der Figur 3 ein erstes, radial äußeres Schaufelblatt 31, ein zweites, radial inneres Schaufelblatt 32 und ein Deckband 7 auf, das das erste Schaufelblatt 31 und das zweite Schaufelblatt 32 trennt. Das zweite Schaufelblatt 32 umfasst eine äußere Plattform 33 und eine Spindel 35, über die das zweite Schaufelblatt 32 im Hinblick auf seinen Staffelungswinkel einstellbar ist, sowie eine innere Plattform 34 und eine innere Spindel 36, die in einem radial inneren Deckband 38 gelagert sind. Das Deckband 7 ist fest mit dem ersten Schaufelblatt 31 verbunden und kann integral mit diesem ausgebildet sein. Es ist über das erste Schaufelblatt 31 und ein Gehäusedeckband 37 in einer Gehäusestruktur befestigt, die die radial äußere Strömungskanalbegrenzung 51 bildet. Wegen der Einzelheiten des Ausführungsbeispiels wird auf die Figuren 3, 4a-4c, 5a-5c und 6a-6b und die zugehörige Beschreibung verwiesen.

[0063] Im Unterschied zur Ausgestaltung der Figuren 7 bis 6b ist die Achse der Spindel 35 zur radialen Richtung r geneigt, wobei der Winkel zwischen der Spindelachse und der radialen Richtung r beispielsweise kleiner als 30° ist. Eine Neigung der Spindelachse kann mit dem Vorteil verbunden sein, dass die äußere Plattform 33 vollständig im Deckband 7 anordbar und lagerbar ist und die Rückschnitte 321 und 322 im hinteren Bereich des zweiten Schaufelblatts 32 zum Deckband 7 und zur radial inneren Strömungskanalbegrenzung 52 geringer ausgeprägt sein können.

[0064] Es wird darauf hingewiesen, dass in den Figuren 3 und 7 der Strömungskanal 5 stromaufwärts des Eintrittsleitrads 300 mit fallenden Annuluslinien dargestellt ist. Dies ist jedoch nur beispielhaft zu verstehen. Der Strömungskanal 5 kann auch mit anderen Verläufen versehen sein und beispielsweise vor dem Eintrittsleitrad 300 alternativ gerade oder mit steigenden Annuluslinien ausgebildet sein.

[0065] Die vorliegende Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausgestaltung nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele. Beispielsweise sind die genaue Form und Ausgestaltung des Deckbands 7 und dessen radiale Positionierung im Strömungskanal 5 nur beispielhaft zu verstehen.

[0066] Auch wird darauf hingewiesen, dass die Merkmale der einzelnen beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung in verschiedenen Kombinationen miteinander kombiniert werden können. Sofern Bereiche definiert sind, so umfassen diese sämtliche Werte innerhalb dieser Bereiche sowie sämtliche Teilbereiche, die in einen Bereich fallen.

Patentansprüche

1. Eintrittsleitrad (300) für eine Turbomaschine mit einer Mehrzahl von Leitschaufeln (3), die dafür geeignet und vorgesehen sind, sich in einem Strömungskanal (3) der Turbomaschine radial zu erstrecken,

und die jeweils aufweisen:

- ein erstes, radial äußeres Schaufelblatt (31), das eine radial inneres Ende (310) umfasst, und
- ein zweites, radial inneres Schaufelblatt (32), das ein radial äußeres Ende (320) umfasst,
- wobei das erste Schaufelblatt (31) und/oder das zweite Schaufelblatt (32) drehbar ausgebildet ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass das erste Schaufelblatt (31) und das zweite Schaufelblatt (32) durch ein Deckband (7) getrennt sind, welches das radial innere Ende (310) des ersten Schaufelblatts (31) und das radial äußere Ende (320) des zweiten Schaufelblatts (32) jeweils zumindest teilweise abdeckt.

2. Eintrittsleitrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Schaufelblatt (31) örtlich fixiert und das zweite Schaufelblatt (32) relativ zu dem ersten Schaufelblatt (31) drehbar ist.
3. Eintrittsleitrad nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Deckband (7) mit dem ersten Schaufelblatt (31) verbunden oder einstückig mit diesem ausgebildet ist.
4. Eintrittsleitrad nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Deckband (7), das erste Schaufelblatt (31) und ein äußeres Deckband (37), mit dem das erste Schaufelblatt (31) in einer äußeren Gehäusestruktur anordbar ist, integral ausgebildet sind.
5. Eintrittsleitrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Schaufelblatt (32) zur Bereitstellung einer Drehbarkeit mit einer äußeren Spindel (35) drehfest verbunden ist, wobei die äußere Spindel (35) in einer Spindeldurchführung (311) des ersten Schaufelblatts (31) geführt ist.
6. Eintrittsleitrad nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachse der äußeren Spindel (35) in radialer Richtung verläuft.
7. Eintrittsleitrad nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsachse der äußeren Spindel (35) geneigt zur radialen Richtung verläuft.
8. Eintrittsleitrad nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die äußere Spindel (35) ein innenseitig aus dem ersten Schaufelblatt (31) vorstehendes Spindelende (351) aufweist, welches im Deckband (7) angeordnet und in diesem gelagert ist.
9. Eintrittsleitrad nach einem der vorangehenden An-

sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Schaufelblatt (32) an seinem radial äußeren Ende (32) mit einer äußeren kreisförmigen Plattform (33) verbunden ist oder eine solche ausbildet, wobei die äußere Plattform (33) im Deckband (7) angeordnet und in diesem gelagert ist.

10. Eintrittsleitrad nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Schaufelblatt (32) an seinem radial inneren Ende mit einer inneren kreisförmigen Plattform (34) und diese mit einer inneren Spindel (36) verbunden ist, wobei die innere Spindel (36) in einem inneren Deckband (38) des Eintrittsleittrads (300) angeordnet und gelagert sind.
11. Eintrittsleitrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Deckband (7) das radial innere Ende (310) des ersten Schaufelblatts (31) und das radial äußere Ende (320) des zweiten Schaufelblatts (32) derart abdeckt, dass zumindest im Bereich der Vorderkanten der Schaufelblätter (31, 32) kein Spalt zwischen dem radial inneren Ende (310) des ersten Schaufelblatts (31) und dem Deckband (7) und kein Spalt zwischen dem radial äußeren Ende (320) des zweiten Schaufelblatts (32) und dem Deckband (7) ausgebildet sind.
12. Eintrittsleitrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Schaufelblatt (32) im Bereich seiner Hinterkante (323) angrenzend an das Deckband (7) einen Rückschnitt (321) derart aufweist, dass es im Bereich seiner Hinterkante (323) einen Spalt zum Deckband (7) ausbildet.
13. Eintrittsleitrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Schaufelblatt (32) im Bereich seiner Hinterkante (323) angrenzend an eine radial innere Strömungskanalbegrenzung (52) einen Rückschnitt (322) derart aufweist, dass es im Bereich seiner Hinterkante (323) einen Spalt zur an radial inneren Strömungskanalbegrenzung (52) ausbildet.
14. Eintrittsleitrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Schaufelblätter (31) und die zweiten Schaufelblätter (32) derart ausgebildet und die zweiten Schaufelblätter (32) im Teillastbereich derart im Hinblick auf den Staffelungswinkel einstellbar sind, dass die zweiten Schaufelblätter (32) eine stärkere Beaufschlagung eines durchströmenden Arbeitsfluids mit Drall bewirken als die ersten Schaufelblätter (31).
15. Eintrittsleitrad nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweiten Schaufelblätter (32) sich in radialer Richtung

über eine Länge erstrecken, die mindestens 50%, insbesondere mindestens 60%, insbesondere mindestens 70% der Gesamtlänge der radialen Erstreckung von ersten und zweiten Schaufelblättern (31, 32) entspricht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

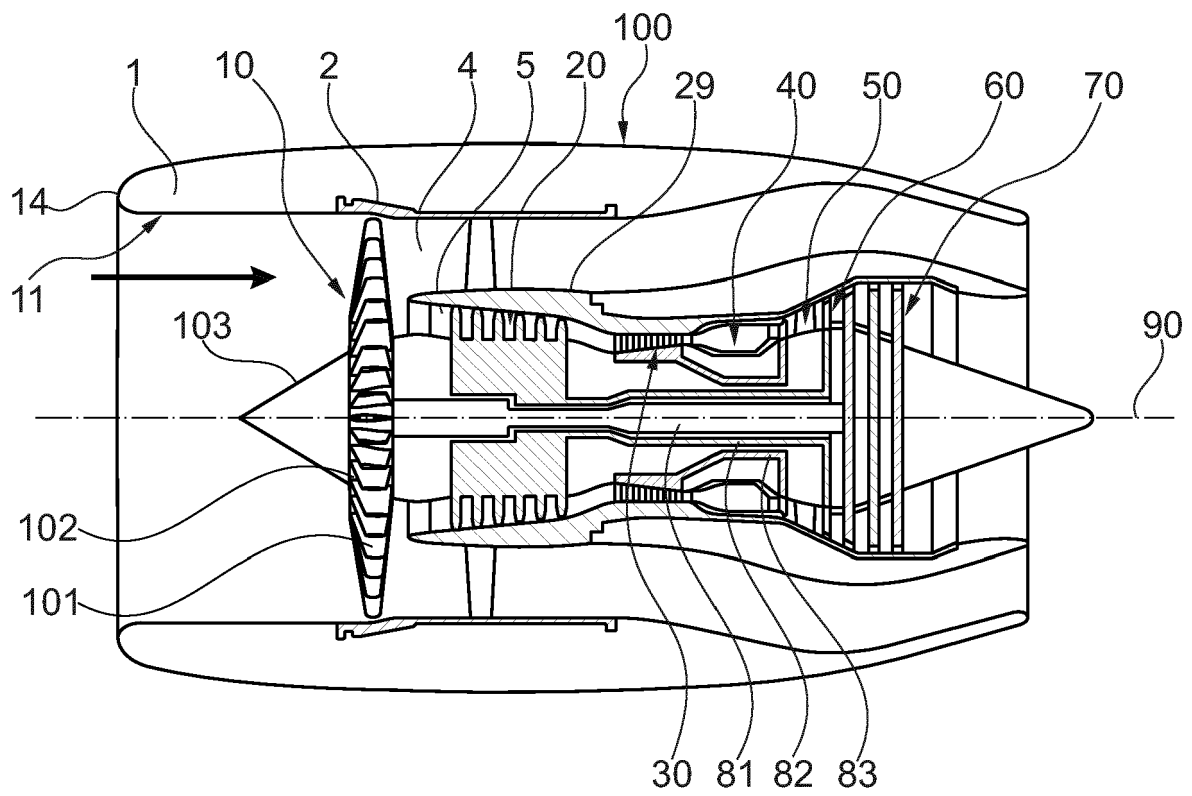


Fig. 1

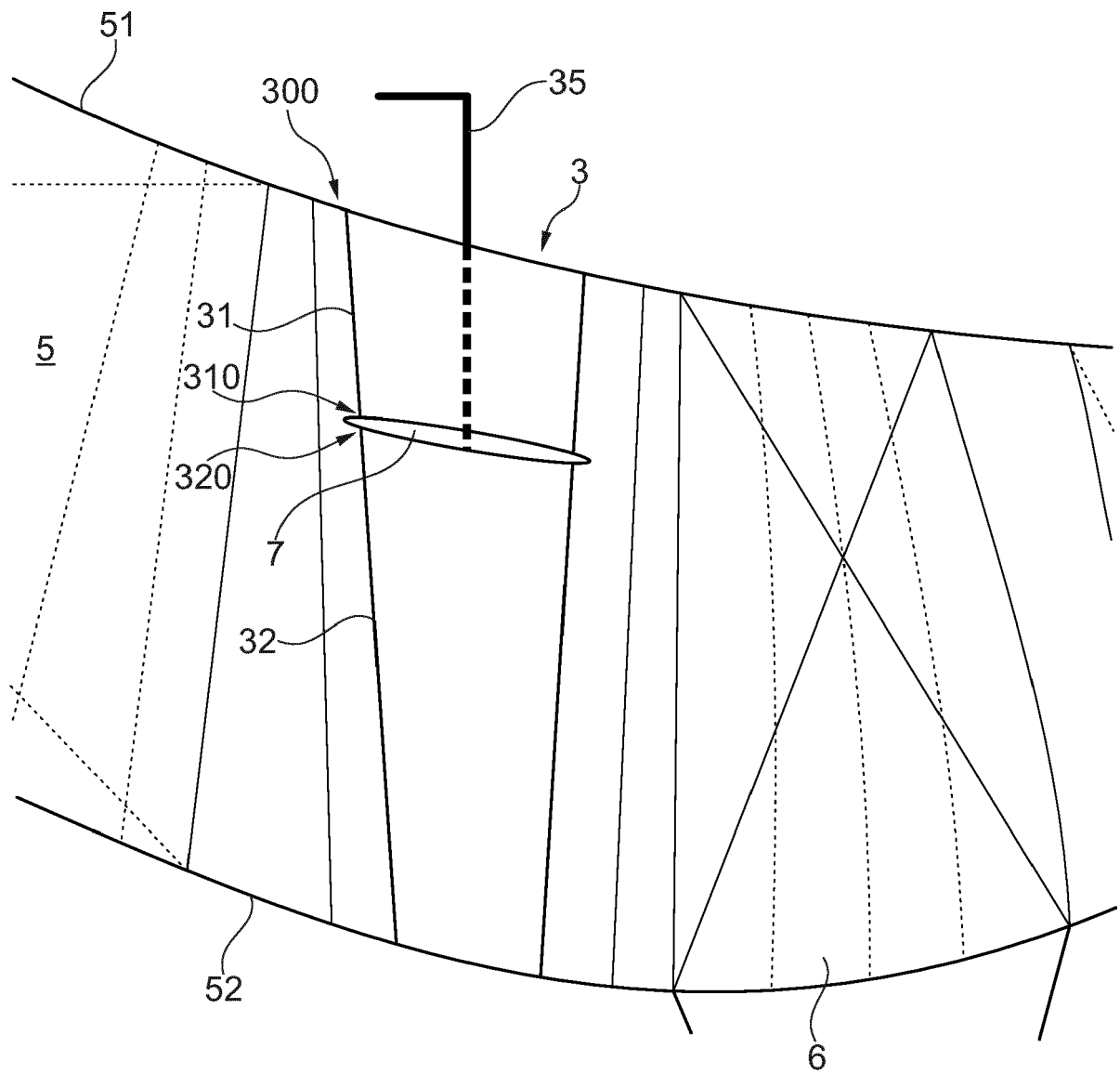


Fig. 2

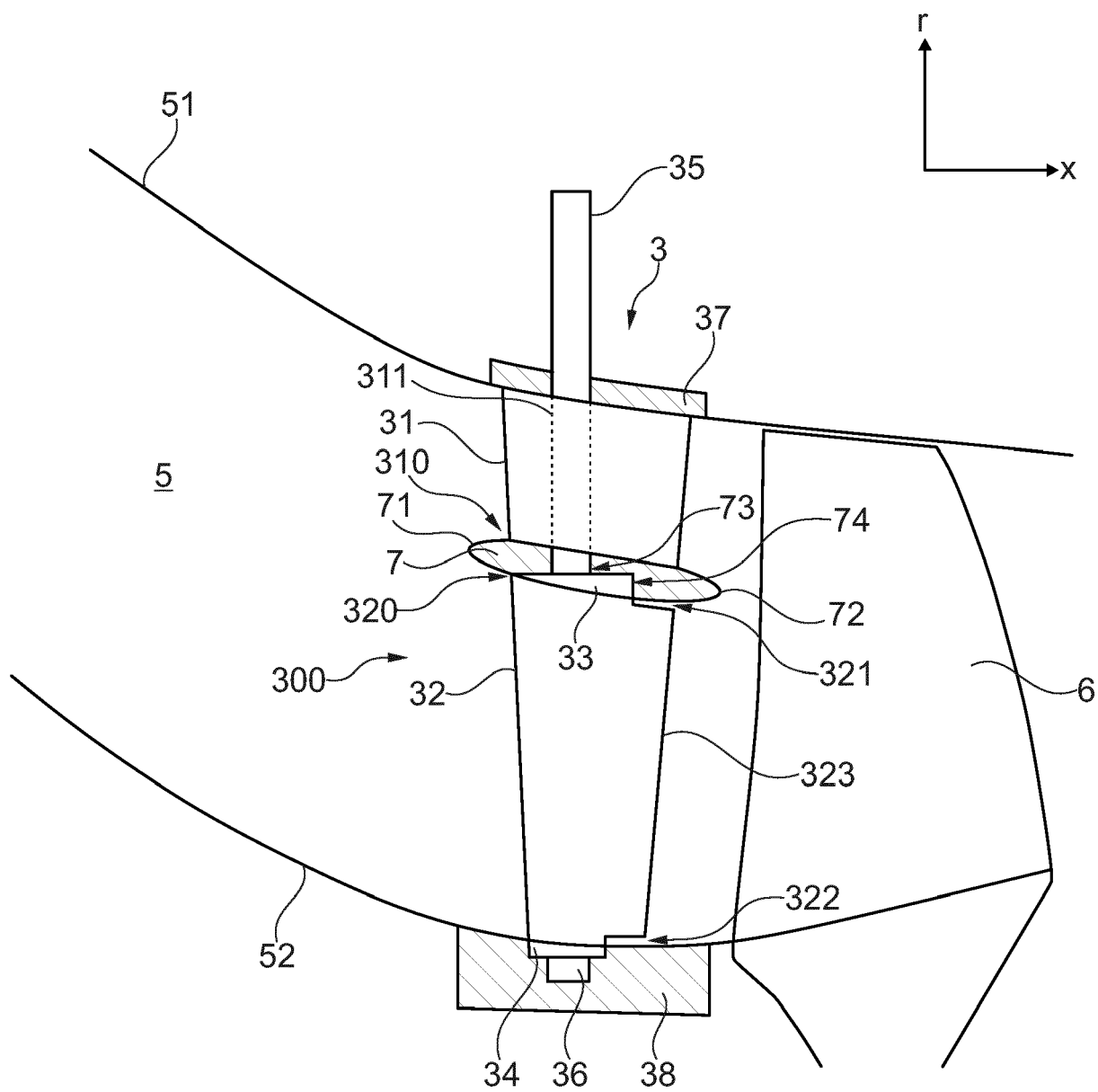


Fig. 3

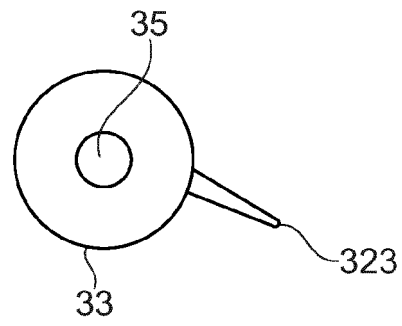


Fig. 4a

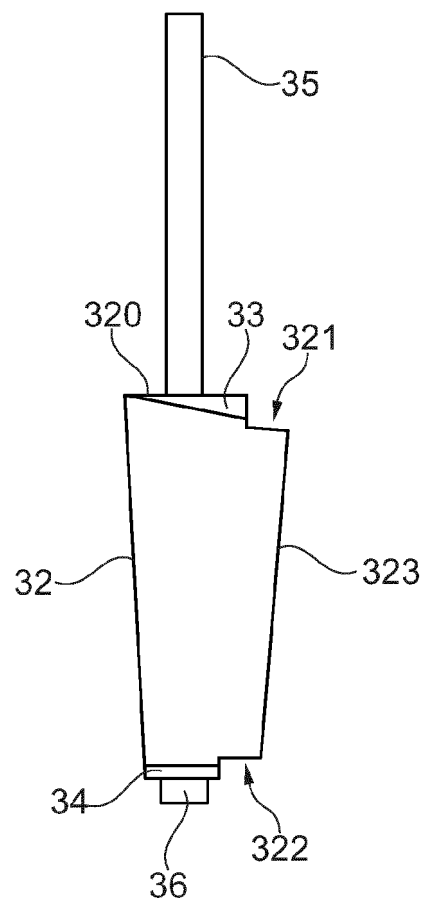


Fig. 4b

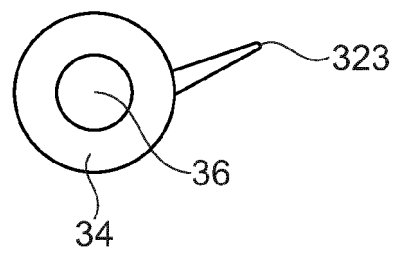


Fig. 4c

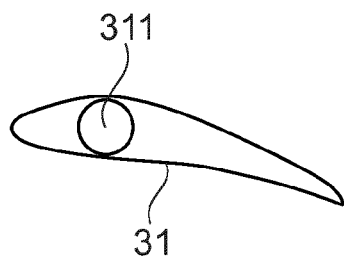


Fig. 5a

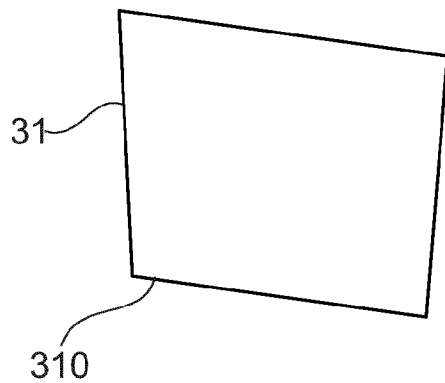


Fig. 5b

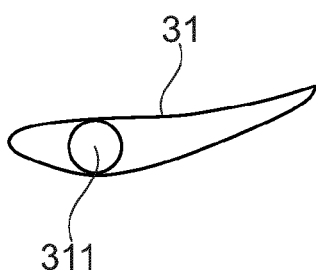


Fig. 5c

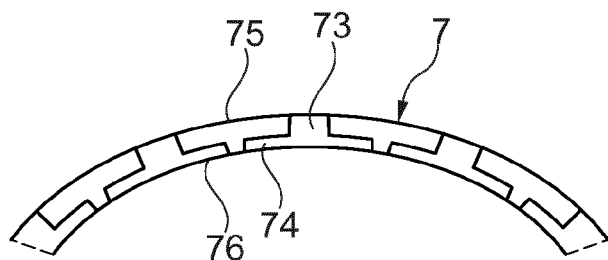


Fig. 6a

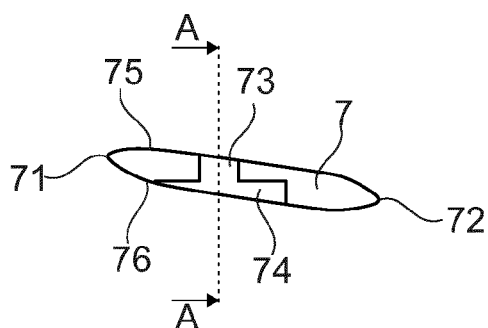


Fig. 6b

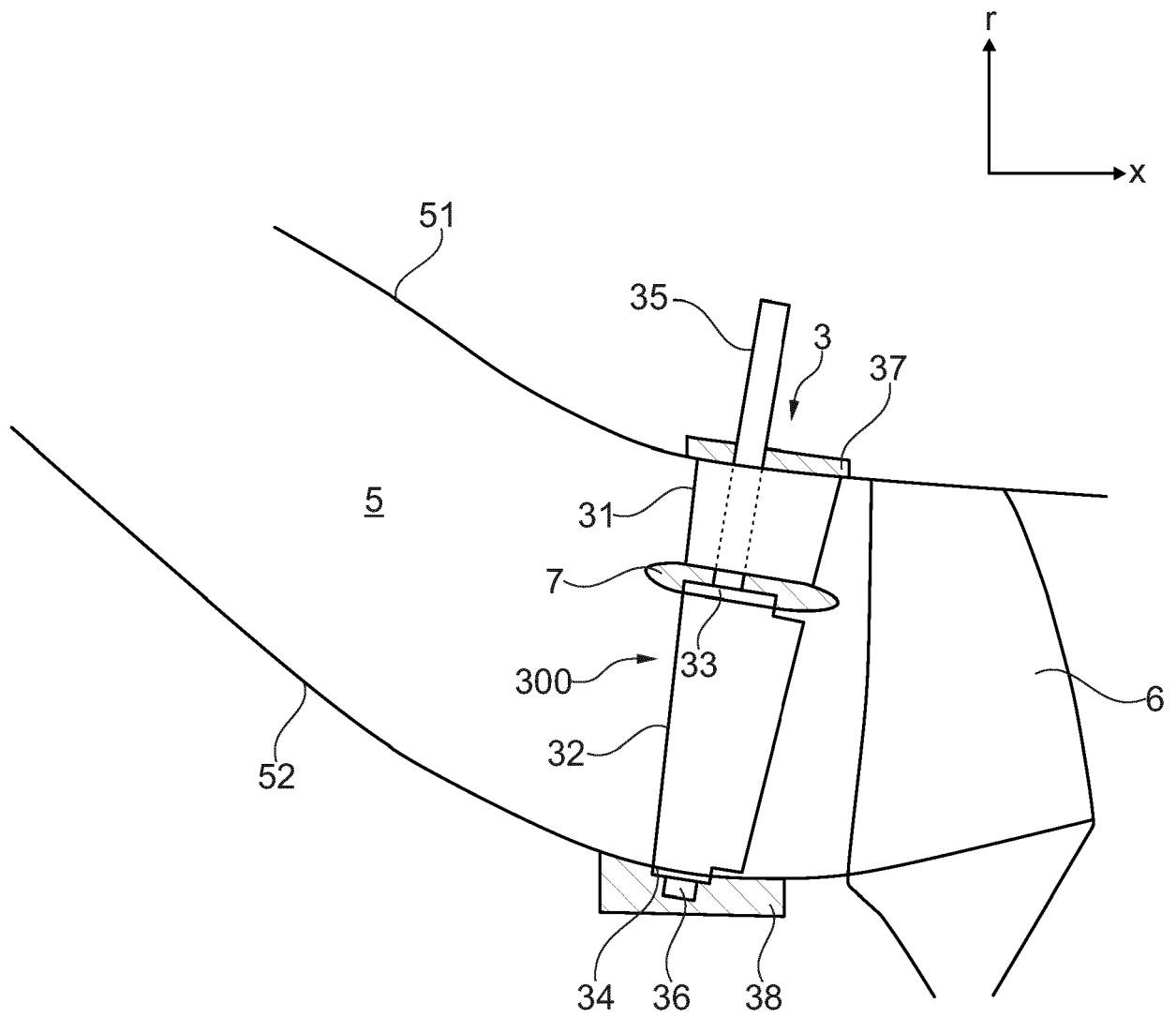


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 20 3272

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	WO 2011/038213 A1 (GEN ELECTRIC [US]; JOHNSON JAMES EDWARD [US]; POWELL BRANDON FLOWERS []) 31. März 2011 (2011-03-31)	1,5,6, 14,15	INV. F01D17/16 F04D29/56
Y	* Absätze [0025], [0026], [0047]; Ansprüche 1-7; Abbildungen *	2-4,7-13	
Y	US 2 689 680 A (CYRIL LOVESEY ALFRED) 21. September 1954 (1954-09-21) * Spalte 5, Zeile 25 - Zeile 37; Abbildungen *	2-4,7,8	
Y	US 2004/109762 A1 (HIDALGO MARIO A [US] ET AL) 10. Juni 2004 (2004-06-10) * Absatz [0016] - Absatz [0023]; Abbildungen *	9-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F01D F04D
X	EP 0 646 721 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 5. April 1995 (1995-04-05) * Spalte 7, Zeile 7 - Zeile 52; Abbildungen *	1,5,6, 14,15	
X	EP 1 895 142 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 5. März 2008 (2008-03-05) * Absatz [0025] - Absatz [0029]; Abbildungen *	1,5,6, 14,15	
A	DE 10 2008 002867 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 11. Dezember 2008 (2008-12-11) * das ganze Dokument *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. März 2018	Prüfer Teissier, Damien
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 17 20 3272

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.

20-03-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011038213 A1	31-03-2011	CA 2775114 A1	31-03-2011
		EP 2480779 A1	01-08-2012
		JP 2013506081 A	21-02-2013
		US 2011167784 A1	14-07-2011
		US 2011167791 A1	14-07-2011
		US 2011171007 A1	14-07-2011
		WO 2011038213 A1	31-03-2011

US 2689680 A	21-09-1954	KEINE	

US 2004109762 A1	10-06-2004	KEINE	

EP 0646721 A1	05-04-1995	DE 69414964 D1	14-01-1999
		DE 69414964 T2	29-07-1999
		EP 0646721 A1	05-04-1995
		JP 2607051 B2	07-05-1997
		JP H07197854 A	01-08-1995
		US 5402638 A	04-04-1995

EP 1895142 A2	05-03-2008	CN 101117926 A	06-02-2008
		EP 1895142 A2	05-03-2008
		JP 4953924 B2	13-06-2012
		JP 2008031986 A	14-02-2008
		RU 2007120203 A	10-12-2008
		US 7758303 B1	20-07-2010

DE 102008002867 A1	11-12-2008	CH 702692 B1	31-08-2011
		CN 101319683 A	10-12-2008
		DE 102008002867 A1	11-12-2008
		JP 2008303877 A	18-12-2008
		US 2010260591 A1	14-10-2010

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 20100260591 A1 [0004]
- EP 2017434 B1 [0005]