(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
04. April 2019 (04.04.2019)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/063384 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F04D 29/44 (2006.01) *F01D 9/02* (2006.01)
F01D 5/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/075355

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. September 2018 (19.09.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 122 524.2
28. September 2017 (28.09.2017) DE

(71) Anmelder: **ABB TURBO SYSTEMS AG** [CH/CH]; Bruggerstrasse 71 a, 5400 Baden (CH).

(72) Erfinder: **KREIENKAMP, Christian**; Näfelsstraße 12, 79713 Bad Säckingen (DE). **RUSCH, Daniel Bernhard**; Rosenauweg 17c, 5430 Wettingen (CH). **MÜLLER, Joel**; Neumattenweg 17, 5702 Niederlenz (CH). **FREI, Joshua**; Stadtbachstrasse 75, Baden 5400 (CH).

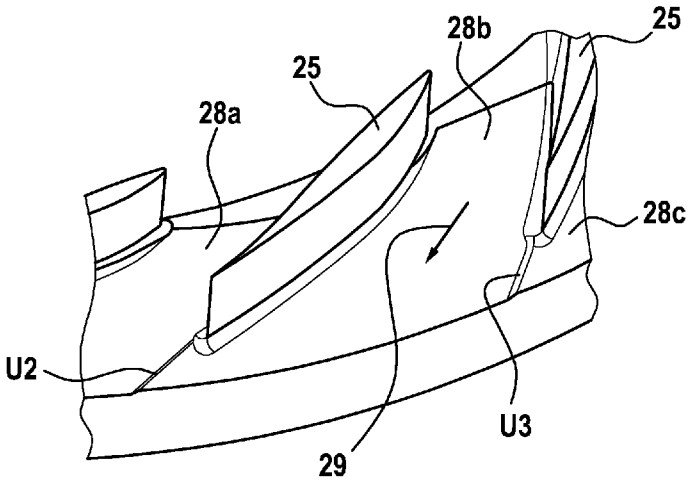
(74) Anwalt: **ZIMMERMANN & PARTNER PATENTANWÄLTE MBB**; Josephspitalstr. 15, 80331 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) **Title:** DIFFUSER FOR A COMPRESSOR

(54) **Bezeichnung:** DIFFUSOR FÜR EINEN VERDICHTER

Fig. 5



(57) **Abstract:** The invention relates to a diffuser for a compressor, comprising - a flow channel which is delimited in the flow direction by a first lateral wall and a second lateral wall, wherein the lateral walls run at least partly divergent relative to each other, and one of the lateral walls has a diffuser base (23a), the outer surface of which facing the flow channel (23) does not run in the radial direction, - a diffuser blade ring with a number of mutually spaced diffuser blades, which are arranged at least partly in the flow channel, each of the diffuser blades having a pressure side and a suction side, and - a number of diffuser passages, each of which is arranged between two adjacent diffuser blades and has a base area between the two adjacent diffuser blades. A non-tangentially constant transition is provided between a first level formed by the base area of a first diffuser passage and a second level formed by the base area of a second adjacent diffuser passage, or a non-tangentially constant transition is provided in the diffuser passage base area formed between the two adjacent diffuser blades.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Diffusor für einen Verdichter, mit - einem Strömungskanal, welcher in Strömungsrichtung von einer ersten Seitenwand und einer zweiten Seitenwand begrenzt wird, wobei diese Seitenwände zumindest teilweise zueinander divergent verlaufen und wobei eine der Seitenwände eine Diffusorgrundplatte (23a) aufweist, deren dem Strömungska-

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2019/063384 A1

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

nal (23) zugewandte Außenfläche nicht in Radialrichtung verläuft, - einem Diffusorschaufelkranz mit einer Anzahl von voneinander beabstandeten Diffusorschaufeln, welche zumindest teilweise im Strömungskanal angeordnet sind, wobei jede der Diffusorschaufeln eine Druckseite und eine Saugseite aufweist, und - einer Anzahl von Diffusorpassagen, wobei jede Diffusorpassagen zwischen zwei einander benachbarten Diffusorschaufeln angeordnet ist und zwischen den beiden benachbarten Diffusorschaufeln eine Grundfläche aufweist, und - wobei zwischen einer durch die Grundfläche einer ersten Diffusorpassage gebildeten ersten Ebene und einer durch die Grundfläche einer zweiten, benachbarten Diffusorpassage gebildeten zweiten Ebene ein nicht tangentenstetiger Übergang vorgesehen ist oder in der zwischen den beiden benachbarten Diffusorschaufeln vorgesehenen Grundfläche der Diffusorpassage ein nicht tangentenstetiger Übergang vorgesehen.

Diffusor für einen Verdichter

TECHNISCHES GEBIET DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Diffusor für einen Verdichter, insbesondere für einen Radialverdichter. Die Bezeichnung Radialverdichter umfasst im Folgenden auch sogenannte Mixed-Flow-Verdichter mit einer axialen Zuströmung und einer radialen Abströmung des Verdichterlaufrades. Der Anwendungsbereich der vorliegenden Erfindung erstreckt sich zudem auch auf Verdichter mit einer rein radialen oder diagonalen Zu- oder Abströmung des Verdichterlaufrades. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung einen Diffusor für einen Radialverdichter, wobei der Radialverdichter in einem Turbolader einsetzbar ist, und wobei der Turbolader eine Axialturbine oder eine Radial- oder eine sogenannte Mixed Flow-Turbine aufweisen kann.

STAND DER TECHNIK

Aus dem Stand der Technik sind Diffusoren für den Einsatz in Radialverdichtern für Turboladeranwendungen bekannt. In einem Radialverdichter wird zunächst über ein dem Diffusor vorgeschaltetes Verdichterrad ein Fluid, beispielsweise Luft, axial angesaugt und im Verdichterrad beschleunigt und vorverdichtet. Dem Fluid wird dabei Energie zugeführt, die in Form von Druck, Temperatur und kinetischer Energie vorliegt. Am Austritt des Verdichterrades herrschen hohe Strömungsgeschwindigkeiten. Die beschleunigte und verdichtete Luft verlässt das Verdichterrad tangential in Richtung des Diffusors. Im Diffusor wird die kinetische Energie der beschleunigten Luft in Druck umgesetzt. Dies geschieht durch eine Verzögerung der Strömung im Diffusor. Durch radiale Aufweitung wird der Strömungsquerschnitt des Diffusors vergrössert. Das Fluid wird damit verzögert und Druck wird aufgebaut.

Um in einem Turbolader mit Radialverdichter möglichst hohe Druckverhältnisse zu erreichen, können die darin verwendeten Diffusoren mit einer Beschaufelung versehen werden. Ein Beispiel für einen beschaufelten Diffusor zeigt die DE 10 2008 044 505. Die aus dem Stand der Technik bekannten Diffusoren mit Beschaufelung sind im Allgemeinen als radiale parallelwandige Diffusoren mit Beschaufelung ausgebildet, wie zum Beispiel in der US 4,131,389 gezeigt. Um bei gegebenem Gesamtdruckverhältnis einen höheren Verdichterwirkungsgrad zu erreichen, kann die Strömung im Diffusor stärker verzögert werden. Die Strömungsgeschwindigkeiten in der Spirale werden dadurch reduziert, wodurch die Wandreibungsverluste abnehmen und der Wirkungsgrad der Verdichterstufe verbessert

wird.

Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass der Einsatz von Diffusoren mit radialer Seitenwanddivergenz eine stärkere Verzögerung bei gleicher Baulänge gegenüber parallelwandigen Diffusoren erlaubt.

Die im Diffusor durch Geometrievariation erreichbare Verzögerung bzw. Druckerhöhung für einen gegebenen Betriebspunkt ist jedoch begrenzt, da es bei zu starker Verzögerung zu Strömungsinstabilitäten aufgrund von Grenzschichtablösungen im Diffusor kommt. Die Grenzen des stabilen Betriebsbereichs des Diffusors bestimmen damit die Lage der Pumpgrenze des Verdichters im Verdichterkennfeld. Wird anstelle eines parallelwandigen Diffusors ein Diffusor mit Seitenwanddivergenz eingesetzt - ein solcher Diffusor ist zum Beispiel in der WO 2012/116880 A1 beschrieben - so erhöht sich zwar der Wirkungsgrad bei gleichen Verdichterdruckverhältnissen, gleichzeitig verschiebt sich jedoch für ein gegebenes Verdichterdruckverhältnis die Pumpgrenze gegenüber dem Verdichter mit parallelwandigem Diffusor zu grösseren Massenströmen. Dieser Effekt ist unerwünscht. Die Verdichter-Kennfeldbreite wird dadurch reduziert und die Verwendbarkeit der Verdichterstufe für Anwendungen im Turbolader wird dadurch eingeschränkt.

Eine Lösung besteht darin, einen Diffusorkanalabschnitt eines beschaufelten Diffusors über Druckausgleichsöffnungen mit einem als Stabilisatorraum dienenden Ringkanal fluidisch zu verbinden, um einen Druckausgleich zwischen einzelnen Diffusorpassagen des Diffusors, welche von benachbarten Diffusorschaufeln gebildet werden, zu ermöglichen und den Betrieb des Diffusors zu stabilisieren.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Die Erfindung bezieht sich auf einen Diffusor, der einen Strömungskanal aufweist, welcher in Strömungsrichtung von einer ersten Seitenwand und einer zweiten Seitenwand gebildet wird, wobei diese Seitenwände zumindest teilweise zueinander divergent verlaufen. Diese Seitenwanddivergenz ist vorzugsweise darauf zurückzuführen, dass eine der Seitenwände eine Diffusorgrundplatte aufweist, deren dem Strömungskanal zugewandte Außenfläche zumindest teilweise nicht in Radialrichtung verläuft. Diese Diffusorgrundplatte kann auf der Lufteintrittsseite des Verdichters oder auf der Lagergehäuseseite des Verdichters angeordnet sein.
Aktuell ist die Herstellung einer aerodynamisch verlustarmen Divergenzausbildung zeitaufwändig und damit teuer. Die Tatsache, dass die dem Strömungskanal zugewandte

Seite der Diffusorgrundplatte nicht rein radial verläuft, bedingt einen hohen Fertigungsaufwand, da man in diesem Falle den Diffusor beispielsweise mit dem Punktfräsverfahen herstellen muss, um beispielsweise eine Kegelfläche auf der dem Strömungskanal zugewandten Diffusorgrundplattenseite zu realisieren.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für den Fall, dass die Divergenz auf der Schnittstelle zwischen Diffusorgrundplatte und Diffusor-Schaufelfuss ausgebildet werden muss, einen beschaufelten Diffusor mit Seitenwanddivergenz derart weiterzubilden, dass dessen Herstellungsaufwand reduziert ist.

Diese Aufgabe wird durch einen Diffusor mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ein Diffusor gemäß der Erfindung weist auf:

- einen Strömungskanal, welcher in Strömungsrichtung von einer ersten Seitenwand und einer zweiten Seitenwand begrenzt wird, wobei diese Seitenwände zumindest teilweise zueinander divergent verlaufen und wobei eine der Seitenwände eine Diffusorgrundplatte aufweist, deren dem Strömungskanal zugewandte Außenfläche zumindest teilweise nicht in Radialrichtung verläuft,
- einen Diffusorschaufelkranz mit einer Anzahl von voneinander beabstandeten Diffusorschaufeln, welche zumindest teilweise im Strömungskanal angeordnet sind, wobei jede der Diffusorschaufeln eine Druckseite und eine Saugseite aufweist,
- eine Anzahl von Diffusorpassagen, wobei jede Diffusorpassage zwischen zwei einander benachbarten Diffusorschaufeln angeordnet ist und zwischen den beiden benachbarten Diffusorschaufeln eine Grundfläche aufweist, und wobei
- zwischen einer durch die Grundfläche einer ersten Diffusorpassage gebildeten ersten Ebene und einer durch die Grundfläche einer zweiten, benachbarten Diffusorpassage gebildeten zweiten Ebene ein nicht tangentenstetiger Übergang vorgesehen ist oder in der zwischen den beiden benachbarten Diffusorschaufeln vorgesehenen Grundfläche der Diffusorpassage ein nicht tangentenstetiger Übergang vorgesehen ist..

Die Erfindung ermöglicht eine Fertigung von seitenwanddivergenten Diffusoren aufgrund einer gezielten aerodynamischen Auslegung der Diffusorgeometrie auf eine konventionell fräsbare Geometrie. Damit können die gleichen thermodynamischen Eigenschaften erzielt werden wie mit einem seitenwanddivergenten Diffusor mit idealer Geometrie, ohne die Fertigungskosten und Durchlaufzeiten des Diffusors negativ zu beeinflussen.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die Diffusorgrundplatte auf der Lufteintrittsseite vorgesehen.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die Diffusorgrundplatte auf der Lagergehäuseseite vorgesehen.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind Diffusorpassagen Druckausgangsöffnungen zugeordnet, die mit einer Diffusorkavität verbunden sind.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist der nicht tangentenstetige Übergang eine Stufe oder ein Knick oder abgerundet ausgeführt.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist der nicht tangentenstetige Übergang in einem Verlängerungsbereich einer die Diffusorpassage begrenzenden Diffusorschaufel vorgesehen.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist der nicht tangentenstetige Übergang innerhalb einer die Diffusorpassage begrenzenden Diffusorschaufel vorgesehen.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist zwischen den Grundflächen aller Diffusorpassagen jeweils ein nicht tangentenstetiger Übergang vorgesehen.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung verlaufen die Grundflächen der Diffusorpassagen in Strömungsrichtung geneigt.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung fallen die Grundflächen der Diffusorpassagen in Strömungsrichtung linear, in einem Kurvenradius oder in einer Freiformfläche ab.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung verlaufen die Grundflächen der Diffusorpassagen zwischen der Saugseite einer die jeweilige Diffusorpassage begrenzenden Diffusorschaufel und der Druckseite der die jeweilige Diffusorpassage begrenzenden benachbarten Diffusorschaufel jeweils geneigt.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung verlaufen die Grundflächen der Diffusorpassagen zwischen der Saugseite einer die jeweilige Diffusorpassage begrenzenden Diffusorschaufel und der Druckseite der die jeweilige Diffusorpassage begrenzenden benachbarten Diffusorschaufel jeweils abfallend.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung stimmen die Höhen der Übergänge zwischen

einander benachbarten Grundflächen einander benachbarter Diffusorpassagen überein.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist ein Verdichter einen erfindungsgemäßen Diffusor auf.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist ein Turbolader einen erfindungsgemäßen Verdichter auf.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben, die anhand von Zeichnungen näher erläutert werden. Hierbei zeigt:

Fig. 1 Schnittdarstellungen eines Radialverdichters, der einen beschaufelten Diffusor aufweist,

Fig. 2 eine Skizze zur Veranschaulichung eines seitenwanddivergenten Diffusors,

Fig.3 eine Skizze zur Veranschaulichung eines Diffusorschaufeln aufweisenden Diffusorschaufelkranzes,

Fig.4 Diagramme zur Veranschaulichung von Ausführungsbeispielen für nicht tangentenstetige Übergänge zwischen den durch die Grundfläche einer Diffusorpassage gebildeten Ebene und einer durch die Grundfläche einer jeweils benachbarten Diffusorpassage gebildeten zweiten Ebene,

Fig. 5 eine Skizze zur Veranschaulichung einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 6 eine vergrößerte Darstellung eines Teilbereichs von Figur 5,

Fig. 7 eine Schnittdarstellung zur Veranschaulichung des Aufbaus eines erfindungsgemäßen Diffusors,

Fig. 8 eine Skizze zur Veranschaulichung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung und

Fig. 9 eine Skizze zur Veranschaulichung einer alternativen Ausführungsform.

In der nachfolgenden Beschreibung werden für gleiche und gleich wirkende Teile identische Bezugszeichen verwendet.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die Figur 1 zeigt Schnittdarstellungen eines einen beschaufelten Diffusor aufweisenden Radialverdichters eines Abgasturboladers, zu welchem des Weiteren eine Abgasturbine und ein Lagergehäuse gehören.

In der oberen Darstellung in der Figur 1 ist ein Radialverdichter dargestellt, dessen Diffusor eine auf der Lagergehäuseseite angeordnete Diffusorgrundplatte 23a aufweist. In der unteren Darstellung von Figur 1 ist die Diffusorgrundplatte 23a des Diffusors auf der Lufteintrittsseite des Radialverdichters angeordnet.

In der oberen Darstellung von Figur 1 ist die Abgasturbine 50 lediglich schematisch dargestellt. Sie weist einen Gaseintritt 51, über welchen sie mit Abgasen einer mittels des Abgasturboladers aufzuladenden Brennkraftmaschine beaufschlagt wird, und einen Gasaustritt 52 auf. Die im Abgasstrom enthaltene Energie wird in der Turbine in Rotationsenergie zum Antreiben eines über eine Welle 30 mit einem Laufrad der Turbine verbundenen Verdichterrades 9 gewandelt. Das Verdichterrad 9 umfasst eine Nabe 10 und eine Vielzahl von auf der Nabe angeordneten Verdichterradschaufeln 11. Die Welle 30 ist im Lagergehäuse 40 drehbar gelagert. Das Verdichterrad ist in dem an das Lagergehäuse 40 angrenzenden Verdichtergehäuse 2 angeordnet. Das Verdichtergehäuse 2 umfasst in der dargestellten Ausführungsform ein äußeres Verdichtergehäuse 22, bei dem es sich um ein Spiralgehäuse handelt, und ein in das äußere Verdichtergehäuse eingesetztes inneres Verdichtergehäuse 20. Zusammen mit der Nabe 10 des Verdichterrades 9 und den Wandteilen des Lagergehäuses 40 begrenzen die verschiedenen Teile des Verdichtergehäuses 2 den Strömungskanal für die zu verdichtende Luft.

Diese zu verdichtende Luft wird, wie es in der Figur 1 durch einen axial gerichteten Pfeil angedeutet ist, in axialer Richtung dem Verdichterrad 9 zugeleitet. Im Bereich der Verdichterradschaufeln 11 wird der Strömungskanal durch die Nabe 10 und das innere Verdichtergehäuse 20 begrenzt. Indiesem Bereich erfährt die Strömung eine

Richtungsänderung von der axialen in die radiale Richtung. Anschließend tritt die Strömung in den Bereich des Diffusors ein, welcher den Strömungskanal bildet, der sich vom Verdichterradaustritt bis hin zum Sammelraum 24 erstreckt, welcher im äußeren Verdichtergehäuse 22 vorgesehen ist. Dieser Sammelraum 24 ist spiralförmig ausgebildet, wobei am breiten Ende der Spirale der Luftstrom den Verdichter in Richtung hin zu einem Ladeluftkühler oder zu einem Lufteintritt der Brennkraftmaschine verlässt.

Der Diffusorbereich ist im Wesentlichen ein ringförmiger Hohlraum, welcher vor einer ersten Seitenwand 21 und einer zweiten Seitenwand 41 begrenzt ist. Aus Sicht der Verdichterradschaufeln 11 spricht man von einer lufteintrittseitigen Seitenwand 21 und einer lagergehäuseseitigen Seitenwand 41. Diese beiden Seitenwände erstrecken sich vom Verdichterradaustritt bis hin zur Mündung in den spiralförmigen Sammelraum 24. Sie verlaufen in der dargestellten Ausführungsform beide im rechten Winkel zur Wellenanachse 30 und somit parallel zueinander.

Zwischen diesen beiden Seitenwänden sind entlang des Umfangs des Diffusors Diffusorschaufeln 25 eines Diffusorschaufelkranzes positioniert. Dieser Diffusorschaufelkranz weist eine Anzahl von voneinander beabstandeten Diffusorschaufeln auf, welche zumindest teilweise im Strömungskanal 23 angeordnet sind. Jede Diffusorschaufel weist eine Eintrittskante 251 auf.

Die beiden Seitenwände 21 und 41 des Diffusors, zwischen denen sich der Strömungskanal 23 erstreckt, können alternativ zu der in der Figur 1 dargestellten Ausführungsform auch zumindest abschnittsweise divergent zueinander verlaufen. Eine Skizze eines derartigen seitenwanddivergenten Diffusors ist in der Figur 2 gezeigt. In dieser Skizze sind insbesondere der Strömungskanal 23, die erste Seitenwand 21 und die zweite Seitenwand 41 dargestellt, wobei ersichtlich ist, dass diese beiden Seitenwände divergent zueinander verlaufen. Zwischen diesen beiden Seitenwänden verläuft der Diffusorkanal 23. In diesem Diffusorkanal sind Diffusorschaufeln 25 eines Diffusorschaufelkranzes positioniert. Des Weiteren weist der in der Figur 2 skizzierte Diffusor Druckausgleichsöffnungen 26 auf, die den Diffusorkanal 23 mit einer Diffusorkavität 27 verbinden, bei der es sich um einen als Stabilisatorraum dienenden Ringkanal handeln kann.

Die Figur 3 zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung eines Diffusorschaufeln aufweisenden Diffusorschaufelkranzes und der Verteilung der Diffusorschaufeln entlang des gesamten Umfangsbereiches des Diffusorschaufelkranzes. Es ist ersichtlich, dass beim gezeigten

Ausführungsbeispiel entlang des gesamten Umfangsbereiches des Diffusorschaufelkranzes eine Anzahl voneinander beabstandeter Diffusorschaufeln 25 angeordnet ist. Zwischen zwei benachbarten Diffusorschaufeln 25 befindet sich jeweils eine Diffusorpassage 28. Die Strömungsrichtung des Fluids durch diese Diffusorpassagen ist mit der Bezugszahl 29 bezeichnet. Die gezeigten Diffusorschaufeln 25 sind entlang des gesamten Umfangsbereiches des Diffusorschaufelkranzes gleichmäßig oder nicht gleichmäßig verteilt. Jede der Diffusorschaufeln hat eine Druckseite 25a und eine Saugseite 25b, wie es in der Figur 3 bei einer der Diffusorschaufeln veranschaulicht ist. Jede Diffusorpassage weist -wie es noch unten anhand der weiteren Figuren erläutert wird- eine Grundfläche auf, die eine Ebene bildet. In der Figur 3 sind drei dieser Grundflächen mit den Bezugszeichen 28a, 28b und 28c markiert.

Des Weiteren sind den Diffusorpassagen 28 Druckausgleichsöffnungen 26 zugeordnet, wobei diese Druckausgleichsöffnungen beispielsweise im Bereich der Diffusorpassagen zwischen der Druckseite einer Diffusorschaufel und der Saugseite der jeweils benachbarten Diffusorschaufel angeordnet sind. In der Figur 3 sind einige dieser Druckausgleichsöffnungen 26 beispielhaft veranschaulicht. Diese Druckausgleichsöffnungen 26 sind mit einer Diffusorkavität 27 verbunden, die beispielsweise als Diffusorring ausgebildet ist und in der Figur 3 unterhalb des Diffusorschaufelkranzes positioniert ist. Ein Teil dieser Diffusorkavität ist in der Figur 3 mit gestrichelten Linien angedeutet. Die Kavität kann entweder ein durchgehender Ringraum sein oder nur einzelne Passagen miteinander verbinden. Die bevorzugte Ausführung ist ein durchgehender Ringraum.

In der Figur 3 haben die dort gezeigten Druckausgleichsöffnungen 26 eine kreisförmige Querschnittsfläche und sind in einer Diffusorpassage 28 zwischen zwei benachbarten Diffusorschaufeln positioniert. Alternativ dazu können die Druckausgleichsöffnungen auch als umlaufender oder durchbrochener Schlitz vor der jeweiligen Schaufeleintrittskante, als Bohrung am engsten Strömungsquerschnitt (Throat) einer Diffusorpassage 28 oder als Schlitz am engsten Strömungsquerschnitt (Throat) einer Diffusorpassage 28 realisiert sein.

Wie ebenfalls noch anhand der weiteren Figuren erläutert wird, ist zwischen einer durch die Grundfläche einer ersten Diffusorpassage gebildeten ersten Ebene und einer durch die Grundfläche einer zweiten, benachbarten Diffusorpassage gebildeten zweiten Ebene jeweils ein nicht tangentenstetiger Übergang vorgesehen. Ferner sind in der Figur 3 Linien A und B gezeigt, unter deren Verwendung in der nachfolgenden Figur 4 die nicht tangentenstetigen Übergänge zwischen einer durch die Grundfläche einer ersten Diffusorpassage gebildeten ersten Ebene und einer durch die Grundfläche einer jeweils benachbarten zweiten

Diffusorpassage gebildeten zweiten Ebene erläutert werden.
Die Figur 4 zeigt Diagramme zur Veranschaulichung von Ausführungsbeispielen für nicht tangentenstetige Übergänge zwischen den durch die Grundfläche einer Diffusorpassage gebildeten Ebene und einer durch die Grundfläche einer jeweils benachbarten Diffusorpassage gebildeten zweiten Ebene. In diesen Diagrammen ist jeweils nach oben der Höhenverlauf h der Diffusorkranzoberfläche und nach rechts die Umfangsrichtung 0 des Diffusorschaufelkranzes aufgetragen.

Im unteren Diagramm der Figur 4 ist mit dem Buchstaben A ein Verlauf gezeigt, welcher nicht tangentenstetige Übergänge U1, U2 und U3 aufweist. Dabei ist der Übergang U1 in Umfangsrichtung des Diffusorschaufelkranzes vor der die Grundfläche 28a bildenden, geneigt verlaufenden Ebene vorgesehen. Der Übergang U2 ist zwischen der die Grundfläche 28a bildenden, geneigt verlaufenden Ebene und der die Grundfläche 28b bildenden, ebenfalls geneigt verlaufenden Ebene vorgesehen. Der Übergang U3 ist zwischen der die Grundfläche 28b bildenden, geneigt verlaufenden Ebene und der die Grundfläche 28c bildenden, ebenfalls geneigt verlaufenden Ebene vorgesehen. Dabei ist von Bedeutung, dass die Linie A einen Bereich charakterisiert, der einem Verlängerungsbereich der Diffusorschaufeln entspricht, d.h. die Diffusorschaufeln nicht schneidet.

Folglich sind in diesem Falle die nicht tangentenstetigen Übergänge jeweils im Verlängerungsbereich der die jeweilige Diffusorpassage begrenzenden Diffusorschaufel vorgesehen. Der Vorteil dieser Ausführungsform besteht darin, dass innerhalb der die Grundflächen der Diffusorpassagen bildenden Ebenen keine Übergänge notwendig sind.

Im oberen Diagramm der Figur 4 ist mit dem Buchstaben B ein Verlauf gezeigt, welcher nicht tangentenstetige Übergänge U2‘ und U3‘ aufweist. Dabei ist der Übergang U2‘ in Umfangsrichtung des Diffusorschaufelkranzes zwischen der die Grundfläche 28a bildenden, geneigt verlaufenden Ebene und der die Grundfläche 28b bildenden, ebenfalls geneigt verlaufenden Ebene vorgesehen. Der Übergang U3‘ ist zwischen der die Grundfläche 28b bildenden, geneigt verlaufenden Ebene und der die Grundfläche 28c bildenden, ebenfalls geneigt verlaufenden Ebene vorgesehen. Dabei ist von Bedeutung, dass die Linie B einen Bereich charakterisiert, in welchem zwischen zwei benachbarten Diffusorpassagen jeweils eine Diffusorschaufel 25 positioniert ist, d.h. die Diffusorschaufeln schneidet.

Folglich sind in diesem Falle die nicht tangentenstetigen Übergänge jeweils innerhalb einer die Diffusorpassage begrenzenden Diffusorschaufel vorgesehen. Der Vorteil dieser

Ausführungsform besteht ebenfalls darin, dass innerhalb der die Grundflächen der die Diffusorpassagen bildenden Ebenen keine Übergänge notwendig sind.

Die Figur 5 zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Diese erste Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der unteren Darstellung von Figur 4. Es ist ersichtlich, dass zwischen der die Grundfläche 28a bildenden Ebene und der die Grundfläche 28b bildenden Ebene ein nicht tangentenstetiger Übergang U2 und zwischen der die Grundfläche 28b bildenden Ebene und der die Grundfläche 28c bildenden Ebene ein nicht tangentenstetiger Übergang U3 vorgesehen ist. Es ist des Weiteren ersichtlich, dass diese Übergänge U2 und U3 jeweils im Verlängerungsbereich einer Diffusorschaufel 25 vorgesehen sind und dass folglich innerhalb der die Grundflächen bildenden Ebenen keine Übergänge notwendig sind. Die Strömungsrichtung des Fluids durch die Diffusorpassagen ist wiederum mit der Bezugszahl 29 bezeichnet.

Die Figur 6 zeigt eine vergrößerte Darstellung eines Teilbereichs von Figur 5. In dieser vergrößerten Darstellung ist der Übergang U3 zwischen der die Grundfläche 28b bildenden Ebene und der die Grundfläche 28c bildenden Ebene dargestellt. Es ist ersichtlich, dass dieser Übergang U3 im Verlängerungsbereich einer Diffusorschaufel 25 vorgesehen ist.

Die Figur 7 zeigt eine Schnittdarstellung zur Veranschaulichung des Aufbaus eines erfindungsgemäßen Diffusors. In dieser Schnittdarstellung sind eine nicht geschnittene Diffusorschaufel 25, ein geschnittener Teil einer die Grundfläche 28b bildenden Ebene, ein geschnittener Teil der in der Figur 7 unterhalb der Grundfläche 28b angeordneten, schräg verlaufenden Grundplatte 23a des Diffusors, ein geschnittener Teil der in dieser Seitenwand vorgesehenen Diffusorkavität 27 und die Strömungsrichtung 29 des Fluids gezeigt. Aus dieser Darstellung ist auch ersichtlich, dass die Grundflächen der Diffusorpassagen in Strömungsrichtung 29 geneigt verlaufen, insbesondere linear abfallen. Alternativ dazu ist es auch möglich, dass die Grundflächen der Diffusorpassagen in einem Kurvenradius oder in einer Freiformfläche abfallen.

Die Figur 8 zeigt eine Skizze zur Veranschaulichung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. Diese zweite Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der oberen Darstellung von Figur 4. Es ist ersichtlich, dass zwischen der die Grundfläche 28a bildenden Ebene und der die Grundfläche 28b bildenden Ebene ein nicht tangentenstetiger Übergang U2‘ und zwischen der die Grundfläche 28b bildenden Ebene und der die Grundfläche 28c bildenden Ebene ein nicht tangentenstetiger Übergang U3‘ vorgesehen ist. Es ist des Weiteren ersichtlich, dass diese Übergänge U2‘ und U3‘ jeweils innerhalb einer Diffusorschaufel 25

vorgesehen sind und dass folglich innerhalb der die Grundflächen bildenden Ebenen keine Übergänge notwendig sind.

Die vorliegende Erfindung definiert nach alledem den Divergenzwinkel entlang der Stromlinie innerhalb der Diffusorpassagen, welche in etwa der Fräsbahn entspricht und in der Turbolader-Axialebene keine Gerade, sondern eine Kurve mit variabler Krümmung darstellt. Dadurch ergibt sich eine Tangenten-Unstetigkeit zwischen den Grundflächen benachbarter Diffusorpassagen. Diese Unstetigkeit wird gemäß der vorliegenden Erfindung in den Verlängerungsbereich einer die Diffusorpassage begrenzenden Diffusorschaufel oder in eine die Diffusorpassage begrenzende Diffusorschaufel gelegt. Dadurch werden Wirkungsgradverluste minimiert.

Die Figur 9 zeigt eine alternative Ausführungsform, bei welcher nicht tangentenstetige Übergänge U4 und U5 in den zwischen den beiden benachbarten Diffusorschaufeln 25 vorgesehenen Grundflächen der Diffusorschaufeln vorgesehen sind.

Bei dieser alternativen Ausführungsform werden bei der Herstellung des Diffusors die insgesamt n Diffusorschaufeln auf nicht rein radial stehenden Ebenen gefräst, so dass in der Diffusorgrundplatte ein n-Flach erzeugt wird. Dabei sind die Diffusorschaufeln prismatisch flankengefräst und stehen senkrecht zur jeweiligen Ebene. Da die Grundflächen nicht reinradial verlaufen, ergeben sich unstetige Übergänge, welche bei Bedarf mit zusätzlichen Fräsbahnen verrundet werden können. Des Weiteren können die Unstetigkeiten an den Eintritts- und Austrittskanten der Diffusorplatte durch Drehoperationen weiter vergleichmäßigt werden. Dieses Vorgehen erlaubt ein Flankenfräsen von prismatischen Diffusorschaufeln, deren Achse nicht parallel zur Rotorachse des Turboladers verläuft. Durch diese Maßnahmen wird der Fertigungsaufwand im Vergleich zu punktgefrästen Diffusoren reduziert.

Bezugszeichenliste

2	Verdichtergehäuse
9	Verdichterrad
10	Nabe des Verdichterrades
11	Verdichterradschaufel
20	inneres Verdichtergehäuse
21	erste Seitenwand des Diffusors
22	äußeres Verdichtergehäuse
23	Strömungskanal des Diffusors
23a	Diffusorgrundplatte
24	Sammelraum im äußeren Verdichtergehäuse
25	Diffusorschaufel
251	Eintrittskante
25a	Druckseite einer Diffusorschaufel
25b	Saugseite einer Diffusorschaufel
26	Druckausgleichsöffnung
27	Diffusorkavität
28	Diffusorpassage
28a	Grundfläche einer Diffusorpassage
28b	Grundfläche einer Diffusorpassage
28c	Grundfläche einer Diffusorpassage
29	Strömungsrichtung
30	Welle
40	Lagergehäuse
41	zweite Seitenwand des Diffusors
50	Turbine
51	Gaseintritt
52	Gasaustritt
U1	nicht tangentenstetiger Übergang
U2	nicht tangentenstetiger Übergang
U3	nicht tangentenstetiger Übergang
U4	nicht tangentenstetiger Übergang
U5	nicht tangentenstetiger Übergang
U2‘	nicht tangentenstetiger Übergang
U3‘	nicht tangentenstetiger Übergang

PATENTANSPRÜCHE

Patentansprüche

1. Diffusor für einen Verdichter, mit
- einem Strömungskanal (23), welcher in Strömungsrichtung von einer ersten Seitenwand (21) und einer zweiten Seitenwand (41) begrenzt wird, wobei diese Seitenwände zumindest teilweise zueinander divergent verlaufen und wobei eine der Seitenwände eine Diffusorgrundplatte (23a) aufweist, deren dem Strömungskanal (23) zugewandte Außenfläche zumindest teilweise nicht in Radialrichtung verläuft,
- einem Diffusorschaufelkranz mit einer Anzahl von voneinander beabstandeten Diffusorschaufeln (25), welche zumindest teilweise im Strömungskanal angeordnet sind, wobei jede der Diffusorschaufeln eine Druckseite (25a) und eine Saugseite (25b) aufweist, und
- einer Anzahl von Diffusorpassagen (28), wobei jede der Diffusorpassagen zwischen zwei einander benachbarten Diffusorschaufeln angeordnet ist und zwischen den beiden benachbarten Diffusorschaufeln eine Grundfläche (28a, 28b, 28c) aufweist, und
- wobei zwischen einer durch die Grundfläche einer ersten Diffusorpassage gebildeten ersten Ebene und einer durch die Grundfläche einer zweiten, benachbarten Diffusorpassage gebildeten zweiten Ebene ein nicht tangentenstetiger Übergang (U1, U2, U3, U2‘, U3‘) vorgesehen ist oder in der zwischen den beiden benachbarten Diffusorschaufeln vorgesehenen Grundfläche der Diffusorpassage ein nicht tangentenstetiger Übergang vorgesehen ist.

2. Diffusor nach Anspruch 1, bei welchem die Diffusorgrundplatte (23a) auf der Lufteintrittsseite angeordnet ist.

3. Diffusor nach Anspruch 1, bei welchem die Diffusorgrundplatte (23a) auf der Lagergehäuseseite angeordnet ist.

4. Diffusor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem Diffusorpassagen Druckausgleichsöffnungen (26) zugeordnet sind, die mit einer Diffusorkavität (27) verbunden sind.

5. Diffusor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der nicht tangentenstetige Übergang eine Stufe oder ein Knick ist oder abgerundet ausgeführt ist.

6. Diffusor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der nicht

tangentenstetige Übergang in einem Verlängerungsbereich einer die Diffusorpassage begrenzenden Diffusorschaufel vorgesehen ist.

7. Diffusor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der nicht tangentenstetige Übergang innerhalb einer die Diffusorpassage begrenzenden Diffusorschaufel vorgesehen ist.

8. Diffusor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem zwischen den Grundflächen aller Diffusorpassagen jeweils ein nicht tangentenstetiger Übergang vorgesehen ist.

9. Diffusor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Grundflächen der Diffusorpassagen in Strömungsrichtung (29) geneigt verlaufen.

10. Diffusor nach Anspruch 9, bei welchem die Grundflächen der Diffusorpassagen in Strömungsrichtung linear, in einem Kurvenradius oder in einer Freiformfläche abfallen.

11. Diffusor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Grundflächen der Diffusorpassagen zwischen der Saugseite einer die jeweilige Diffusorpassage begrenzenden Diffusorschaufel und der Druckseite der die jeweilige Diffusorpassage begrenzenden benachbarten Diffusorschaufel jeweils geneigt verlaufen.

12. Diffusor nach Anspruch 11, bei welchem die Grundflächen der Diffusorpassagen zwischen der Saugseite einer die jeweilige Diffusorpassage begrenzenden Diffusorschaufel und der Druckseite der die jeweilige Diffusorpassage begrenzenden benachbarten Diffusorschaufel jeweils abfallend verlaufen.

13. Diffusor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Höhen der Übergänge zwischen einander benachbarten Grundflächen einander benachbarter Diffusorpassagen übereinstimmen.

14. Verdichter, welcher einen Diffusor nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.

15. Turbolader, welcher einen Verdichter nach Anspruch 14 aufweist.

Fig. 1

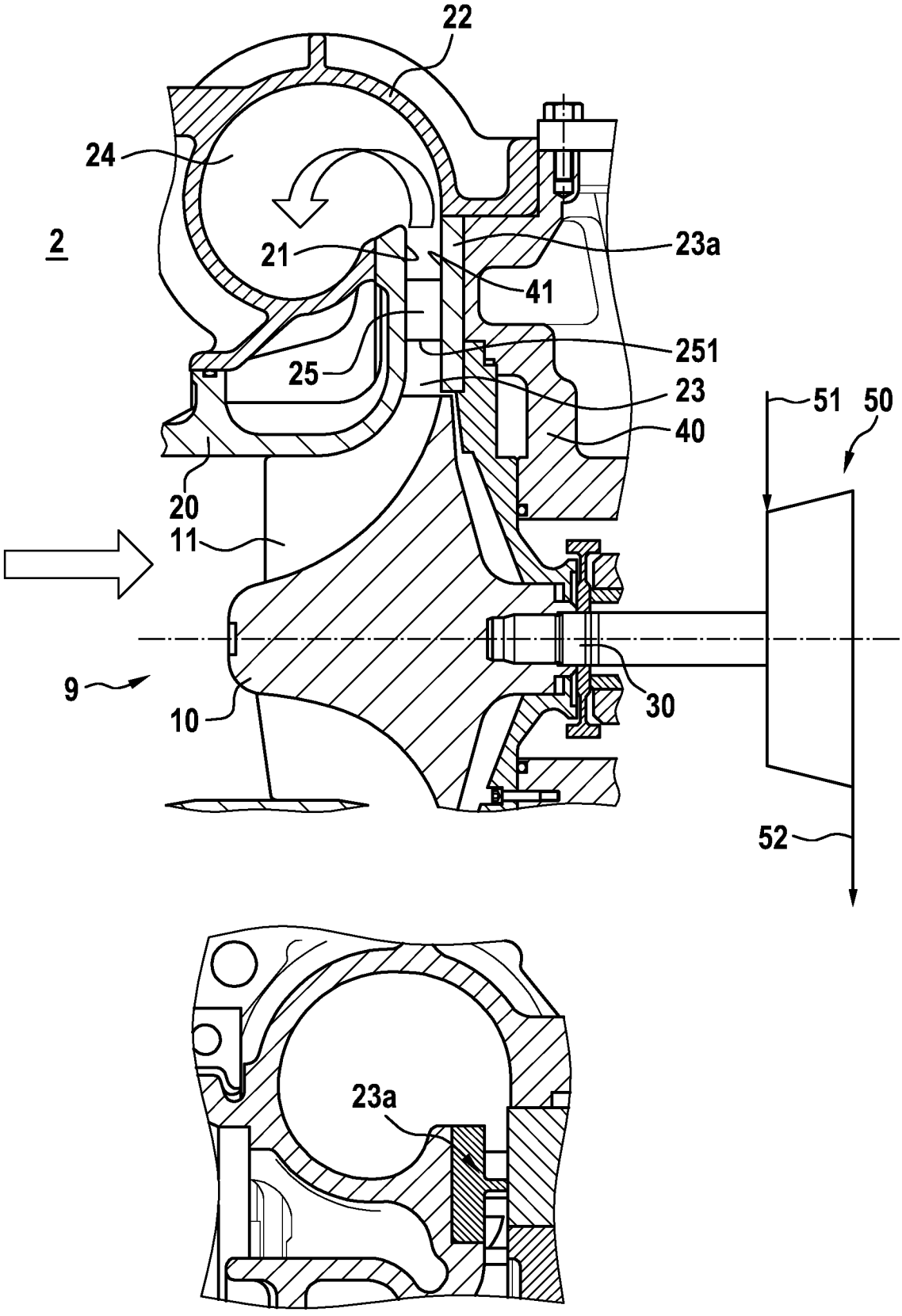


Fig. 2

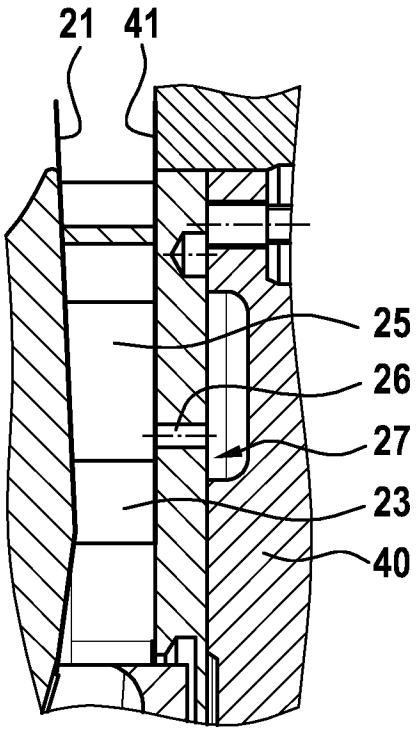

21
41
25
26
27
23
40

Fig. 3

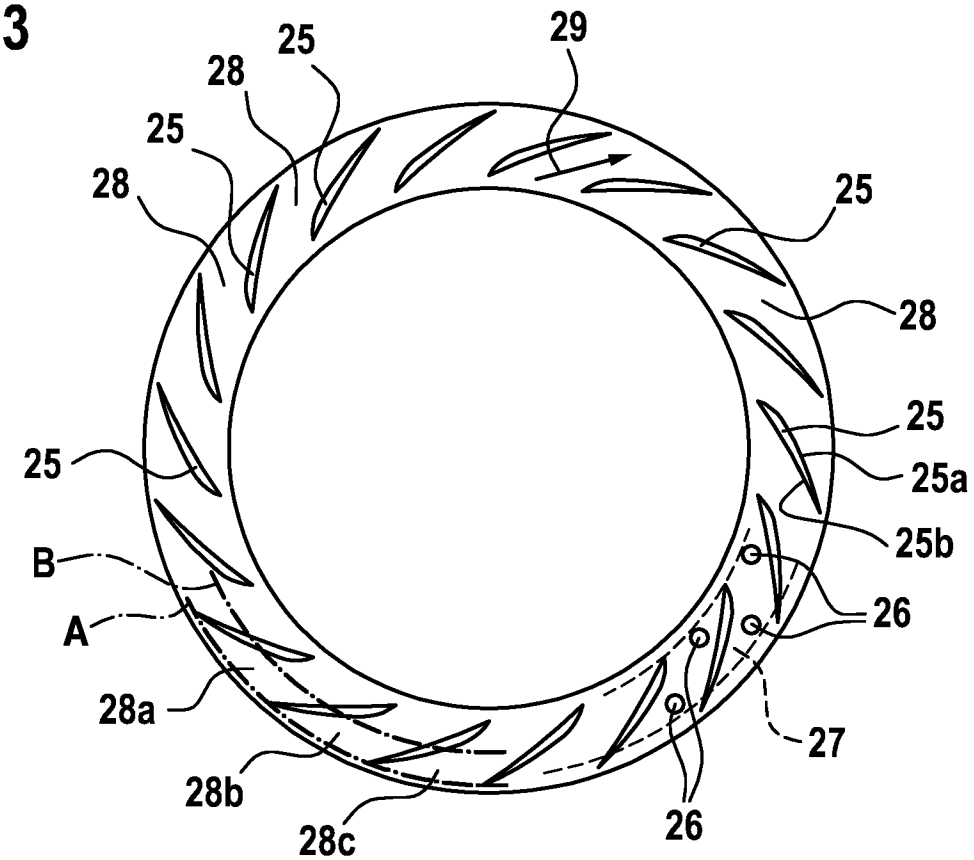

29
25
28
25
28
25
28
25
25a
25b
26
27
26
B
A
28a
28b
28c

Fig. 4

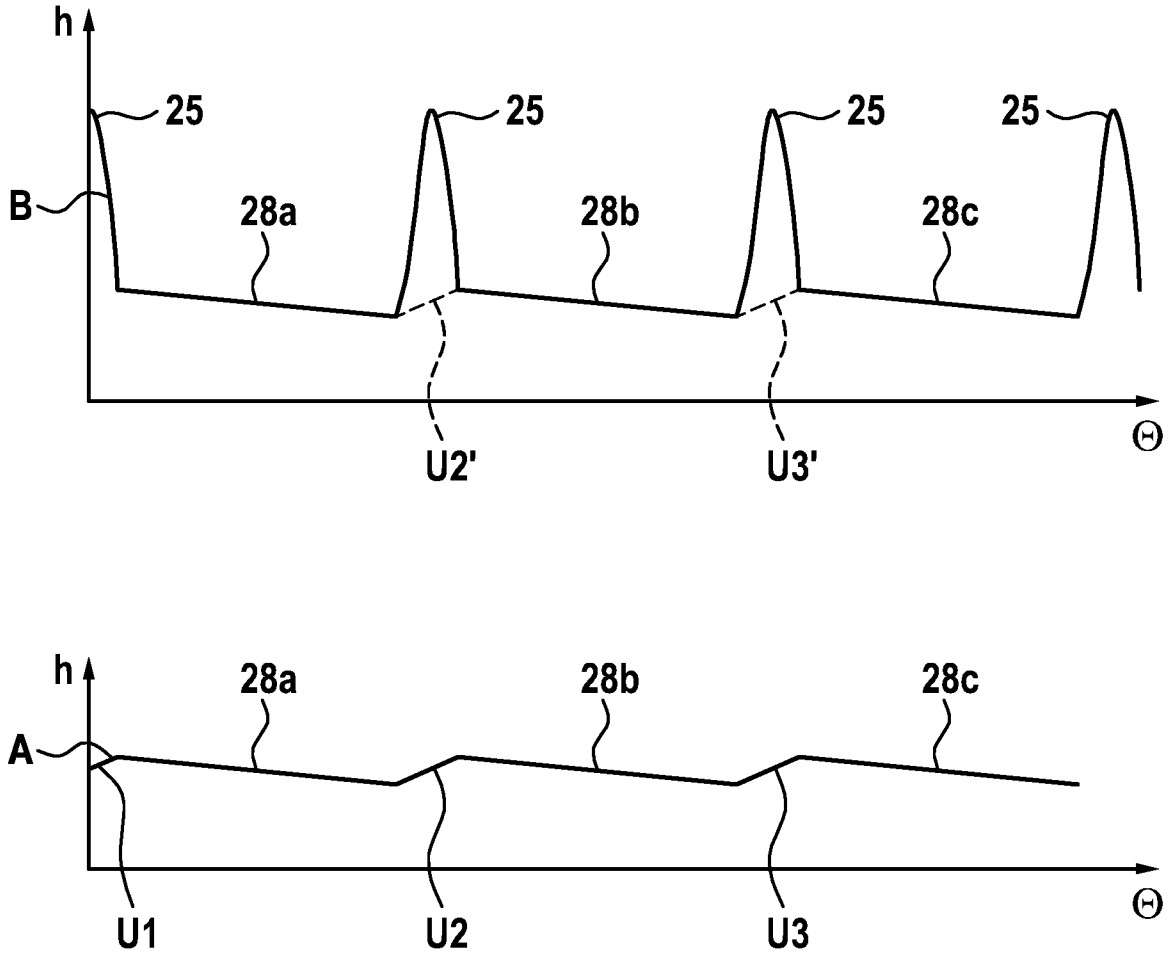


Fig. 5

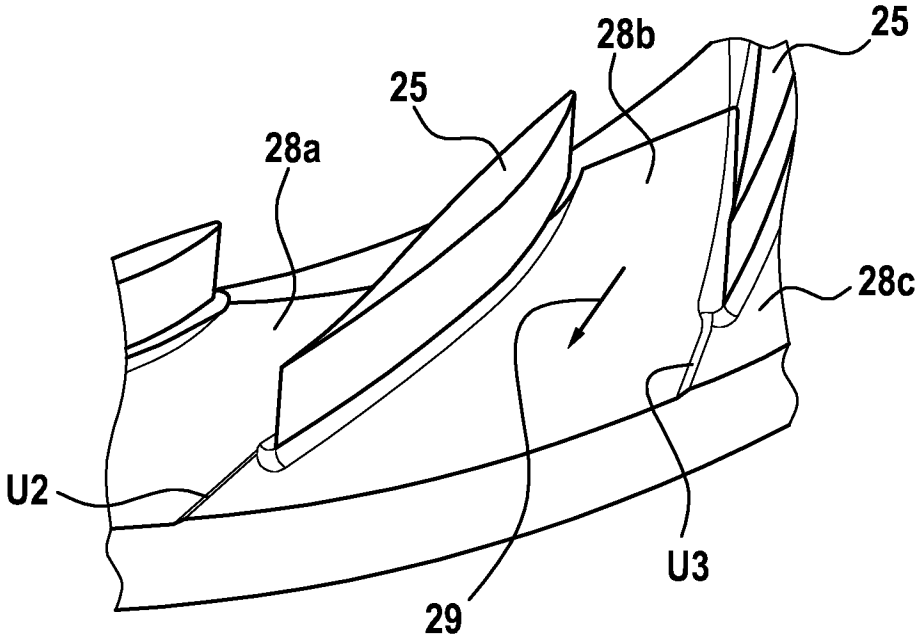


Fig. 6

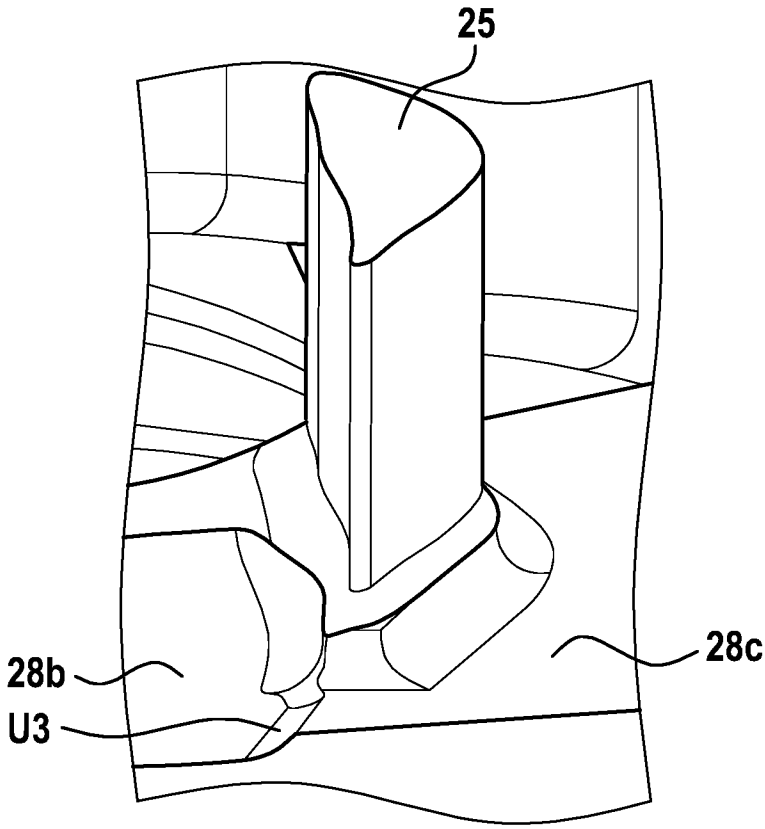


Fig. 7

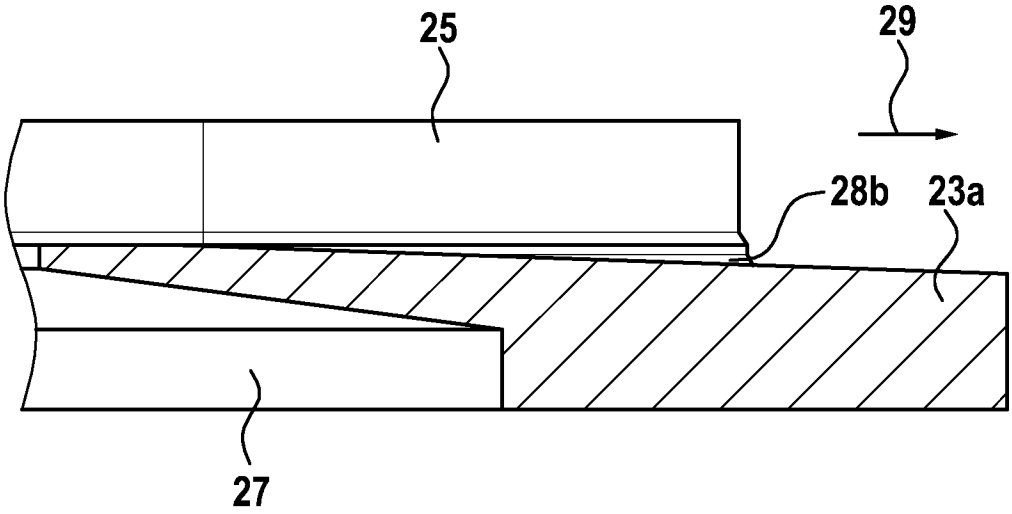


Fig. 8

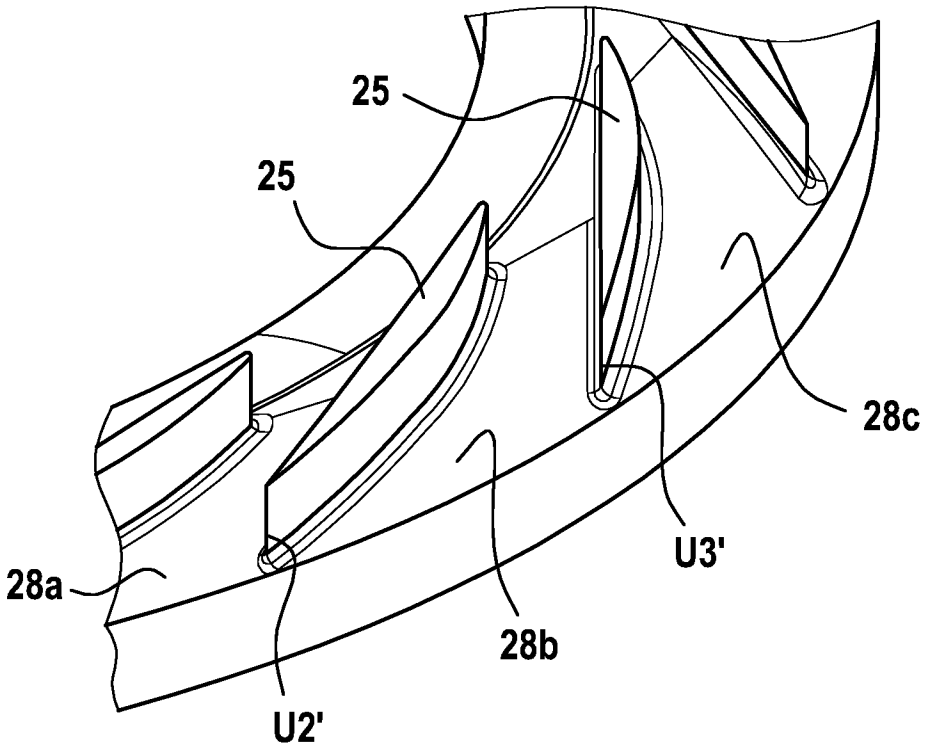
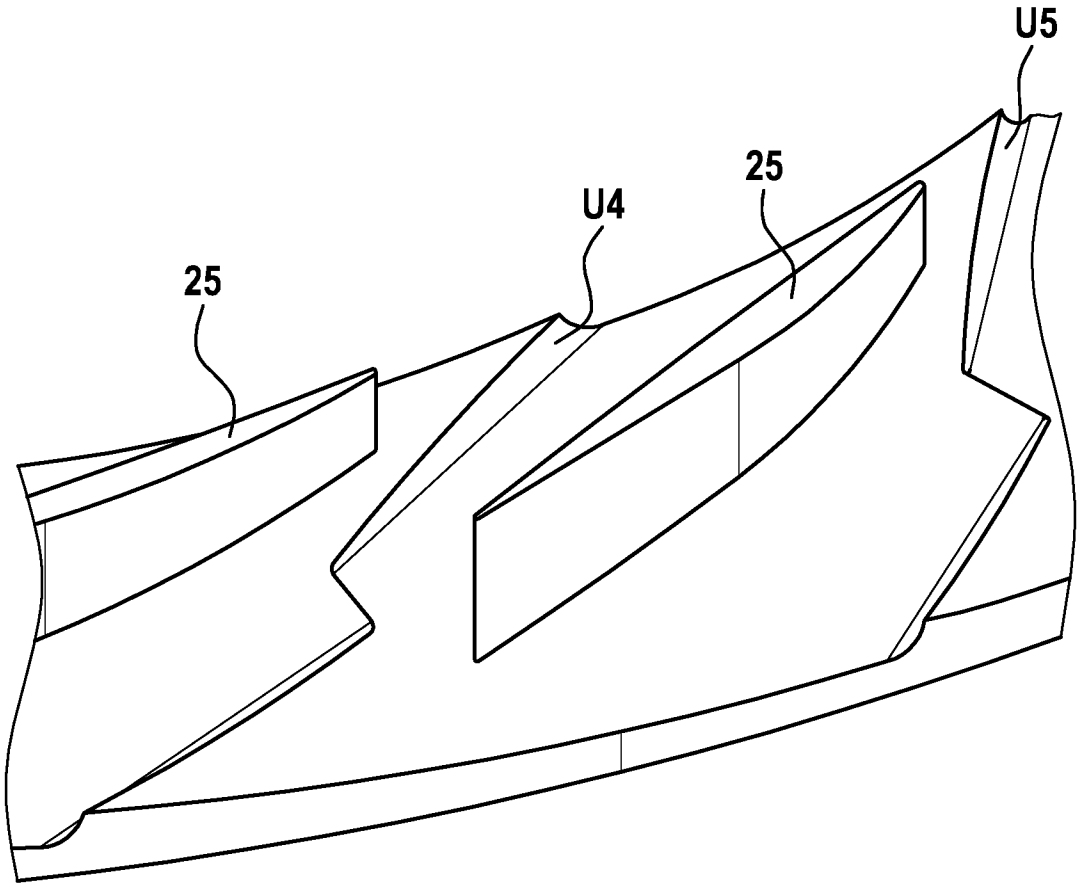


Fig. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2018/075355

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D 29/44(2006.01)i; ***F01D 5/14***(2006.01)i; ***F01D 9/02***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04D; F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003235497 A1 (MENG SEN YIH [US]) 25 December 2003 (2003-12-25)	1-3,5-15
Y	paragraph [0005]	4
	paragraph [0007]	
	paragraph [0028] - paragraph [0032]	
	figures 1-5	
	claim 16	
X	US 2014133957 A1 (TARNOWSKI LAURENT PIERRE [FR] ET AL) 15 May 2014 (2014-05-15)	1-3,5-15
Y	paragraph [0007] - paragraph [0012]	4
	paragraph [0026] - paragraph [0033]	
	figures 1-6	
X	US 3529631 A (RIOLLET GILBERT) 22 September 1970 (1970-09-22)	1-3,5,7-15
Y	column 1, line 24 - line 32	4
	column 2, line 42 - column 3, line 10	
	figures 1-5	

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19 November 2018	**26 November 2018**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands**	**Oliveira, Damien**
Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3079068 A (WILLIAMS SAM B ET AL) 26 February 1963 (1963-02-26) column 2, line 17 - line 54 column 3, line 29 - line 54 figures 1-5	1-5,7-14
X	US 2012121401 A1 (CORNELIUS CHRISTIAN [DE] ET AL) 17 May 2012 (2012-05-17) paragraph [0047] - paragraph [0051] figures 1-5	1-3,5-14
Y	JP 2010144698 A (IHI CORP) 01 July 2010 (2010-07-01) abstract figures 1, 3, 4	1-15
Y	CN 106762747 A (UNIV TSINGHUA) 31 May 2017 (2017-05-31) figures 1-4, 6	1-12,14,15
Y	US 4420288 A (BISCHOFF HANS [DE]) 13 December 1983 (1983-12-13) column 2, line 17 - line 43 figures 1-3	1-15
Y	US 2014020975 A1 (KOENIG SVEN [DE]) 23 January 2014 (2014-01-23) cited in the application paragraph [0077] - paragraph [0084] figure 2	4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2018/075355

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2003235497	A1	25 December 2003	NONE			
US	2014133957	A1	15 May 2014	CA	2838686	A1	27 December 2012
				CN	103635698	A	12 March 2014
				EP	2721305	A1	23 April 2014
				FR	2976633	A1	21 December 2012
				JP	6261498	B2	17 January 2018
				JP	2014517217	A	17 July 2014
				KR	20140047653	A	22 April 2014
				RU	2013156047	A	27 July 2015
				US	2014133957	A1	15 May 2014
				WO	2012175855	A1	27 December 2012
US	3529631	A	22 September 1970	BE	677969	A	01 September 1966
				DE	1426862	A1	08 May 1969
				FR	1442526	A	17 June 1966
				GB	1132259	A	30 October 1968
				US	3529631	A	22 September 1970
US	3079068	A	26 February 1963	NONE			
US	2012121401	A1	17 May 2012	CN	102239312	A	09 November 2011
				CN	102536912	A	04 July 2012
				EP	2194231	A1	09 June 2010
				EP	2356320	A1	17 August 2011
				EP	2455585	A1	23 May 2012
				ES	2392685	T3	12 December 2012
				JP	5342009	B2	13 November 2013
				JP	5502114	B2	28 May 2014
				JP	2012072777	A	12 April 2012
				JP	2012511115	A	17 May 2012
				RU	2011127395	A	10 January 2013
				RU	2012102538	A	27 July 2013
				US	2011250055	A1	13 October 2011
				US	2012121401	A1	17 May 2012
				WO	2010063583	A1	10 June 2010
JP	2010144698	A	01 July 2010	NONE			
CN	106762747	A	31 May 2017	NONE			
US	4420288	A	13 December 1983	DE	3023466	A1	07 January 1982
				FR	2485620	A1	31 December 1981
				GB	2079399	A	20 January 1982
				JP	S5738601	A	03 March 1982
				JP	S6243042	B2	11 September 1987
				US	4420288	A	13 December 1983
US	2014020975	A1	23 January 2014	CN	103403359	A	20 November 2013
				DE	102011005025	A1	06 September 2012
				EP	2681454	A1	08 January 2014
				RU	2013144381	A	10 April 2015
				US	2014020975	A1	23 January 2014
				WO	2012116880	A1	07 September 2012

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/075355

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F04D29/44 F01D5/14 F01D9/02
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F04D F01D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/235497 A1 (MENG SEN YIH [US]) 25. Dezember 2003 (2003-12-25)	1-3,5-15
Y	Absatz [0005] Absatz [0007] Absatz [0028] - Absatz [0032] Abbildungen 1-5 Anspruch 16	4

X	US 2014/133957 A1 (TARNOWSKI LAURENT PIERRE [FR] ET AL) 15. Mai 2014 (2014-05-15)	1-3,5-15
Y	Absatz [0007] - Absatz [0012] Absatz [0026] - Absatz [0033] Abbildungen 1-6	4

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
19. November 2018	26/11/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Oliveira, Damien

1

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	US 3 529 631 A (RIOLLET GILBERT) 22. September 1970 (1970-09-22) Spalte 1, Zeile 24 - Zeile 32 Spalte 2, Zeile 42 - Spalte 3, Zeile 10 Abbildungen 1-5	1-3,5, 7-15 4
X	US 3 079 068 A (WILLIAMS SAM B ET AL) 26. Februar 1963 (1963-02-26) Spalte 2, Zeile 17 - Zeile 54 Spalte 3, Zeile 29 - Zeile 54 Abbildungen 1-5	1-5,7-14
X	US 2012/121401 A1 (CORNELIUS CHRISTIAN [DE] ET AL) 17. Mai 2012 (2012-05-17) Absatz [0047] - Absatz [0051] Abbildungen 1-5	1-3,5-14
Y	JP 2010 144698 A (IHI CORP) 1. Juli 2010 (2010-07-01) Zusammenfassung Abbildungen 1, 3, 4	1-15
Y	CN 106 762 747 A (UNIV TSINGHUA) 31. Mai 2017 (2017-05-31) Abbildungen 1-4, 6	1-12,14, 15
Y	US 4 420 288 A (BISCHOFF HANS [DE]) 13. Dezember 1983 (1983-12-13) Spalte 2, Zeile 17 - Zeile 43 Abbildungen 1-3	1-15
Y	US 2014/020975 A1 (KOENIG SVEN [DE]) 23. Januar 2014 (2014-01-23) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0077] - Absatz [0084] Abbildung 2	4

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/075355

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003235497 A1	25-12-2003	KEINE	
US 2014133957 A1	15-05-2014	CA 2838686 A1	27-12-2012
		CN 103635698 A	12-03-2014
		EP 2721305 A1	23-04-2014
		FR 2976633 A1	21-12-2012
		JP 6261498 B2	17-01-2018
		JP 2014517217 A	17-07-2014
		KR 20140047653 A	22-04-2014
		RU 2013156047 A	27-07-2015
		US 2014133957 A1	15-05-2014
		WO 2012175855 A1	27-12-2012
US 3529631 A	22-09-1970	BE 677969 A	01-09-1966
		DE 1426862 A1	08-05-1969
		FR 1442526 A	17-06-1966
		GB 1132259 A	30-10-1968
		US 3529631 A	22-09-1970
US 3079068 A	26-02-1963	KEINE	
US 2012121401 A1	17-05-2012	CN 102239312 A	09-11-2011
		CN 102536912 A	04-07-2012
		EP 2194231 A1	09-06-2010
		EP 2356320 A1	17-08-2011
		EP 2455585 A1	23-05-2012
		ES 2392685 T3	12-12-2012
		JP 5342009 B2	13-11-2013
		JP 5502114 B2	28-05-2014
		JP 2012072777 A	12-04-2012
		JP 2012511115 A	17-05-2012
		RU 2011127395 A	10-01-2013
		RU 2012102538 A	27-07-2013
		US 2011250055 A1	13-10-2011
		US 2012121401 A1	17-05-2012
		WO 2010063583 A1	10-06-2010
JP 2010144698 A	01-07-2010	KEINE	
CN 106762747 A	31-05-2017	KEINE	
US 4420288 A	13-12-1983	DE 3023466 A1	07-01-1982
		FR 2485620 A1	31-12-1981
		GB 2079399 A	20-01-1982
		JP S5738601 A	03-03-1982
		JP S6243042 B2	11-09-1987
		US 4420288 A	13-12-1983
US 2014020975 A1	23-01-2014	CN 103403359 A	20-11-2013
		DE 102011005025 A1	06-09-2012
		EP 2681454 A1	08-01-2014
		RU 2013144381 A	10-04-2015
		US 2014020975 A1	23-01-2014
		WO 2012116880 A1	07-09-2012