

(19)



(11)

EP 2 808 556 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
14.11.2018 Patentblatt 2018/46

(51) Int Cl.:
F04D 29/52 ^(2006.01) **F04D 29/68** ^(2006.01)
F04D 29/54 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14170055.9**

(22) Anmeldetag: **27.05.2014**

(54) **Strukturbaugruppe für eine Strömungsmaschine**

Structure assembly for a turbo machine

Ensemble structurel pour une turbomachine

(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**

(30) Priorität: **31.05.2013 DE 102013210167**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.12.2014 Patentblatt 2014/49

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

(72) Erfinder: **Dr. Gümmer, Volker
85411 Hohenkammer (DE)**

(74) Vertreter: **Maikowski & Ninnemann
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Postfach 15 09 20
10671 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 286 022 EP-A1- 2 639 411
EP-A2- 1 659 293 EP-A2- 2 000 649
DE-A1- 1 964 057 DE-A1- 19 647 605
US-A1- 2012 201 654**

EP 2 808 556 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Strömungsmaschine mit einer Strukturbaugruppe gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Die aerodynamische Belastbarkeit und die Effizienz von Strömungsmaschinen, im Besonderen von Strömungsarbeitsmaschinen wie Bläsern, Verdichtern, Pumpen und Ventilatoren, wird durch das Wachstum und die Ablösung von Grenzschichten im Rotor- und Statorspitzenbereich nahe der Gehäuse- beziehungsweise Nabenwand begrenzt. Dies führt bei Schaufelreihen mit Laufspalt bei höherer Belastung zu hohen Sekundärverlusten und ggf. zum Auftreten von Betriebsinstabilitäten.

[0003] Als Gegenmaßnahme ist es bekannt, sogenannte Casing Treatments einzusetzen. Die einfachste Form von Casing Treatments sind Umfangsnuten mit rechteckigem oder parallelogrammförmigem Querschnitt, wie beispielsweise in EP 0 754 864 A1 offenbart und in der Fig. 1a beispielhaft skizziert ist. Andere Lösungen sehen Reihen von Schlitze oder Öffnungen im Gehäuse vor, wobei die einzelnen Schlitze/Öffnungen im Wesentlichen in Strömungsrichtung orientiert sind und eine schlanke Form mit einer in Umfangsrichtung der Maschine betrachtet geringen Ausdehnung besitzen. Solche Lösungen sind beispielsweise in der DE 101 35 003 C1 offenbart und in der Fig. 1b beispielhaft skizziert.

[0004] Weitere Casing Treatments sind als Ring am gesamten Umfang im Bereich eines Rotors im Gehäuse vorgesehen, wobei oftmals Leitschaufeln zur Reduzierung des Strömungsdralls innerhalb des Casing Treatments vorgesehen sind; so beispielsweise in den Druckschriften EP 0 497 574 A1, US 2005-0226717 A1, US 6 585 479 B2, US 2005-0226717 A1 und DE 103 30 084 A1.

[0005] Existierende Konzepte von Casing Treatments in Form von Schlitzen und/oder Kammern in der Ringkanalwand bieten eine Steigerung der Stabilität der Strömungsarbeitsmaschine. Die wird jedoch aufgrund der ungünstig gewählten Anordnung oder Formgebung nur bei Verlust an Wirkungsgrad erzielt. Bekannte Lösungen nehmen zudem einen großen Bauraum an der Peripherie des Ringkanals der Strömungsarbeitsmaschine ein, sie sind aufgrund ihrer Form (z. B. einfache parallelogrammförmige Umfangsgehäusenuten) nur bedingt wirksam und sie sind stets im Gehäuse im Bereich einer Rotor-schaufelreihe vorgesehen. Casing Treatments nach dem Stand der Technik sind darauf ausgerichtet, dass sie mit Hilfe zumeist spanender Bearbeitung einfach von einer zugänglichen Seite in das Gehäuse eingebracht werden können.

[0006] Aus der DE 10 2008 037 154 A1 ist eine Strömungsarbeitsmaschine bekannt, die im Bereich der Schaufelvorderkante in einer Hauptströmungspfadberandung mindestens einen Sekundärströmungskanal ausbildet, der zwei an der Hauptströmungspfadberandung angeordnete Öffnungen miteinander verbindet. Jeder Sekundärströmungskanal verbindet dabei jeweils eine Entnahmeöffnung mit einer weiter stromauf vorgese-

henen Zufuhröffnung. Durch die Bereitstellung solcher Sekundärströmungskanäle kann in wirkungsvoller Weise eine Grenzschichtbeeinflussung im Schaufelspitzenbereich erfolgen und dadurch eine Steigerung der Stabilität einer Strömungsarbeitsmaschine erreicht werden, ohne dass ein aufwändiges Casing Treatment am gesamten Gehäuseumfang im Bereich eines Rotors erforderlich ist. Jedoch können komplexe Sekundärströmungskanäle im Bereich des Gehäuses oder der Nabe nur durch besondere konstruktive und fertigungstechnische Maßnahmen realisiert werden.

[0007] Die EP 1 659 293 A2 offenbart eine Strukturbaugruppe für eine Strömungsmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Dabei bilden ein Stützbauteil und ein Verbindungsbauteil gemeinsam einen Sekundärströmungskanal aus.

[0008] Aus der EP 1 286 022 A1 offenbart in der Figur 2 einen Sekundärströmungskanal, der in einer äußeren Plattform einer Statoranordnung ausgebildet ist. Dabei ist eine der Enden des Sekundärströmungskanals in der Hauptströmungspfadberandung ausgebildet. Das andere Ende des Sekundärströmungskanals endet beabstandet zur Hauptströmungspfad berandung.

[0009] Die DE 196 47 605 A1 offenbart in der Figur 2 ein Verdichterteil eines Abgasturboladers. Dabei ist ein einem Verdichterrad zugeordneter Bypass vorgesehen, der zwei radiale Nuten und eine diese verbindende Ringkammer aufweist.

[0010] Die EP 2 639 411 A1 betrifft ein Gehäuse für eine Strömungsmaschine mit einem Ringraumkanal, der jedoch explizit Ventileinrichtungen zum Auf- und Zusteuern der Ringraumöffnungen vorsieht.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Strömungsmaschine mit einer Strukturbaugruppe zur Verfügung zu stellen, die in effizienter Weise Sekundärströmungskanäle, auch solche komplexer Form, im Bereich einer Hauptströmungspfadberandung der Strömungsmaschine (d.h. im Bereich des Gehäuses oder der Nabe) bereitstellen kann. Dabei soll eine räumlich kompakte und robuste strukturelle Bauweise bereitgestellt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Strömungsmaschine mit einer Strukturbaugruppe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. Danach ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Strukturbaugruppe durch mindestens zwei miteinander verbundene Bauteile gebildet ist, nämlich mindestens ein Stützbauteil und mindestens ein Verbindungsbauteil, wobei das Stützbauteil zumindest teilweise die Hauptströmungspfadberandung bildet und wobei das Verbindungsbauteil zumindest einen Teilabschnitt des Sekundärströmungskanals bildet oder umgibt. Letzteres bedeutet, dass das Verbindungsbauteil für sich genommen (d.h. nicht zusammen mit weiteren Bauteilen) zumindest einen Teilabschnitt des Sekundärströmungskanals bildet oder umgibt. Mit anderen Worten umgibt das Verbindungsbauteil zumindest einen Teilabschnitt des Se-

kundärströmungskanals derart vollständig, dass alle benetzten Oberflächen des Sekundärströmungskanals in diesem Teilabschnitt ungeteilt dem Verbindungsbauteil zugehören.

Die Erfindung betrachtet somit einen Abschnitt des Hauptströmungspfad einer Strömungsmaschine, im Bereich einer Schaufelreihe mit freiem Ende und Laufspalt, in dem eine Reihe von in Umfangsrichtung verteilten Sekundärströmungskanälen vorgesehen ist. Der Verlauf der Sekundärströmungskanäle kann jeweils räumlich komplex sein. Erfindungsgemäß wird eine Strukturbaugruppe zur konstruktiven Realisierung der genannten Sekundärströmungskanäle bereitgestellt.

Die Erfindung sieht vor, dass jeder Sekundärströmungskanal innerhalb einer Meridianansicht in drei Teilabschnitte unterteilt ist: einen hinteren Teilabschnitt, der mit einer Öffnung in den Hauptströmungspfad mündet, einen vorderen Teilabschnitt, der mit einer Öffnung in den Hauptströmungspfad mündet, und einen mittleren Teilabschnitt, der die beiden anderen Teilabschnitte miteinander verbindet. Weiter kann vorgesehen sein, dass das Verbindungsbauteil mit dem Stützbauteil im Wesentlichen auf dessen dem Hauptströmungspfad abgewandten Seite verbunden ist.

[0011] Ferner weist der mindestens eine Sekundärströmungskanal an den in Strömungsrichtung beabstandeten Enden jeweils eine Öffnung auf, die in der Hauptströmungspfadberandung ausgebildet ist, so dass der Sekundärströmungskanal mittels der beiden Öffnungen mit dem Hauptströmungspfad verbunden ist, wobei in den beiden Öffnungen jeweils - anders als in der EP 2 639 411 A1 - keine Ventileinrichtung zum Auf- und Zu- steuern der beiden Öffnungen angeordnet ist.

[0012] Das Stützbauteil kann in Ausführungsvarianten der Erfindung als Ringgehäuse einer Strömungsmaschine, als Halbschalengehäuse einer Strömungsmaschine, ringartig an der Nabe einer Strömungsmaschine, oder halbringartig an der Nabe einer Strömungsmaschine ausgebildet sein.

[0013] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist der Sekundärströmungskanal als einpfadiger Kanal ausgeführt, mit einer ersten Öffnung, durch die Fluid in den Sekundärströmungskanal einströmt, und mit einer zweiten Öffnung, durch die Fluid den Sekundärströmungskanal verlässt.

[0014] Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass beide in den Hauptströmungspfad mündenden Teilabschnitte des Sekundärströmungskanals direkt im Stützbauteil vorgesehen sind. Dabei ist nur ein mittlerer Abschnitt des Sekundärströmungskanals im Verbindungsbauteil ausgebildet.

[0015] Es kann vorgesehen sein, dass wenigstens einer der in den Hauptströmungspfad mündenden Teilabschnitte des Sekundärströmungskanals mit Hilfe eines spanenden Verfahrens, eines elektro-chemischen Verfahrens oder eines Laserverfahrens direkt in das Stützbauteil eingebracht ist.

[0016] Eine weitere Erfindungsvariante sieht vor, dass

wenigstens einer der in den Hauptströmungspfad mündenden Teilabschnitte eines Sekundärströmungskanals wenigstens teilweise als Zylinder mit elliptischem oder kreisrundem Querschnitt im Stützbauteil ausgeführt ist.

[0017] Zur Ausbildung wenigstens eines Kanalteilabschnitts des Sekundärströmungskanals kann vorgesehen sein, an der dem Hauptströmungspfad abgewandten Seite des Stützbauteils wenigstens einen Stutzen und/oder einen Steg auszubilden. Dabei kann beispielsweise vorgesehen sein, dass wenigstens ein Sekundärströmungskanalteilabschnitt durch einen Steg oder einen Stutzen des Stützbauteils verläuft, wobei weiter vorgesehen sein kann, dass der wenigstens eine Steg oder Stutzen an mindestens einem separaten Adapter ausgebildet ist, wobei der Adapter vom Stützbauteil aufgenommen ist, beispielsweise in dieses eingesetzt ist. Diese Ausführungsvariante ist mit dem Vorteil verbunden, dass ggf. komplexe Strukturen zur Realisierung eines Sekundärströmungskanalteilabschnitts nicht im Stützbauteil selbst ausgebildet werden müssen, sondern in einem oder mehreren entsprechenden Adaptern, die in das Stützbauteil eingesetzt werden, ausgebildet werden können.

[0018] Eine weitere Erfindungsvariante sieht vor, dass das Verbindungsbauteil einen Teilabschnitt des Sekundärströmungskanals umgibt und wenigstens an einen direkt in das Stützbauteil eingebrachten Sekundärströmungskanalteilabschnitt anschließt. Ein Anschluss des Verbindungsbauteils an das Stützbauteil erfolgt beispielsweise durch eine Passung, eine Steckung, eine Klemmung, eine Verschraubung, eine Schweißung oder eine Lötung.

[0019] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung schließt sich das Verbindungsbauteil sowohl an einen ersten direkt in das Stützbauteil eingebrachten Teilabschnitt als auch an einen zweiten direkt in das Stützbauteil eingebrachten Teilabschnitt an, wobei das Verbindungsbauteil einen dritten Teilabschnitt des Sekundärströmungskanals bildet oder umschließt und die Verbindung zwischen den ersten und zweiten Teilabschnitten bildet.

[0020] Es kann vorgesehen sein, dass das Verbindungsbauteil als Ringsektor ausgebildet ist und mindestens zwei Sekundärströmungskanäle beherbergt. Dabei ist das Verbindungsbauteil beispielsweise als Halbring oder als Vollring ausgebildet.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist ein Anschluss des Verbindungsbauteils an das Stützbauteil durch eine Passung, eine Steckung, eine Klemmung, eine Verschraubung, eine Schweißung oder eine Lötung realisiert.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das Verbindungsbauteil nicht einteilig ausgeführt, sondern besteht es aus mehreren Teilbauteilen, die miteinander verbunden sind. Hierdurch kann eine zusätzliche Flexibilität bei der Herstellung und Montage des Verbindungsbauteils bereitgestellt werden.

[0023] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allge-

mein auf Strukturbaugruppen für Strömungsmaschinen wie Turbinen, und im besonderen Strömungsarbeitsmaschinen wie Bläser, Verdichter, Pumpen und Ventilatoren, sowohl in axialer, halbaxialer als auch in radialer Bauart. Das Arbeitsmedium oder Fluid kann gasförmig oder flüssig sein. Die Strömungsmaschine kann eine oder mehrere Stufen mit jeweils einem Rotor und einem Stator umfassen. In Einzelfällen wird die Stufe lediglich durch einen Rotor gebildet.

[0024] Der Rotor einer Strömungsmaschine, in der eine erfindungsgemäße Strukturbaugruppe eingesetzt wird, besteht aus einer Anzahl von Schaufeln, die mit der rotierenden Welle der Strömungsmaschine verbunden sind und im Fall der Strömungsarbeitsmaschine Energie an das Arbeitsmedium abgeben. Der Rotor kann mit oder ohne Deckband am äußeren Schaufelende ausgeführt sein.

[0025] Der Stator einer Strömungsmaschine, in der eine erfindungsgemäße Strukturbaugruppe eingesetzt wird, besteht aus einer Anzahl feststehender Schaufeln, die nabenseitig wie gehäuseseitig mit festem oder freiem Schaufelende ausgeführt sein können.

[0026] Die Rotortrommel und die Beschaukelung sind üblicherweise von einem Gehäuse umgeben. In anderen Fällen, z. B. bei Propellern oder Schiffsschrauben, existiert kein Gehäuse.

[0027] Eine Strömungsmaschine, in der eine erfindungsgemäße Strukturbaugruppe eingesetzt wird, kann auch einen Stator vor dem ersten Rotor, ein sogenanntes Vorleitrad, aufweisen. Mindestens ein Stator oder Vorleitrad kann - abweichend von einer unbeweglichen Fixierung - drehbar gelagert sein, um den Anstellwinkel verändern zu können. Eine Verstellung erfolgt beispielsweise durch eine von außerhalb des Ringkanals zugängliche Spindel.

[0028] In einer Ausgestaltung kann eine Strömungsmaschine, in der eine erfindungsgemäße Strukturbaugruppe eingesetzt wird, mindestens eine Reihe verstellbarer Rotoren aufweisen.

[0029] In einer Ausgestaltung kann eine Strömungsmaschine, in der eine erfindungsgemäße Strukturbaugruppe eingesetzt wird, bei Mehrstufigkeit zwei gegenläufige Wellen besitzen, so dass die Rotorschaukelreihen von Stufe zu Stufe die Drehrichtung wechseln. Hierbei existieren keine Statoren zwischen aufeinanderfolgenden Rotoren.

[0030] In einer Ausgestaltung kann eine Strömungsmaschine, in der eine erfindungsgemäße Strukturbaugruppe eingesetzt wird, eine Nebenstromkonfiguration derart aufweisen, dass sich ein einstromiger Ringkanal hinter einer bestimmten Schaufelreihe in zwei konzentrische Ringkanäle aufteilt, die ihrerseits mindestens jeweils eine weitere Schaufelreihe beherbergen.

[0031] Bei der Strömungsmaschine, in der eine erfindungsgemäße Strukturbaugruppe eingesetzt wird, handelt es sich beispielsweise um ein Strahltriebwerk, insbesondere ein Turbofan-Triebwerk. Die Strukturbaugruppe ist beispielsweise im Bereich eines Verdichters

eines Strahltriebwerks bzw. Turbofan-Triebwerk ausgebildet.

[0032] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1A ein Casing Treatment eines Rotorgehäuses in Form von Ringnuten gemäß dem Stand der Technik in zwei Ansichten;

Fig. 1B ein Casing Treatment eines Rotorgehäuses in Form von Schlitzten gemäß dem Stand der Technik in zwei Ansichten;

Fig. 2A ein Ausführungsbeispiel eines Rotorgehäuses einer Strömungsmaschine mit einem Sekundärströmungskanal in einem Meridianschnitt;

Fig. 2B ein Ausführungsbeispiel eines Rotorgehäuses einer Strömungsmaschine mit einem Sekundärströmungskanal in räumlicher Ansicht;

Fig. 3A ein erstes Ausführungsbeispiel einer Strukturbaugruppe für eine Strömungsmaschine, die einen Sekundärströmungskanal ausbildet;

Fig. 3B ein zweites Ausführungsbeispiel einer Strukturbaugruppe für eine Strömungsmaschine, die einen Sekundärströmungskanal ausbildet; und

Fig. 3C ein Beispiel einer Strukturbaugruppe für eine Strömungsmaschine, die einen Sekundärströmungskanal ausbildet.

[0033] Bei dem in Fig. 3c dargestellten Beispiel einer Strukturbaugruppe für eine Strömungsmaschine handelt es sich nicht um einen Teil der Erfindung, sondern um einen Stand der Technik, der das Verständnis der Erfindung erleichtert.

[0034] Verschiedene Casing Treatments eines Rotorgehäuses gemäß dem Stand der Technik waren eingangs anhand der Figuren 1A und 1B beschrieben worden.

[0035] Die Fig. 2A zeigt eine Anordnung einer Schaufelreihe 3 mit freiem Ende und Laufspalt 5 in der durch die Axialrichtung x und die Radialrichtung r gebildeten Meridianebene. Der Laufspalt 5 trennt die Schaufelspitze von einem zum Hauptströmungspfad gehörenden Bauteil 2 an der Nabe oder dem Gehäuse der Strömungsarbeitsmaschine. Das Bauteil 2 bildet dabei zum Hauptströmungspfad hin eine Hauptströmungspfadberandung 4 aus.

[0036] Zwischen der Schaufelspitze und dem zum Hauptströmungspfad gehörenden Bauteil 2 liegt eine rotierende Relativbewegung vor. Die Darstellung gilt somit

gleichermaßen für folgende Anordnungen: 1.) rotierende Schaufel an stehendem Gehäuse; 2.) ruhende Schaufel an rotierender Nabe; 3.) ruhende Schaufel an rotierendem Gehäuse; und 4.) rotierende Schaufel an stehender Nabe.

[0037] Die Hauptströmungsrichtung im Hauptströmungspfad ist mit einem Pfeil A gekennzeichnet. Stromauf und/oder stromab der Schaufelreihe 3 mit Laufspalt können sich weitere Schaufelreihen befinden. Innerhalb des zum Hauptströmungspfad gehörenden Bauteils 2 ist im Bereich des Laufspaltes 5 eine Reihe von am Umfang verteilten Sekundärströmungskanälen 1 vorgesehen, die an ihren Enden jeweils eine Öffnung ausbilden (Zuführöffnung und Entnahmeöffnung).

[0038] Die Öffnungen der Sekundärströmungskanäle befinden sich an der Hauptströmungspfadberandung 4. Die Fig. 2A zeigt den Umriss beziehungsweise die Projektion eines einzelnen Sekundärströmungskanals 1 in der Meridianebene (x-r). In räumlicher Betrachtung besitzt jeder Kanal 1 einen dreidimensionalen räumlich verwindenen Verlauf, der in der Fig. 2B beispielhaft dargestellt ist.

[0039] Es wird darauf hingewiesen, dass die Querschnittsform der Sekundärströmungskanäle 1 in der Fig. 2B lediglich beispielhaft als rechteckig angegeben ist. Beispielsweise kann der Querschnitt der Sekundärströmungskanäle 1 in anderen Ausführungsvarianten ohne Ecken, insbesondere kreisförmig oder elliptisch ausgebildet sein.

[0040] Die Figur 3A zeigt eine erfindungsgemäße Strukturbaugruppe im Bereich einer Schaufelreihe mit Laufspalt in der Meridianansicht (x-r). Die Hauptströmungsrichtung ist mit einem Pfeil A gekennzeichnet. Die Schaufelreihe ist zu Gunsten einer einfacheren Darstellung nicht mehr gezeigt.

[0041] In der Strukturbaugruppe ist mindestens ein Sekundärströmungskanal 1 ausgebildet, der zwei Öffnungen 111, 112 in der Hauptströmungspfadberandung aufweist und über diese mit dem Hauptströmungspfad verbunden ist. Dabei wird darauf hingewiesen, dass in dem Ausführungsbeispiel der Figur 3A der Sekundärströmungskanal 1 als einpfadiger Pfad ausgeführt ist mit einer Öffnung, durch die Fluid aus dem Hauptströmungskanal in den Sekundärströmungskanal einströmt und einer zweiten Öffnung, durch die Fluid den Sekundärströmungskanal verlässt. Durch welche der Öffnungen 111, 112 Fluid einströmt und durch welche der Öffnungen 111, 112 Fluid ausströmt, hängt dabei von der genauen Positionierung der Öffnungen 111, 112 im Hinblick auf die Schaufeln der Schaufelreihe 3 (vgl. Fig. 2B) ab.

[0042] In alternativen Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass mindestens einer der Sekundärströmungskanäle durch eine Anordnung gebildet ist, bei der sich ein Einzelkanal entlang seines Verlaufes in wenigstens zwei Teilkanäle aufteilt und dadurch eine Art "Hosenkonfiguration" bildet. Für diesen Fall sind eine Einströmöffnung und mehrere Ausströmöffnungen vorgesehen, die zu dem Sekundärströmungskanal gehören. Ge-

mäß einer weiteren alternativen Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass mindestens einer der Sekundärströmungskanäle durch eine Anordnung gebildet ist, bei der wenigstens zwei Kanäle zu einem Kanal zusammengeführt werden, wobei dann mehrere Einströmöffnungen und eine Ausströmöffnung zu dem Sekundärströmungskanal gehören.

[0043] Gemäß der Figur 3A ist der Sekundärströmungskanal 1 durch zwei miteinander verbundene Bauteile realisiert, ein Stützbauteil 21 und ein Verbindungsbauteil 22. Das Stützbauteil 21 kann zum außen liegenden Gehäuse oder zur innen liegenden Nabe der Strömungsmaschine gehören und bildet mit einem Teil seiner Flächen die Hauptströmungspfadberandung. Im dargestellten Ausführungsbeispiel stellt das Stützbauteil 21 einen Teil des außen liegenden Gehäuses der Strömungsmaschine dar. Grundsätzlich kann das Stützbauteil 21 insbesondere Bestandteil der Strömungsmaschinenkonstruktion in folgenden Bereichen sein:

- Bestandteil eines ein- oder mehrschaligen Gehäuses von Schaufelreihen oder Stufen mit fester Schaufelgeometrie;
- Bestandteil eines ein- oder mehrschaligen Gehäuses von Schaufelreihen oder Stufen mit verstellbarer Schaufelgeometrie;
- Bestandteil von Rotortrommeln, Rotorscheiben oder Blisk-Modulen;
- Bestandteil von Innendeckbandbaugruppen im Nabenbereich von Leitradschauflern.

[0044] Im Ausführungsbeispiel der Figur 3A ist das Stützbauteil als Ringgehäuse einer Strömungsmaschine oder als Halbschalengehäuse einer Strömungsmaschine ausgebildet. Bei einer entsprechenden Anordnung im Nabenbereich ist es beispielsweise ringartig an der Nabe einer Strömungsmaschine oder halbringartig an der Nabe einer Strömungsmaschine ausgebildet.

[0045] Das Stützbauteil 21 der Figur 3A bildet an der dem Hauptströmungspfad abgewandten Seite einen Stutzen 211 und in Strömungsrichtung dazu beabstandet einen Steg 212 aus, in denen jeweils Teilbereiche 12, 13 des Sekundärströmungskanals 1 ausgebildet sind und die angrenzend an den Hauptströmungspfad jeweils eine der Öffnungen 111, 112 des Sekundärströmungskanals 1 ausbilden.

[0046] Das Verbindungsbauteil 22 verbindet die beiden Bereiche 211, 212 des Stützbauteils, so dass der Sekundärströmungskanal 1 im dargestellten Ausführungsbeispiel drei Teilabschnitte umfasst, einen hinteren Teilabschnitt 13, der im Steg 212 des Stützbauteils 21 ausgebildet ist, einen mittleren Teilabschnitt 11, der im Verbindungsbauteil 22 ausgebildet ist und einen vorderen Teilabschnitt 12, der im Stutzen 211 des Stützbauteils 21 ausgebildet ist, wobei der hintere und der vordere Teilabschnitt 13, 12 jeweils in einer Öffnung 112, 111 zum Hauptströmungspfad münden.

[0047] Dabei ist vorgesehen, dass das Verbindungs-

bauteil 22, das den mittleren Teilabschnitt 11 des Sekundärströmungskanals 1 bildet, durch einen Schlauch oder durch eine Rohrleitung gebildet ist, die an ihren Enden an einer entsprechenden Fläche des Stützens 212 bzw. des Stegs 211 des Stützbauteils verbunden ist, beispielsweise mittels einer nicht dargestellten Flanschverbindung. Allgemein kann vorgesehen sein, dass der Anschluss des Verbindungsbauteils 22 an das Stützbauteil 21 durch eine Passung, eine Steckung, eine Klemmung, eine Verschraubung, eine Schweißung oder eine Lötung realisiert wird.

[0048] Die Figur 3A zeigt somit ein Ausführungsbeispiel, bei der eine Strukturbaugruppe ein Stützbauteil 21 und ein Verbindungsbauteil 22 umfasst, wobei die Öffnungen des Sekundärströmungskanals 1 im Stützbauteil 11 ausgebildet sind und das Verbindungsbauteil 22 einen mittleren Teilabschnitt des Sekundärströmungskanals 1 ausbildet bzw. umgibt. Das Verbindungsbauteil 22 ist dabei als Leitung frei im Raum angeordnet.

Die Figur 3B zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Strukturbaugruppe im Bereich einer Schaufelreihe mit Laufspalt in der Meridianansicht (x-r), das sich dadurch vom Ausführungsbeispiel der Figur 3A unterscheidet, dass ein Verbindungsbauteil 23 nicht als frei im Raum angeordnete Leitung ausgebildet ist, sondern stattdessen als Ringsektor. Dabei ist das Verbindungsbauteil 23 beispielsweise als Halbring oder als ganzer Vollring ausgebildet. Das Verbindungsbauteil 23 stellt somit eine Art Gehäuseschale dar, in der ein oder mehrere Kanäle 11 ausgebildet sind, die jeweils einen mittleren Teilabschnitt eines Sekundärströmungskanals 1 bilden.

Dabei kann vorgesehen sein, dass aufgrund der möglichen Komplexität der Sekundärströmungskanäle 1 das Verbindungsbauteil 23 mit Hilfe eines Gieß-, Sinter- oder Print-Fertigungsverfahrens hergestellt ist.

Die Figur 3C zeigt ein Beispiel einer Strukturbaugruppe im Bereich einer Schaufelreihe mit Laufspalt in der Meridianansicht (x-r), bei der der Sekundärströmungskanal 1 vollständig im Verbindungsbauteil 24 ausgebildet ist. Das Verbindungsbauteil 24 umfasst somit Bereiche 241, 242, die an den Hauptströmungspfad grenzen und einen Teilabschnitt der Hauptströmungspfadberandung bilden. In den Abschnitten 241, 242 ist dabei jeweils eine der Öffnungen 111, 112 des Sekundärströmungskanals 1 ausgebildet.

[0049] Das Verbindungsbauteil 24 ist in entsprechende Öffnungen 213, 214 des Stützbauteils 21 eingesetzt. Zwischen den Bereichen 241, 242 des Verbindungsbauteils 24, die die jeweiligen Öffnungen 111, 112 ausbilden, verläuft dabei ein Teilbereich 215 des Stützbauteils 21. In weiteren Ausgestaltungen der Erfindung können die konstruktiven Lösungen, die im Hinblick auf die Figuren 3A, 3B, 3C beschrieben sind, miteinander kombiniert werden. Beispielsweise sieht eine weitere Variante vor, dass das Verbindungsbauteil 24 der Figur 3C aus drei Teilbereichen besteht, mit anderen Worten das Verbindungsbauteil 24 durch drei Verbindungsteilbauteile gebildet ist, wobei das mittlere Teilbauteil entsprechend der

Figur 3A beispielsweise als flexibler Schlauch ausgebildet ist, während die beiden anderen Teilbauteile, die im Stützbauteil 21 gelagert sind, strukturelle Kräfte aufnehmen können.

[0050] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausgestaltung nicht auf die vorstehend dargestellten Ausführungsbeispiele, die lediglich beispielhaft zu verstehen sind. Beispielsweise können Form und Ausgestaltung der Sekundärströmungskanäle sowie der diese bereitstellenden Bauteile (Stützbauteil und Verbindungsbauteil) in anderer Weise als dargestellt realisiert sein.

Patentansprüche

1. Strömungsmaschine mit einer Strukturbaugruppe, die aufweist:

- eine Hauptströmungspfadberandung (4), die einen Hauptströmungspfad einer Strömungsmaschine berandet, wobei in dem Hauptströmungspfad mindestens eine Reihe von Schaufeln (3) mit jeweils einem Schaufelende angeordnet ist, wobei ein Spalt (5) zwischen den Schaufelenden der mindestens einen Reihe von Schaufeln (3) und der Hauptströmungspfadberandung (4) besteht, und wobei die Schaufeln (3) einer Schaufelreihe und die Hauptströmungspfadberandung (4) eine rotierende Relativbewegung zueinander ausführen; und
- mindestens einen Sekundärströmungskanal (1), der an in Strömungsrichtung beabstandeten Enden jeweils eine Öffnung (111, 112) aufweist, die in der Hauptströmungspfadberandung (4) ausgebildet ist, so dass der Sekundärströmungskanal (1) mittels der beiden Öffnungen (111, 112) mit dem Hauptströmungspfad verbunden ist, wobei in den beiden Öffnungen (111, 112) jeweils keine Ventileinrichtung zum Auf- und Zusteuern der beiden Öffnungen (111, 112) angeordnet ist,
- wobei die Strukturbaugruppe mindestens zwei miteinander verbundene Bauteile aufweist, mindestens ein Stützbauteil (21) und mindestens ein Verbindungsbauteil (22, 23), wobei das Stützbauteil (21) zumindest teilweise die Hauptströmungspfadberandung (4) bildet, wobei das Verbindungsbauteil (22, 23) für sich genommen zumindest einen Teilabschnitt (11, 12, 13) des Sekundärströmungskanals (1) bildet oder umgibt,

dadurch gekennzeichnet,

dass jeder Sekundärströmungskanal (1) innerhalb einer Meridianansicht (x-r) in drei Teilabschnitte unterteilt ist, nämlich einen hinteren Teilabschnitt (13), der mit einer Öffnung (112) in den Hauptströmungspfad mündet, einen vorderen Teilabschnitt (12), der

mit einer Öffnung (111) in den Hauptströmungspfad mündet, und einen mittleren Teilabschnitt (11), der die beiden anderen Teilabschnitte (12, 13) miteinander verbindet, wobei beide in den Hauptströmungspfad mündenden Teilabschnitte (12, 13) des Sekundärströmungskanals (1) direkt im Stützbauteil (21) vorgesehen sind.

2. Strömungsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stützbauteil (21) als Ringgehäuse einer Strömungsmaschine, als Halbschalengehäuse einer Strömungsmaschine, ringartig an der Nabe einer Strömungsmaschine, oder halbringartig an der Nabe einer Strömungsmaschine ausgebildet ist.
3. Strömungsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Sekundärströmungskanal (1) durch eine Anordnung gebildet wird, bei der sich ein Einzelkanal entlang seines Verlaufes in wenigstens zwei Kanäle aufteilt und eine Art "Hosenkonfiguration" bildet, wobei eine Einströmöffnung und mehrere Ausströmöffnungen zu einem Sekundärströmungskanal (1) gehören, oder bei der wenigstens zwei Kanäle zu einem zusammengeführt werden, wobei mehrere Einströmöffnungen und eine Ausströmöffnung zu einem Sekundärströmungskanal (1) gehören.
4. Strömungsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens einer der in den Hauptströmungspfad mündenden Teilabschnitte (12, 13) eines Sekundärströmungskanals (1) wenigstens teilweise als Zylinder mit elliptischem oder kreisrundem Querschnitt im Stützbauteil (21) ausgeführt ist.
5. Strömungsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der hauptströmungspfadabgewandten Seite des Stützbauteils (21) örtlich am Umfang wenigstens ein Stutzen (212) zur Ausbildung bzw. Durchführung wenigstens einer der Sekundärströmungskanalteilabschnitte (12, 13) vorgesehen ist, und/oder dass an der hauptströmungspfadabgewandten Seite des Stützbauteils (21) wenigstens ein, wenigstens entlang eines Teils des Umfangs durchgehend verlaufender Steg (211) zur Ausbildung bzw. Durchführung wenigstens einer der Sekundärströmungskanalteilabschnitte (12, 13) vorgesehen ist.
6. Strömungsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungsbauteil (22, 23) sich sowohl an einen ersten direkt in das Stützbauteil (21) eingebrachten Teilabschnitt (12) als auch an einen zweiten direkt in das Stützbauteil (21) eingebrachten Teilab-

schnitt (13) anschließt, wobei das Verbindungsbauteil (22, 23) einen dritten Teilabschnitt (11) des Sekundärströmungskanals (1) bildet oder umschließt und die Verbindung zwischen den ersten und zweiten Teilabschnitten (12, 13) bildet.

7. Strömungsmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungsbauteil (22, 23) nur einen Sekundärströmungskanal (1) beherbergt und wenigstens teilweise als eine Leitung, insbesondere als Rohrleitung oder Schlauch frei im Raum außerhalb des Stützbauteils (21) angeordnet ist.
8. Strömungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungsbauteil (22, 23) als Ringsektor ausgebildet ist und mindestens zwei Sekundärströmungskanäle (1) beherbergt.

Claims

1. Fluid-flow machine having a structural assembly provided with:
 - a main flow path boundary (4) confining a main flow path of a fluid-flow machine, wherein at least one row of blades (3) each with one blade end is arranged in the main flow path, wherein a gap (5) exists between the blade ends of the at least one row of blades (3) and the main flow path boundary (4), and wherein there is a rotating relative movement between the blades (3) of a blade row and the main flow path boundary (4), and
 - at least one secondary flow duct (1) having, at each of its ends spaced apart in the flow direction, one opening (111, 112) which is provided in the main flow path boundary (4) such that the secondary flow duct (1) is connected to the main flow path via the two openings (111, 112), wherein no valve arrangement for opening and closing the two openings (111, 112) is provided in each of the two openings (111, 112),
 - wherein the structural assembly has at least two components connected to one another, at least one supporting component (21) and at least one connecting component (22, 23), wherein the supporting component (21) at least partially forms the main flow path boundary (4), wherein the connecting component (22, 23) itself forms or surrounds at least one part-section (11, 12, 13) of the secondary flow duct (1),

characterized in that

each secondary flow duct (1) within a meridional view (x-r) is split into three part-sections, i.e. a rear part-

section (13) discharging with one opening (112) into the main flow path, a front part-section (12) discharging with one opening (111) into the main flow path, and a central part-section (11) connecting the two other part-sections (12, 13) to one another, wherein both part-sections (12, 13) of the secondary flow duct (1), that discharge into the main flow path, are provided directly inside the supporting component (21).

2. Fluid-flow machine in accordance with one of the preceding Claims, **characterized in that** the supporting component (21) is designed as an annular casing of a fluid-flow machine, as a half-shell casing of a fluid-flow machine, in annular form on the hub of a fluid-flow machine, or in semi-annular form on the hub of a fluid-flow machine.

3. Fluid-flow machine in accordance with one of the preceding Claims, **characterized in that** at least one secondary flow duct (1) is formed by an arrangement in which a single duct splits along its course into at least two ducts and thereby forms a type of "pants-configuration", wherein an inflow opening and several outflow openings are associated with a secondary flow duct (1), or wherein at least two ducts converge into one duct, with several inflow openings and one outflow opening being associated with a secondary flow duct (1).

4. Fluid-flow machine in accordance with one of the preceding Claims, **characterized in that** at least one of the part-sections (12, 13) of a secondary flow duct (1) discharging into the main flow path is designed at least partially as a cylinder with elliptical or circular cross-section inside the supporting component (21).

5. Fluid-flow machine in accordance with one of the preceding Claims, **characterized in that** locally on the circumference at least one connector (212) is formed on that side of the supporting component (21) facing away from the main flow path for the provision or passage of at least one of the secondary flow duct part-sections (12, 13) and/or at least one web (211) extending continuously along at least part of the circumference is formed on that side of the supporting component (21) facing away from the main flow path for the provision or passage of at least one of the secondary flow duct part-sections (12, 13).

6. Fluid-flow machine in accordance with one of the preceding Claims, **characterized in that** the connecting component (22, 23) adjoins both a first part-section (12) directly provided in the supporting component (21) and a second part-section (13) directly provided in the supporting component (21), wherein the connecting component (22, 23) forms or surrounds a third part-section (11) of the secondary flow duct (1) and forms the connection between the first

and second part-sections (12, 13).

7. Fluid-flow machine in accordance with one of the preceding Claims, **characterized in that** the connecting component (22, 23) houses only one secondary flow duct (1) and is arranged at least partially as a pipe, in particular a tube or a hose freely in the space outside the supporting component (21).

8. Fluid-flow machine in accordance with one of the Claims 1 to 6, **characterized in that** the connecting component (22, 23) is designed as a ring sector and houses at least two secondary flow ducts (1).

Revendications

1. Machine à écoulement avec un sous-ensemble structural qui présente:

- une bordure de la voie d'écoulement principale (4) qui borde une voie d'écoulement principale d'une machine à écoulement, sachant qu'au moins une rangée d'aubes (3) avec chacune une extrémité d'aube est disposée dans la voie d'écoulement principale, sachant qu'il existe un interstice (5) entre les extrémités des aubes de ladite au moins une rangée d'aubes (3) et la bordure de la voie d'écoulement principale (4) et sachant que les aubes (3) d'une rangée d'aubes et la bordure de la voie d'écoulement principale (4) exécutent un mouvement relatif de rotation les unes par rapport à l'autre, et

- au moins un canal de flux secondaire (1) qui présente sur chacune des extrémités espacées dans le sens d'écoulement une ouverture (111, 112) qui est formée dans la bordure de la voie d'écoulement principale (4) de telle façon que le canal de flux secondaire (1) est relié à la voie d'écoulement principale au moyen des deux ouvertures (111, 112), sachant qu'aucun dispositif de soupape pour commander l'ouverture et la fermeture des deux ouvertures (111, 112) n'est disposé dans chacune des deux ouvertures (111, 112),

- sachant que le sous-ensemble structural présente au moins deux composants reliés entre eux, au moins un composant d'appui (21) et au moins un composant de liaison (22, 23), sachant que le composant d'appui (21) forme au moins partiellement la bordure de la voie d'écoulement principale (4), sachant que le composant de liaison (22, 23) forme à lui seul ou entoure au moins une section partielle (11, 12, 13) du canal de flux secondaire (1),

caractérisée en ce que

chaque canal de flux secondaire (1) à l'intérieur

d'une vue méridienne (x-r) est divisé en trois sections partielles, à savoir une section partielle arrière (13) qui débouche, par une ouverture (112) dans la voie d'écoulement principale, une section partielle avant (12) qui débouche, par une ouverture (111) dans la voie d'écoulement principale et une section partielle centrale (11) qui relie ensemble les deux autres sections partielles (12, 13), sachant que les deux sections partielles (12, 13) du canal de flux secondaire (1), débouchant dans la voie d'écoulement principale sont prévues directement dans le composant d'appui (21).

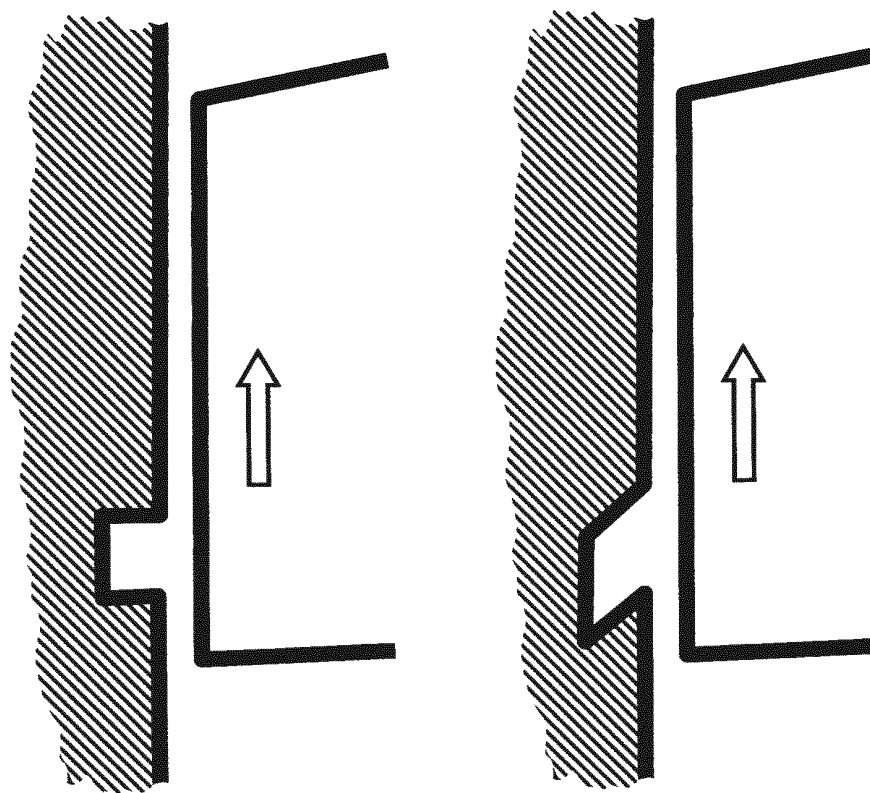
2. Machine à écoulement selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le composant d'appui (21) est conçu sous forme de carter annulaire d'une machine à écoulement, sous forme de carter à demi-coque d'une machine à écoulement, sous forme annulaire sur le moyeu d'une machine à écoulement ou semi-annulaire sur le moyeu d'une machine à écoulement.
3. Machine à écoulement selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins un canal de flux secondaire (1) est formé par une disposition dans laquelle un canal unique se divise le long de son tracé en au moins deux canaux et forme une sorte de « configuration en Y », sachant qu'une ouverture d'entrée et plusieurs ouvertures de sortie appartiennent à un canal de flux secondaire (1) ou dans laquelle au moins deux canaux sont regroupés en un, sachant que plusieurs ouvertures d'entrée et une ouverture de sortie appartiennent à un canal de flux secondaire (1).
4. Machine à écoulement selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins une des sections partielles (12, 13) d'un canal de flux secondaire (1), débouchant dans la voie d'écoulement principale est conçue au moins partiellement sous forme de cylindre avec une section elliptique ou circulaire dans le composant d'appui (21).
5. Machine à écoulement selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** sur le côté opposé à la voie d'écoulement principale du composant d'appui (21) est prévue au moins une tubulure (212) localement sur la circonférence, pour former ou faire passer au moins une des sections partielles du canal de flux secondaire (12, 13) et/ ou qu'est prévue sur le côté opposé à la voie d'écoulement principale du composant d'appui (21) au moins une nervure (211) s'étendant en continu au moins le long d'une partie de la circonférence, pour former ou faire passer au moins une des sections partielles du canal de flux secondaire (12, 13).
6. Machine à écoulement selon une des revendications

précédentes, **caractérisée en ce que** le composant de liaison (22, 23) jouxte aussi bien une première section partielle (12) logée directement dans le composant d'appui (21) qu'une seconde section partielle (13) logée directement dans le composant d'appui (21), sachant que le composant de liaison (22, 23) forme ou entoure une troisième section partielle (11) du canal de flux secondaire (1) et forme la liaison entre les premières et secondes sections partielles (12, 13).

7. Machine à écoulement selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le composant de liaison (22, 23) abrite seulement un canal de flux secondaire (1) et est disposé au moins partiellement sous forme de conduite, notamment sous forme de tube ou de tuyau librement dans l'espace hors du composant d'appui (21).
8. Machine à écoulement selon une des revendications n° 1 à n° 6, **caractérisée en ce que** le composant de liaison (22, 23) est conçu sous forme de secteur d'anneau et abrite au moins deux canaux de flux secondaire (1).

FIG 1A

Meridianansicht



Abgewinkelte Ringkanalwandansicht

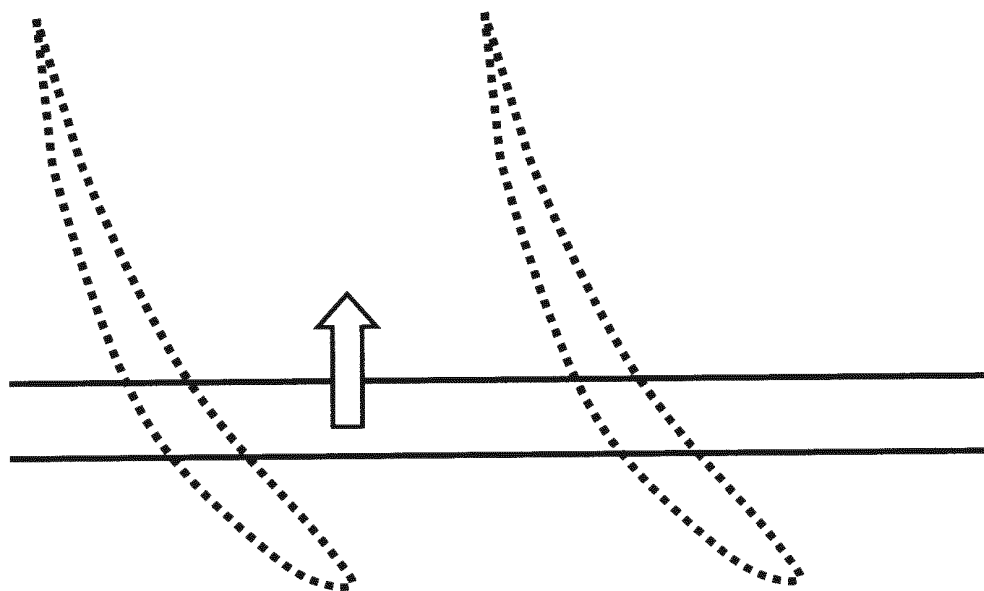
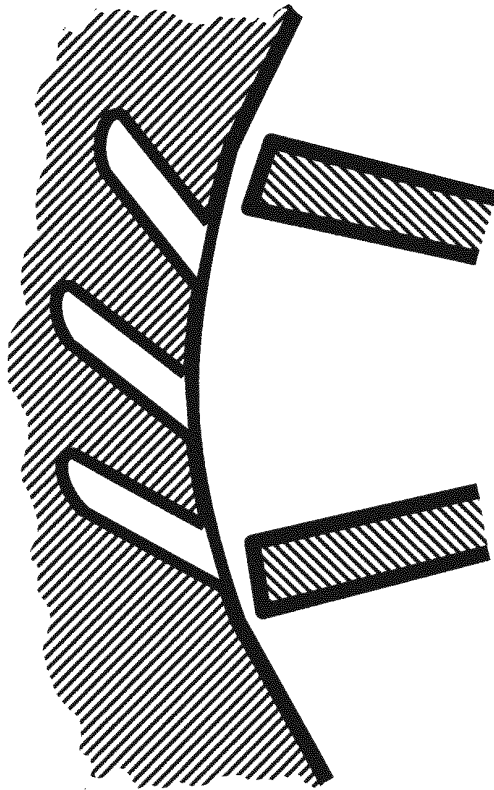


FIG 1B

Axiale Ansicht



Abgewinkelte Ringkanalwandansicht

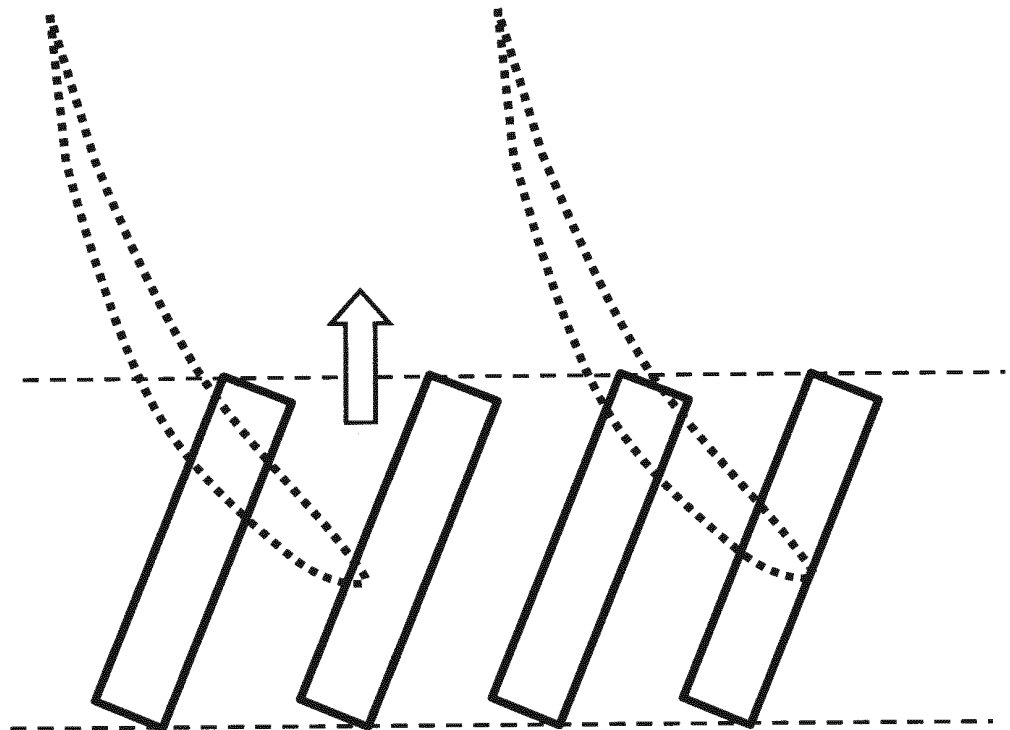


FIG 2A

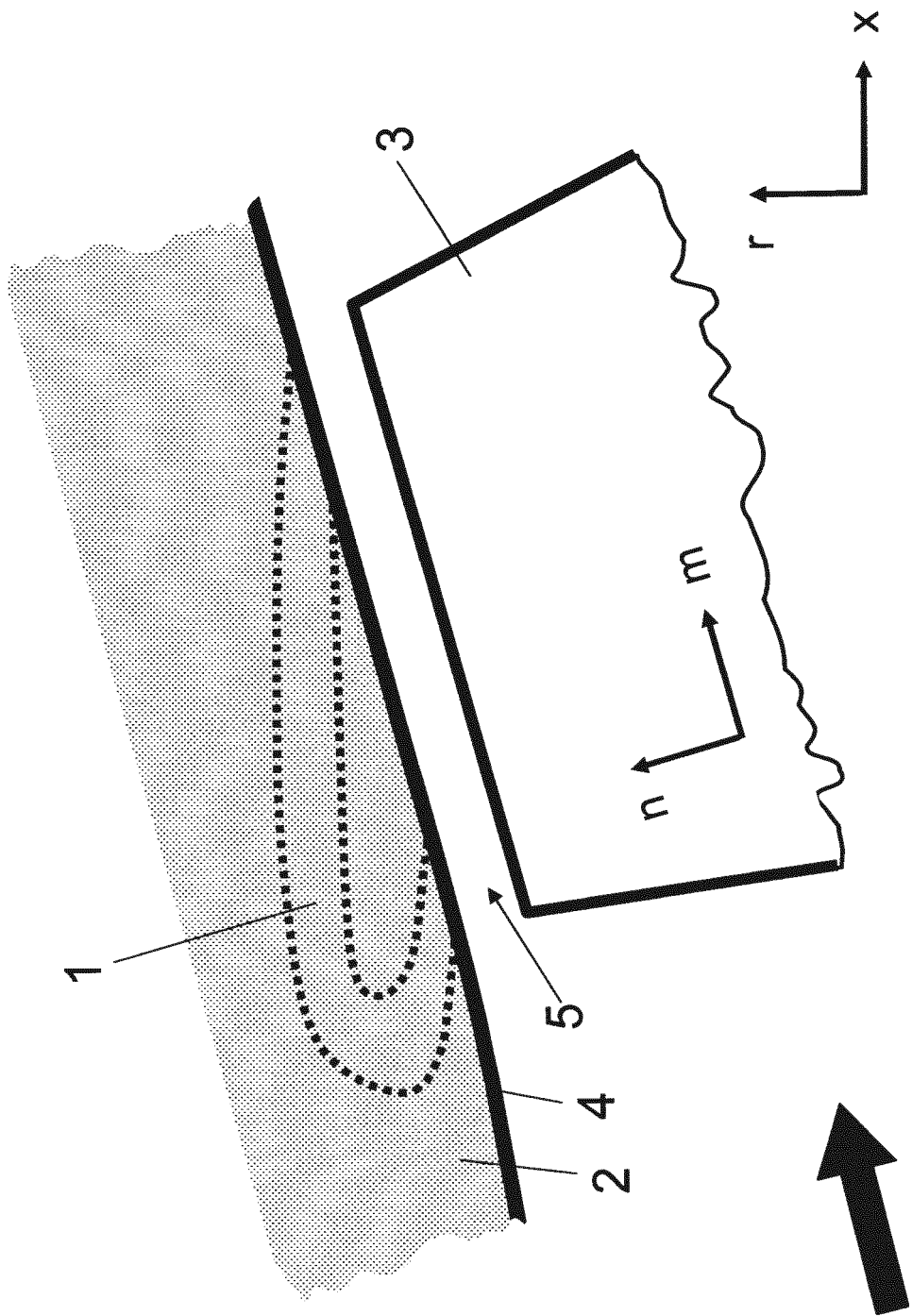
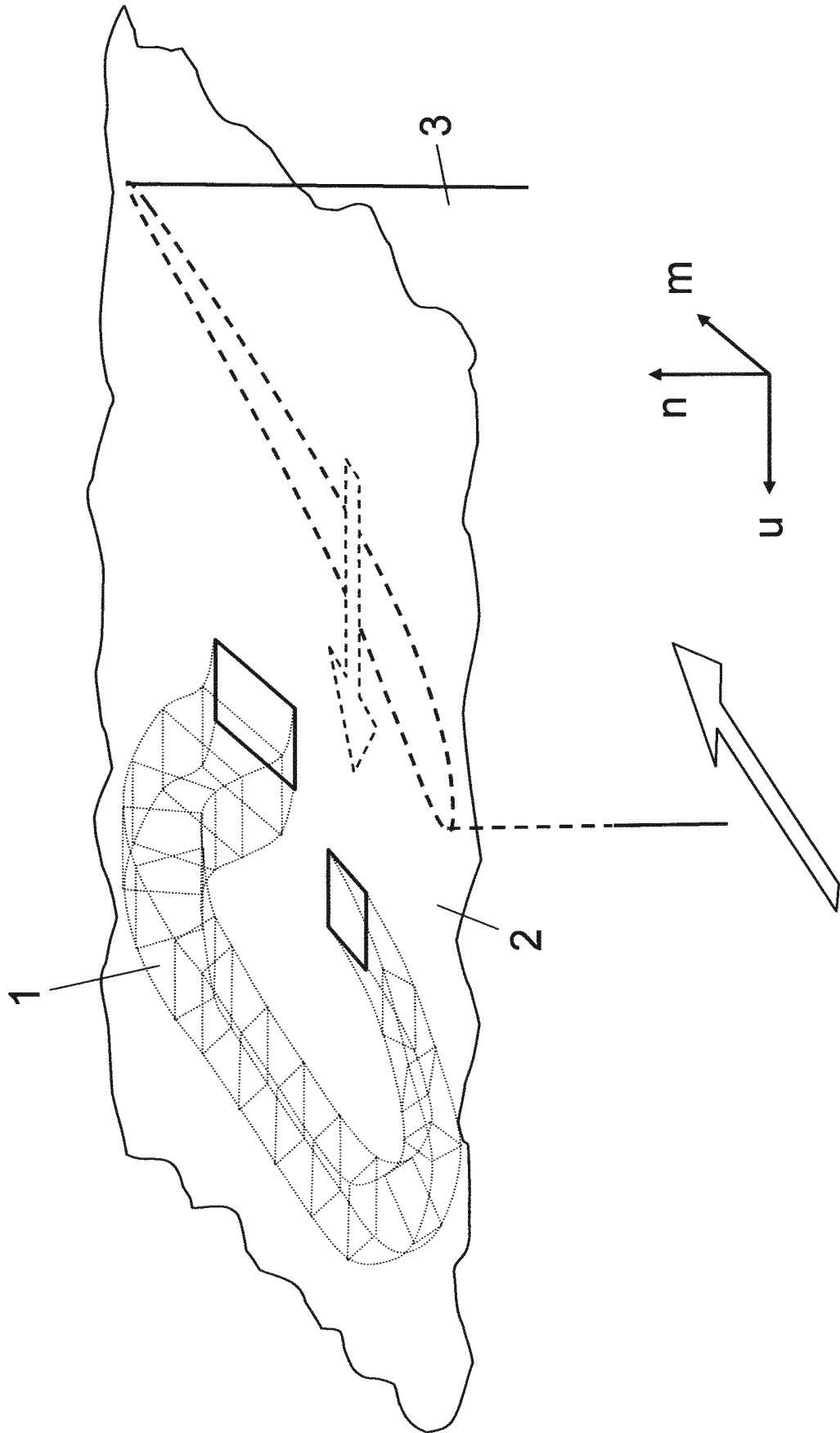


FIG 2B



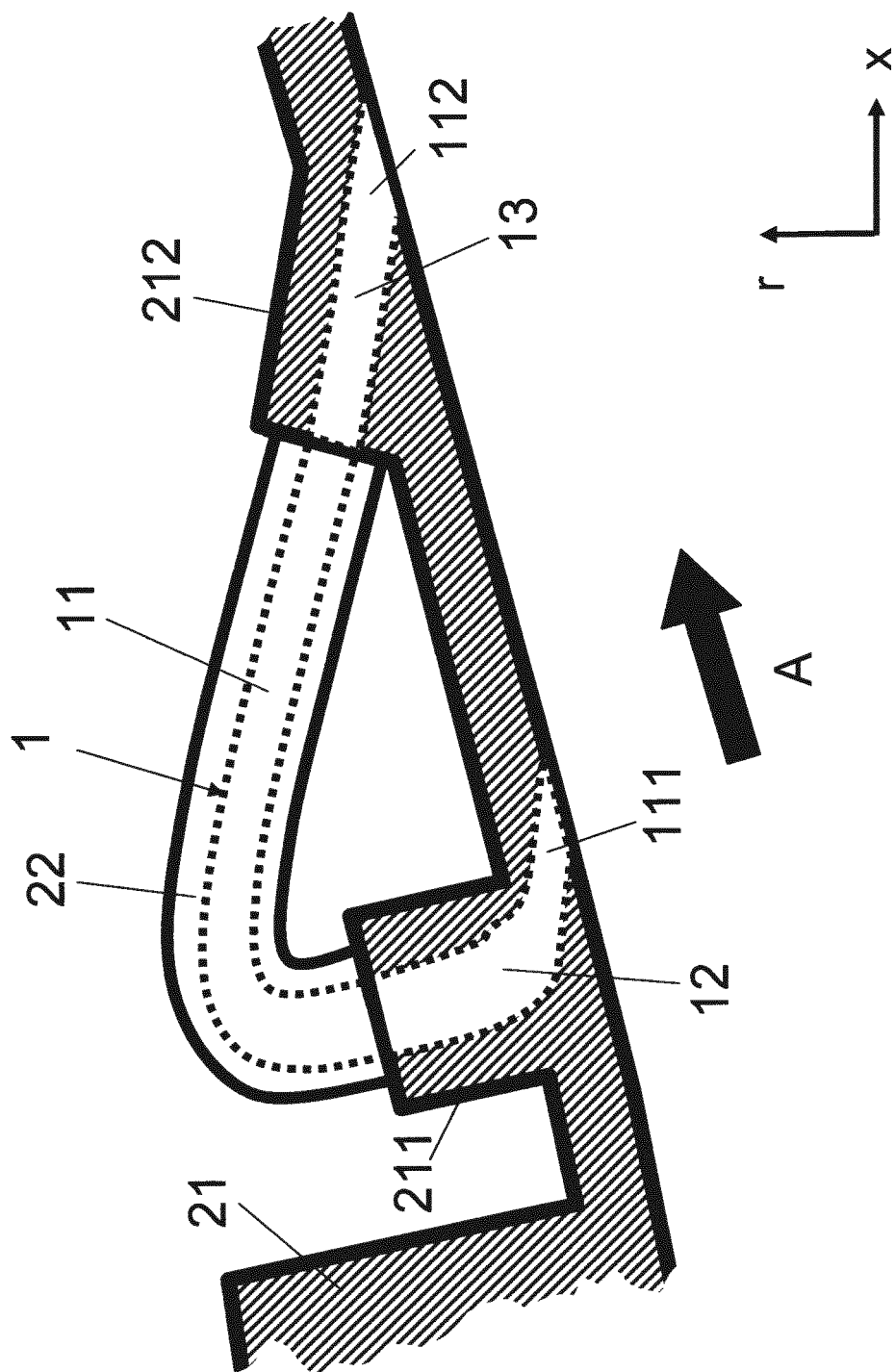
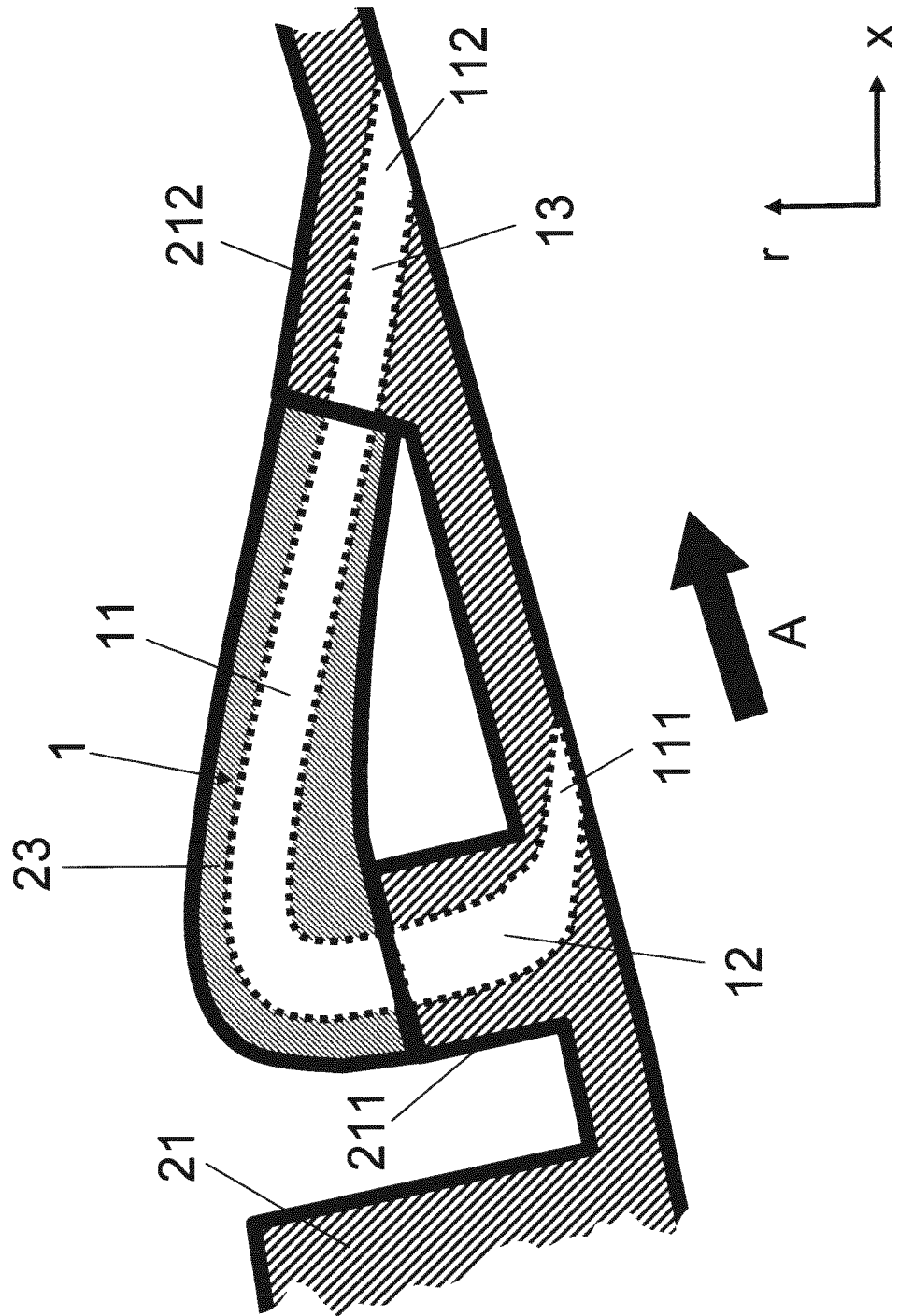


FIG 3A

FIG 3B



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

- EP 0754864 A1 [0003]
- DE 10135003 C1 [0003]
- EP 0497574 A1 [0004]
- US 20050226717 A1 [0004]
- US 6585479 B2 [0004]
- DE 10330084 A1 [0004]
- DE 102008037154 A1 [0006]
- EP 1659293 A2 [0007]
- EP 1286022 A1 [0008]
- DE 19647605 A1 [0009]
- EP 2639411 A1 [0010] [0011]