



(11)

EP 4 166 791 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.04.2023 Patentblatt 2023/16

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 29/02 (2006.01) **F04D 29/28** (2006.01)
F04D 29/30 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 21202991.2

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 29/281; F04D 29/023; F04D 29/30;
F05D 2230/232; F05D 2250/291

(22) Anmeldetag: 15.10.2021

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

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME

Benannte Validierungsstaaten:

KH MA MD TN

(71) Anmelder: Nicotra Gebhardt GmbH
74638 Waldenburg (DE)

(72) Erfinder:

- Heigold, Thomas
74653 Gaisbach (DE)
- Gundel, Klaus
74635 Belzhag (DE)

(74) Vertreter: Patentanwälte Magenbauer & Kollegen
Partnerschaft mbB
Plochinger Straße 109
73730 Esslingen (DE)

(54) RADIALLAUFRAD

(57) Bei einem Radiallaufrad, mit einer eine Eintrittsöffnung (50) aufweisenden Deckscheibe (14) und einer Tragscheibe (12), die über einen mehrere Schaufeln (18) aufweisenden Schaufelkranz (17) miteinander verbunden sind, wobei die Schaufeln (18) jeweils zwei einander entgegengesetzte Seitenkanten (19a, 19b) aufweisen, von denen eine mit der Deckscheibe (14) und die andere mit der Tragscheibe (12) verbunden ist, wobei sich die Seitenkanten (19a, 19b) jeweils zwischen einer Schau-

fel-Eintrittskante (20) und einer in einer Laufrad-Umfangsrichtung entgegengesetzten Schaufel-Austrittskante (21) erstrecken, sind die Schaufeln (18) jeweils als Hohlprofil ausgebildet sind und zwei aneinander ange setzte und im Bereich der Schaufel-Eintrittskante (20) und der Schaufel-Austrittskante (21) jeweils über eine Schweißverbindung miteinander verschweißte, zwischen sich einen Hohlraum (23) begrenzende Schaufel hälften (24, 25) aufweisen.

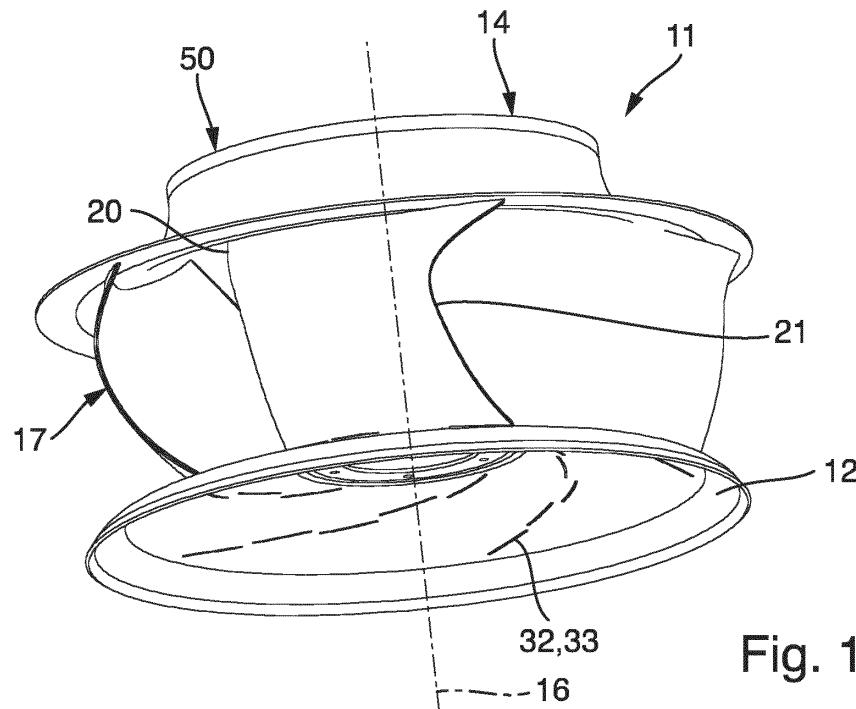


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Radiallaufrad, mit einer eine Eintrittsöffnung aufweisenden Deckscheibe und einer Tragscheibe, die über einen mehrere Schaufeln aufweisenden Schaufelkranz miteinander verbunden sind, wobei die Schaufeln jeweils zwei einander entgegengesetzte Seitenkanten aufweisen, von denen eine mit der Deckscheibe und die andere mit der Tragscheibe verbunden ist, wobei sich die Seitenkanten jeweils zwischen einer Schaufel-Eintrittskante und einer in einer Laufrad-Umfangsrichtung entgegengesetzten Schaufel-Austrittskante erstrecken.

[0002] Derartige Radiallaufräder sind bereits seit langem bekannt. Ein Ziel bei der Entwicklung von Radiallaufrädern ist es, ein Radiallaufrad bereitzustellen, das einen hohen Wirkungsgrad aufweist. Hier wurden in der Vergangenheit bereits unterschiedliche Ansätze verfolgt, beispielsweise ist in der DE 10 2011 013 841 A1 ein Radialventilatorrad offenbart, das eine Deckscheibe und eine Tragscheibe aufweist, die über einen Schaufelkranz miteinander verbunden sind. Der Schaufelkranz besitzt mehrere von innen nach außen gegen die Laufrichtung geneigte Schaufeln, die jeweils eine Schaufeleintrittskante und ein in Radialrichtung weiter außen angeordnete Schaufel-austrittskante aufweist. Der Wirkungsgrad dieses Radialventilatorrads wurde dahingehend verbessert, dass die Schaufeleintrittskanten ausgehend von der Deckscheibe in Richtung zur Tragscheibe jeweils einen geraden Verlauf mit einer Komponente in Radialrichtung und einer Komponente in Umfangsrichtung haben.

[0003] Ein anderer Ansatz zur Verbesserung des Wirkungsgrades ist in der EP 2 942 531 A1 beschrieben, bei der das Laufrad insgesamt einteilig als Spritzgussteil gefertigt ist, wobei die Schaufeln eine 3D-Geometrie aufweisen.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Radiallaufrad der eingangs erwähnten Art zu schaffen, das sich durch einen hohen Wirkungsgrad auszeichnet, gewichtsoptimiert ist und kostengünstig herstellbar ist.

[0005] Diese Aufgabe wird durch ein Radiallaufrad mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargestellt.

[0006] Das erfindungsgemäße Radiallaufrad zeichnet sich dadurch aus, dass die Schaufeln jeweils als Hohlprofil ausgebildet sind und zwei aneinander angesetzte und im Bereich der Schaufel-Eintrittskante und der Schaufel-Austrittskante jeweils über eine Schweißverbindung miteinander verbundene, zwischen sich einen Hohlraum begrenzende Schaufelhälften aufweisen.

[0007] Die Ausgestaltung der Schaufeln als Hohlprofile führt gegenüber aus Vollmaterial ausgeführten Schaufeln zu einer Gewichtserspartnis. Die Herstellung solcher Hohlprofil-Schaufeln ist relativ einfach aus den beiden Schaufelhälften durchzuführen, die lediglich im Bereich der Schaufel-Eintrittskante und der Schaufel-

Austrittskante miteinander zu verschweißen sind. Zweckmäßigerweise bestehen die Schaufeln jeweils aus Leichtmetall oder einer Leichtmetall-Legierung, wobei sich als Leichtmetall bzw. Leichtmetall-Legierung insbesondere Aluminium bzw. eine Aluminium-Legierung eignet. Insbesondere derartige Aluminium-Legierungen haben den Vorteil, dass die mechanische Festigkeit, Duktilität und Bruchzähigkeit bei tiefen Temperaturen zunimmt. Bezuglich Korrosion sind sie zudem seewasserbeständig.

[0008] Bei einer Weiterbildung der Erfindung weisen die Schaufeln jeweils einen sich zur Schaufel-Eintrittskante hin verjüngenden Eintrittsendbereich auf, der von an den voneinander abgewandten Außenflächen der Schaufelhälften konkav gewölbten Endabschnitten der beiden Schaufelhälften gebildet ist, derart, dass der Eintrittsendbereich eine sich über beide Schaufelhälften erstreckende durchgängig gekrümmte Außenkontur aufweist. Die Schaufeln besitzen in diesem Fall jeweils an der Schaufel-Eintrittskante eine bogenförmig gekrümmte Profilnase oder einen "Radius", der Teil des Profils der Schaufel ist. Die beiden Schaufelhälften bilden also gemeinsam mit dem an seiner Außenkontur durchgängig gekrümmten Eintrittsendbereich ein Tragflügelprofil, das strömungstechnisch optimiert ist und insbesondere gegenüber "scharfkantigen Schaufel-Eintrittskanten" insgesamt ebenfalls zur Verbesserung des Wirkungsgrads beiträgt. Die als Hohlprofile ausgebildeten Schaufeln besitzen eine 3D-Geometrie.

[0009] In besonders bevorzugter Weise sind die konkav gewölbten Endabschnitte jeweils als durch plastisches Umformen eines Schaufelhälften-Rohlings spanlos erzeugte Umformabschnitte ausgebildet. Als plastisches Umformen eignet sich insbesondere ein Prägen der Schaufelhälften-Rohlinge. In diesem Fall werden die konkav gewölbten Endabschnitte eingeprägt.

[0010] In besonders bevorzugter Weise handelt es sich bei der Schweißverbindung um eine Laser-Schweißverbindung. Eine derartige Laser-Schweißverbindung hat den Vorteil, dass der Wärmeeintrag beim Schweißen relativ gering ist. Dadurch kann der Verzug der zu schweißenden Teile aufgrund der Wärmeeinwirkung begrenzt werden.

[0011] Es ist möglich, dass die Schweißverbindung wenigstens eine sich im Wesentlichen über die gesamte Länge der Schaufel-Eintrittskante und/oder der Schaufel-Austrittskante erstreckende Schweißnaht aufweist. Alternativ ist es denkbar, dass die Schweißverbindung auch mittels einer Punktschweißung hergestellt wird.

[0012] In besonders bevorzugter Weise sind die Schaufeln als von der Deckscheibe und der Tragscheibe separate Bauteile ausgebildet und sind über Befestigungsmaßnahme jeweils im Bereich ihrer Seitenkanten einerseits mit der Deckscheibe und andererseits mit der Tragscheibe verbunden.

[0013] In besonders bevorzugter Weise umfassen die Befestigungsmaßnahmen eine Schweißverbindung, mit der die Schaufeln jeweils einerseits an die Deckscheibe

und andererseits an die Tragscheibe geschweißt sind. Als Schweißverbindung eignet sich wieder insbesondere eine Laser-Schweißverbindung, um den Wärmeeintrag zu reduzieren.

[0014] In besonders bevorzugter Weise umfassen die Befestigungsmaßnahmen zusätzlich zur Schweißverbindung eine Formschlussverbindung, mit der die Schaufeln einerseits mit der Deckscheibe und andererseits mit der Tragscheibe verbunden sind.

[0015] In besonders bevorzugter Weise ist die Formschlussverbindung als Steckverbindung ausgebildet, mit einerseits an den Seitenkanten der jeweiligen Schaufeln und andererseits an Deck- oder Tragscheibe ausgebildeten, einander zugeordneten Steckelementen und Gegen-Stckeelementen.

[0016] In besonders bevorzugter Weise sind die Steckelemente also insbesondere längliche Steckpins, vorzugsweise Stecklaschen, und die Gegen-Stckelemente als die Stecklaschen aufnehmende Aufnahmeöffnungen, insbesondere Aufnahmeschlitz, ausgebildet. Zweckmäßigerweise befinden sich die Steckpins an den Schaufeln und die Aufnahmeöffnungen an Deck- und Tragscheibe. Es wäre jedoch auch denkbar, an Deck- und Tragscheibe Steckpins und an den Seitenkanten der Schaufeln Aufnahmeöffnungen, insbesondere Aufnahmeschlitz auszubilden.

[0017] In besonders bevorzugter Weise sind die länglichen Steckpins an die Kontur der Außenflächen der Schaufelhälften angepasst und ebenfalls konvex gekrümmt ausgebildet, wobei die Kontur der Aufnahmeschlitz an die Kontur der länglichen Steckpins angepasst ist.

[0018] Die Schaufeln weisen jeweils zwei voneinander abgewandte Außenflächen auf, von denen die in Laufrichtung vordere, insbesondere konvex gekrümmte Außenfläche als Druckseite und die entgegengesetzte Außenfläche, die gegebenenfalls konkav gekrümmt ist, die Saugseite darstellt. Es ist möglich, dass die länglichen Steckpins an den Seitenkanten der Schaufeln derart angeordnet sind, dass die länglichen Steckpins alternierend der Druckseite und der Saugseite zugeordnet sind. Zweckmäßigerweise befinden sich die länglichen Steckpins also in der Nähe der Druckseite und bilden dabei quasi eine Verlängerung der Außenfläche, wobei der entlang der Seitenkante nächste längliche Steckpin dann an der Saugseite quasi als Verlängerung der Saugseite angeordnet ist.

[0019] In besonders bevorzugter Weise sind die Schaufeln von innen nach außen gegen die Laufrichtung geneigt und sind in Form von rückwärtsgekrümmten Schaufeln ausgebildet.

[0020] Zweckmäßigerweise weist die Schaufel-Eintrittskante und/oder Schaufel-Austrittskante einer jeweiligen Schaufel ausgehend von der Deckscheibe in Richtung zur Tragscheibe einen bogenförmigen Verlauf auf.

[0021] Die Erfindung umfasst ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Radiallaufards nach einem der Ansprüche 1 bis 12, das Verfahren mit folgenden Schritten:

- Bereitstellen von zwei Schaufelhälften und Zusammensetzen der beiden Schaufelhälften derart, dass ein Hohlprofil gebildet wird und die beiden Schaufelhälften gemeinsam eine Schaufel-Eintrittskante und eine Schaufel-Austrittskante bilden,

- Verschweißen der beiden Schaufelhälften im Bereich der Schaufel-Eintrittskante und der Schaufel-Austrittskante zur Bildung einer Schaufel,

- Durchführung der vorstehend genannten Verfahrensschritte zur Herstellung sämtlicher Schaufeln des Schaufelkranzes,

- Verbinden der Schaufeln im Bereich deren Seitenkanten einerseits mit der Deckscheibe und andererseits mit der Tragscheibe.

[0022] Zweckmäßigerweise werden die Schaufelhälften vor dem Zusammensetzen jeweils plastisch umgeformt, insbesondere geprägt, um konvex gewölbte Innenabschnitte herzustellen.

[0023] Bei einer Weiterbildung der Erfindung werden die Schaufeln über die Kombination der Steckpins an der Aufnahmeschlitz formschlüssig mit Deck- und Tragscheibe verbunden und anschließend die Steckungen der Steckpins mit den Aufnahmeschlitz verschweißt.

[0024] Zweckmäßigerweise erfolgt die Verschweißung an einer dem Schaufelkranz abgewandten Außenseite von Deckscheibe oder Tragscheibe.

[0025] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

35 Figur 1 eine perspektivische Darstellung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Radiallaufads,

40 Figur 2 eine perspektivische Seitenansicht einer Schaufel des Radiallaufads von Figur 1,

Figur 3 eine andere perspektivische Ansicht der Schaufel von Figur 2,

45 Figur 4 einen Längsschnitt durch die Tragscheibe des Radiallaufads von Figur 1,

Figur 5 einen Längsschnitt durch das Radiallaufad von Figur 1,

50 Figur 6 eine vergrößerte Darstellung der Einzelheit X von Figur 3,

55 Figur 7 eine perspektivische Ansicht von schräg oben von Seiten der Tragscheibe aus gesehen auf das Radiallaufad von Figur 1 und

Figur 8 eine perspektivische Ansicht von schräg oben

von Seiten der Deckscheibe aus gesehen auf das Radiallaufrad von Figur 1.

[0026] Die Figuren 1 bis 8 zeigen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Radiallaufrads 11. Das Radiallaufrad, das der Einfachheit halber auch als Laufrad bezeichnet werden könnte ist Bestandteil eines Radialventilators (nicht dargestellt), der darüber hinaus noch einen Ventilatorantrieb (nicht dargestellt) besitzt, über den das Radiallaufrad 11 rotatorisch antreibbar ist. Bei dem Radialventilator kann es sich um einen solchen mit Riemenantrieb oder mit Direktantrieb handeln. Im erstgenannten Fall sorgt ein Riemen für die Kraftübertragung vom Ventilatorantrieb auf das Radialventilatorrad 11. Beim direkt angetriebenen Radialventilator kann der Ventilatorantrieb an das Radiallaufrad angebaut sein, beispielsweise dadurch, dass eine Antriebswelle des Ventilatorantriebs an einer an einer Tragscheibe 12 ausgebildeten Nabenanordnung 13 des Radiallaufrads 11 gekoppelt ist.

[0027] Das in den Figuren 1 bis 8 gezeigte bevorzugte Ausführungsbeispiel zeigt rein beispielhaft ein Radiallaufrad 11, das für den direkten Antrieb bestimmt ist.

[0028] Wie insbesondere in den Figuren 1, 5, 7 und 8 gezeigt, besitzt das Radiallaufrad 11 eine Deckscheibe 14, die eine kreisrunde Eintrittsöffnung 15 aufweist, die einen Ansaugdurchmesser definiert. Die Eintrittsöffnung 50 befindet sich dabei an einem an der Außenseite der Deckscheibe vorstehenden Stutzen 15, der sich in Axialrichtung entlang einer Rotationsachse 16 trompetenförmig nach innen erweitert. Die trompetenförmige Erweiterung des Stutzens 15 sorgt für eine verbesserte Umlenkung von der axialen in die radiale Strömungsrichtung. Der Radius der Krümmung kann beispielsweise im Bereich von 10 % bis 30 % des Ansaugdurchmessers liegen.

[0029] Es ist ferner eine Tragscheibe 12 vorgesehen, die koaxial zur Deckscheibe 14 angeordnet ist. Deck- und Tragscheibe 12, 14 sind über einen Schaufelkranz 17 miteinander verbunden. An der Tragscheibe 12 befindet sich die bereits zuvor erwähnten Nabenanordnung 13, die zur Kopplung mit einer Antriebswelle eines Ventilatorantriebs (nicht dargestellt) dient. Der Außendurchmesser der Tragscheibe 12 ist geringer als der Außen- durchmesser der Deckscheibe 14 oder ungefähr gleich groß.

[0030] Der Schaufelkranz 17 besteht aus mehreren Schaufeln 18, die jeweils von innen nach außen gegen die Laufrichtung geneigt sind. Im vorliegenden Beispieldfall sind rückwärts gekrümmte Schaufeln 18 vorgesehen.

[0031] Die Schaufeln 18 besitzen jeweils zwei aneinander entgegengesetzte Seitenkanten 19a, 19b, von denen eine mit der Deckscheibe 14 und die andere mit der Tragscheibe 12 verbunden ist. Die Seitenkanten 19a, 19b erstrecken sich jeweils zwischen einer Schaufel-Eintrittskante 20 und einer in einer Laufrad-Umfangsrichtung entgegengesetzten Schaufel-Austrittskante 21.

[0032] Wie insbesondere in Figur 6 gezeigt, sind die

Schaufeln 18 jeweils als Hohlprofil ausgebildet und weisen zwei aneinander angesetzte und im Bereich der Schaufel-Eintrittskante 20 und der Schaufel-Austrittskante 21 jeweils über eine Schweißverbindung 22 miteinander verschweißte, zwischen sich einen Hohlräum 23 begrenzte Schaufelhälften 24, 25 auf.

[0033] Wie ferner in Figur 6 gezeigt, besitzen die Schaufeln 18 jeweils eine sich zur Schaufel-Eintrittskante 20 hin verjüngenden Eintrittsendbereichs 26 auf, der voneinander abgewandten Außenflächen 27, 28 der Schaufelhälften 24, 25 konkav gewölbten Endabschnitten 29, 30 der beiden Schaufelhälften 24, 25 gebildet ist, derart, dass der Eintrittsendbereich 26 eines sich über beide Schaufelhälften 24, 25 erstreckende durchgängig gekrümmte Außenkontur aufweist.

[0034] Wie insbesondere in den Figuren 5 und 7 gezeigt, sind die Schaufeln 18 jeweils in sich verwunden, d. h. die einander entgegengesetzten Seitenkanten 19a, 19b einer jeweiligen Schaufel 18 haben voneinander verschiedene Verläufe.

[0035] Die konkav gewölbten Endabschnitte 29, 30 sind jeweils als durch plastisches Umformen, insbesondere Prägen, eines Schaufelhälften-Rohlings spanlos erzeugte Umformabschnitte ausgebildet.

[0036] Die Schaufeln 18 bestehen jeweils aus Aluminium bzw. einer Aluminiumlegierung. In Kombination mit dem Hohlprofil der Schaufeln ergibt sich dadurch eine Gewichtseinsparung gegenüber herkömmlichen Schaufeln aus Stahlblech-Vollmaterial.

[0037] Wie insbesondere in den Figuren 2 und 3 gezeigt sind die Schaufeln 18 also als Hohlprofilschaufeln ausgebildet. Die Schaufelgeometrie kann aus mehreren, axial versetzten Schnitten senkrecht zur Drehachse gebildet werden. Dabei werden für jeden Schnitt unterschiedliche Ein- und Austrittswinkel sowie Durchmesser- verhältnisse und Schaufelradien verwendet. Die endgültige Form der Hohlprofilschaufel wird aus der Schaufelgeometrie und einer überlagerten NACA-Profilgeometrie gebildet. Die Schaufeln können also nach Art eines Tragflügelprofils ausgebildet sein.

[0038] Wie insbesondere in Figur 1 gezeigt, bestimmt insbesondere die Meridiankontur 31 an der Schaufel-Austrittskante 21 des Radiallaufrads 11 die endgültige Form der Schaufel 18. Ein für die Einströmung der Schaufeln 18 wichtiger Parameter ist der sogenannte Schaufeleintrittswinkel β_1 . Dies wird gebildet als Winkel einer Tangente an einen inneren Fußpunkt der Schaufel 18 durch diesen Fußpunkt laufenden Kreisumfangstangente. Der Schaufeleintrittswinkel ist $\beta_{1,TS}$ ist hierbei im Bereich der Tragscheibe verschieden von den Schaufeleintrittswinkel $\beta_{1,DS}$ im Bereich der Deckscheibe.

[0039] Der Schaufel-Eintrittskante 20 entgegengesetzt ist die Schaufel-Austrittskante 21 angeordnet. An der Schaufel-Austrittskante 21 ist ein Schaufelaustrittswinkel β_2 gebildet, der als Winkel einer Tangente an einen äußeren Fußpunkt der Schaufel zu durch diesen Fußpunkt laufenden Kreisumfangstangente definiert. In analoger Weise zum an der Schaufel-Eintrittskante 20

ausgebildeten Schaufeleintrittswinkel β_1 kann auch der Schaufelaustrittswinkel $\beta_{2,TS}$ im Bereich der Tragscheibe verschieden von den Schaufelaustrittswinkel $\beta_{2,DS}$ im Bereich der Deckscheibe sein.

[0040] Wie bereits erwähnt, werden die Schaufeln 18 jeweils durch das Zusammensetzen der beiden Schaufelhälften 24, 25 und anschließendes Verschweißen im Bereich der Schaufel-Eintrittskante 20 und der Schaufelaustrittskante 21 gebildet. Die hierzu vorgesehene Schweißverbindung kann zweckmäßigerweise als Laser-Schweißverbindung ausgebildet sein, wodurch der Wärmeeintrag in die zu schweißenden Schaufelhälften beim Schweißvorgang relativ gering ist. Zweckmäßigerweise werden die Schaufeln an der Schaufel-Eintrittskante 20 und an der Schaufel-Austrittskante 21 mittels einer sich über die gesamte Länge des Schaufel-Eintrittskante und der Schaufel-Austrittskante 21 erstreckende Schweißnaht (nicht dargestellt) gebildet.

[0041] Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Verbindung der Schaufeln 18 einerseits mit der Tragscheibe 12 und andererseits mit der Deckscheibe 14 im Bereich der zueinander entgegengesetzt angeordneten Seitenkanten 19a, 19b.

[0042] Wie insbesondere in den Figuren 2, 3, 6 und 7 gezeigt, wird als Befestigungsmaßnahme zur Befestigung der Schaufeln 18 einerseits an der Deckscheibe 14 und andererseits an der Tragscheibe 12 eine Kombination aus Schweißverbindung mit einer Formschlussverbindung verwendet.

[0043] Die Formschlussverbindung ist als Steckverbindung ausgebildet, mit einerseits an den Seitenkanten 19a, b der jeweiligen Schaufel 18 und andererseits an Deck- oder Tragscheibe 14, 12 ausgebildeten, einander zugeordneten Steckelementen und Gegensteckelementen.

[0044] Wie insbesondere in Figur 6 gezeigt, sind die Steckelemente als insbesondere längliche Steckpins 32 ausgebildet. Die länglichen Steckpins 32 könnten daher auch als Stecklaschen bezeichnet werden. Die Gegensteckelemente sind als die Steckpins aufnehmende Aufnahmöffnungen ausgebildet. Im Falle von länglichen Steckpins bzw. Stecklaschen sind die Aufnahmöffnungen als Aufnahmeschlitz 33 ausgebildet.

[0045] Wie insbesondere in Figur 6 gezeigt, sind die länglichen Steckpins 32 an die Kontur der Außenflächen 27, 28 der Schaufelhälften 24, 25 angepasst und entsprechend gekrümmt ausgebildet. Die Kontur der Aufnahmeschlitz 33 ist dabei an die Kontur der länglichen Steckpins 32 angepasst.

[0046] Wie insbesondere die Zusammensetzung der Figuren 2, 3 und 7 zeigt, sind die einander entgegengesetzt liegenden Außenflächen 27, 28 einer jeweiligen Schaufel 18 charakteristisch ausgebildet. Die in Laufrichtung vordere Außenfläche die zur vorderen Schaufelhälfte 24 gehört könnte auch als druckseitige Außenfläche 27 bezeichnet werden, während die andere Außenfläche an der hinteren Schaufelhälfte auch als saugseitige Außenfläche 28 bezeichnet werden kann.

[0047] Wie insbesondere in Figur 7 gezeigt, sind die länglichen Steckpins 32 alternierend an der Saug- und an der Druckseite also abwechselnd im Bereich der druckseitigen Außenfläche 27 und der saugseitigen Außenfläche 28 angeordnet.

[0048] Die Ausgestaltung der Steckpins 32 kann ebenfalls bereits bei der Herstellung der beiden Schaufelhälften 24, 25 erfolgen, beispielsweise durch Herausstanzen oder Ausprägen der länglichen Steckpins aus einem Schaufelhälften-Rohling.

[0049] Wie insbesondere in den Figuren 1 und 8 gezeigt, besitzen Trag- und Deckscheibe 12, 14 über einen Schaufelaustrittsdurchmesser, der durch die Schaufelaustrittskanten 21 der jeweiligen Schaufeln 18 definiert ist, hinausstehende Endbereiche 34, 35, die einen ringförmigen Diffusionsraum bzw. Diffusor 36 definieren, der einen Diffusor-Außendurchmesser aufweist. Charakteristisch an dem Querschnitt des Diffusors 36 ist, dass er nicht rechteckig oder trapezförmig ausgebildet ist, sondern durch die Form des nicht gerade auslaufenden, sondern bogenförmig gekrümmten Endbereichs 35 der Tragscheibe 12 bestimmt ist.

[0050] Die Herstellung des Radialaufrads 11 läuft im Wesentlichen wie folgt ab:

25 Zunächst werden die beiden Schaufelhälften 24, 25 bereitgestellt und derart zusammengesetzt, dass ein Hohlprofil gebildet wird und die beiden Schaufelhälften 24, 25 gemeinsam eine Schaufel-Eintrittskante 20 und eine Schaufel-Austrittskante 21 bilden. Als nächstes müssen dann natürlich die beiden Schaufelhälften 24, 25 miteinander verbunden bzw. aneinander befestigt werden, was durch Verschweißen der beiden Schaufelhälften 24, 25 im Bereich der Schaufel-Eintrittskante 20 und im Bereich der Schaufel-Austrittskante 21 erfolgt. Dadurch entsteht eine Hohlprofil-Schaufel.

[0051] Es werden nacheinander oder gleichzeitig alle für den Schaufelkranz 17 benötigte Schaufeln 18 hergestellt.

[0052] Als nächstes werden die Schaufeln 18 jeweils im Bereich deren Seitenkanten 19a, 19b einerseits mit der Deckscheibe 12 und andererseits mit der Tragscheibe verbunden.

[0053] Charakteristisch an dem Herstellungsprozess ist, dass die Schaufelhälften 24, 25 vor dem Bereitstellen und Zusammensetzen mittels plastischem Umformen insbesondere Prägen bearbeitet wurden. Dabei wurde aus einem Schaufelhälften-Rohling ein konvex gewölbter Endabschnitt 29 herausgebildet, der gemeinsam mit dem konvex gewölbten Endabschnitt 30 der anderen Schaufelhälfte den charakteristisch geformten Eintrittsbereich 26 bildet, der sich mit einer durchgängig gekrümmten Außenkontur über beide Schaufelhälften 24, 25 erstreckt.

[0054] Das Verbinden der fertig hergestellten Schaufeln 18 mit einerseits der Tragscheibe 12 und andererseits der Deckscheibe 14 erfolgt dadurch, dass die länglichen Steckpins 32 an den Seitenkanten der Schaufeln 18 einerseits in die Aufnahmeschlitz 33 an der Trag-

scheibe 12 und andererseits in die Aufnahmeschlitz 33 an der Deckscheibe 14 gesteckt werden. Anschließend werden die dadurch erzeugten Steckungen von außen her also von der dem Schaufelkranz abgewandten Außenseite der Tragscheibe 12 bzw. der Deckscheiben 14 mittels einer Schweißverbindung verschweißt. Auch hier eignet sich als Schweißverfahren das Laserschweißen, um den Wärmeeintrag zu reduzieren.

[0055] Gegebenenfalls kann auch zur Stabilisierung der Verbindung noch von innen her verschweißt werden.

Patentansprüche

1. Radiallauftrad, mit einer eine Eintrittsöffnung (50) aufweisenden Deckscheibe (14) und einer Tragscheibe (12), die über einen mehrere Schaufeln (18) aufweisenden Schaufelkranz (17) miteinander verbunden sind, wobei die Schaufeln (18) jeweils zwei einander entgegengesetzte Seitenkanten (19a, 19b) aufweisen, von denen eine mit der Deckscheibe (14) und die andere mit der Tragscheibe (12) verbunden ist, wobei sich die Seitenkanten (19a, 19b) jeweils zwischen einer Schaufel-Eintrittskante (20) und einer in einer Laufrad-Umfangsrichtung entgegengesetzten Schaufel-Austrittskante (21) erstrecken, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (18) jeweils als Hohlprofil ausgebildet sind und zwei aneinander angesetzte und im Bereich der Schaufel-Eintrittskante (20) und der Schaufel-Austrittskante (21) jeweils über eine Schweißverbindung miteinander verbundene, zwischen sich einen Hohrraum (23) begrenzende Schaufelhälften (24, 25) aufweisen. 15
2. Radiallauftrad nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet dass** die Schaufeln (18) jeweils einen sich zur Schaufel-Eintrittskante (20) hin verjüngenden Eintrittsendbereich (26) aufweisen, der von an den voneinander abgewandten Außenflächen (27, 28) der Schaufelhälften (24, 25) konvex gewölbten Endabschnitten (29, 30) der beiden Schaufelhälften (24, 25) gebildet ist, derart, dass der Eintrittsendbereich (26) eine sich über beide Schaufelhälften (24, 25) erstreckende durchgängig gekrümmte Außenkontur aufweist. 20
3. Radiallauftrad nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die konvex gewölbten Endabschnitte (29, 30) jeweils als durch plastisches Umformen, insbesondere Prägen, eines Schaufelhälften-Rohlings spanlos erzeugte Umformabschnitte ausgebildet sind. 25
4. Radiallauftrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schweißverbindung eine Laser-Schweißverbindung ist. 30
5. Radiallauftrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schweißverbindung wenigstens eine sich im Wesentlichen über die gesamte Länge der Schaufel-Eintrittskante (20) und/oder der Schaufel-Austrittskante (21) erstreckende Schweißnaht aufweist. 35
6. Radiallauftrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (18) als von der Deckscheibe (14) und der Tragscheibe (12) separate Bauteile ausgebildet sind und über Befestigungsmaßnahmen jeweils im Bereich ihrer Seitenkanten (19a, 19b) einerseits mit der Deckscheibe (14) und andererseits mit der Tragscheibe (12) verbunden sind. 40
7. Radiallauftrad nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befestigungsmaßnahmen eine Schweißverbindung umfassen, mit der die Schaufeln (18) jeweils einerseits an die Deckscheibe (14) und andererseits an die Tragscheibe (12) geschweißt sind. 45
8. Radiallauftrad nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Befestigungsmaßnahmen zusätzlich zur Schweißverbindung eine Formschlussverbindung umfassen, mit der die Schaufeln (18) einerseits mit der Deckscheibe (14) und andererseits mit der Tragscheibe (12) verbunden sind, wobei vorzugsweise die Formschlussverbindung als Steckverbindung ausgebildet ist, mit einerseits an den Seitenkanten der jeweiligen Schaufeln (18) und andererseits an Deck- oder Tragscheibe (12, 14) ausgebildeten, einander zugeordneten Steckelementen und Gegen-Steckelementen. 50
9. Radiallauftrad nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steckelemente als insbesondere längliche Steckpins (32), vorzugsweise Stecklaschen, und die Gegen-Steckelemente als die Steckpins (32) aufnehmende Aufnahmeöffnungen, insbesondere Aufnahmeschlitz (33), ausgebildet sind, wobei vorzugsweise die Steckpins (32) an den Schaufeln (18) und die Aufnahmeöffnungen an Deck- und Tragscheibe (12, 14) angeordnet sind. 55
10. Radiallauftrad nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die länglichen Steckpins (32) an die Kontur der Außenflächen (27, 28) der Schaufelhälften (24, 25) angepasst sind und ebenfalls konvex gekrümmt ausgebildet sind, wobei die Kontur der Aufnahmeschlitz (33) an die Kontur der länglichen Steckpins (32) angepasst ist. 60
11. Radiallauftrad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (18) von innen nach außen gegen die Laufrichtung geneigt sind und in Form von rückwärts

gekrümmten Schaufeln (18) ausgebildet sind.

12. Radiallaufad nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufel-Eintrittskante (20) und/oder Schaufel-Austrittskante (21) einer jeweiligen Schaufel (18) ausgehend von der Deckscheibe (14) in Richtung zur Tragscheibe (12) einen bogenförmigen Verlauf aufweist. 5

13. Verfahren zur Herstellung eines Radiallaufades (11) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, das Verfahren mit folgenden Schritten:

- Bereitstellen von zwei Schaufelhälften (24, 25) 15 und Zusammensetzen der beiden Schaufelhälften (24, 25) derart, dass ein Hohlprofil gebildet wird und die beiden Schaufelhälften (24, 25) gemeinsam eine Schaufel-Eintrittskante (20) und eine Schaufel-Austrittskante (21) bilden, 20
 - Verschweißen der beiden Schaufelhälften (24, 25) im Bereich der Schaufel-Eintrittskante (20) und der Schaufel-Austrittskante (21) zur Bildung einer Schaufel (18),
 - Durchführung der vorstehend genannten Verfahrensschritten zur Herstellung sämtlicher Schaufeln (18) des Schaufelkranzes (17),
 - Verbinden der Schaufeln (18) im Bereich deren Seitenkanten (19a, 19b) einerseits mit der Deckscheibe (14) und andererseits mit der Tragscheibe (12). 30

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufelhälften (24, 25) vor dem Zusammensetzen jeweils plastisch umgeformt, insbesondere geprägt, werden, um konvex gewölbte Endabschnitte (29, 30) herzustellen. 35

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufeln (18) über die Kombination der Steckpins (32) und der Aufnahmeschlitz (33) formschlüssig mit Deck- und Tragscheibe (14, 12) verbunden und anschließend die Steckungen der Steckpins (32) mit den Aufnahmeschlitten (33) verschweißt werden, wobei vorzugsweise 40 die Verschweißung an einer dem Schaufelkranz (17) abgewandten Außenseite von Deckscheibe (14) und Tragscheibe (12) erfolgt. 45

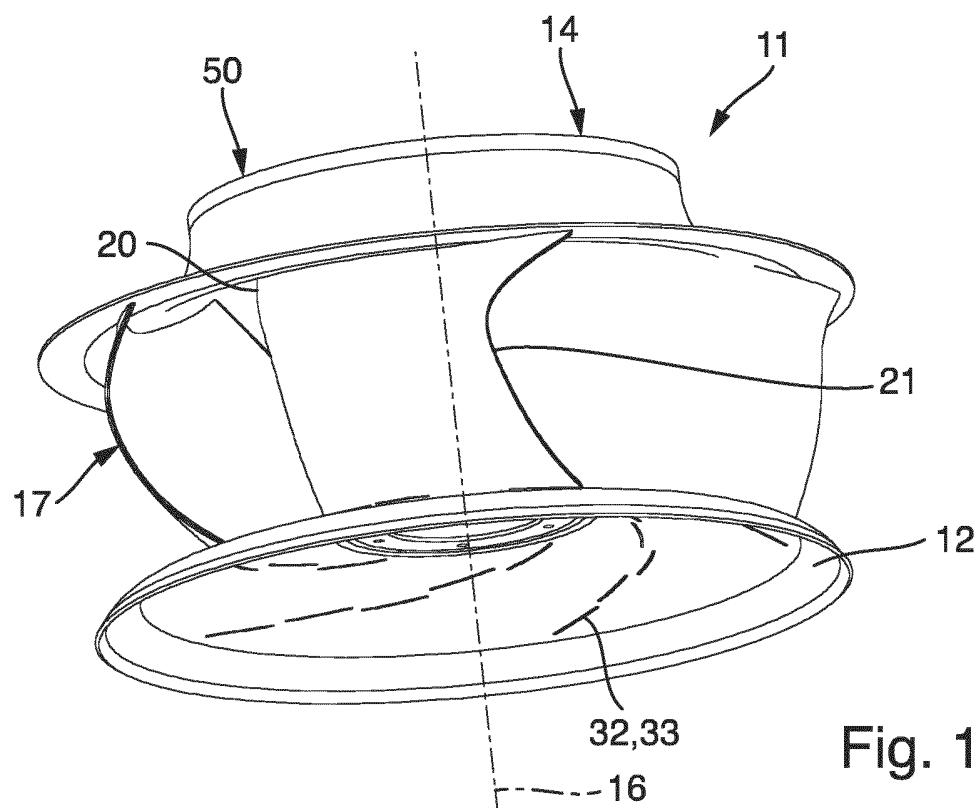


Fig. 1

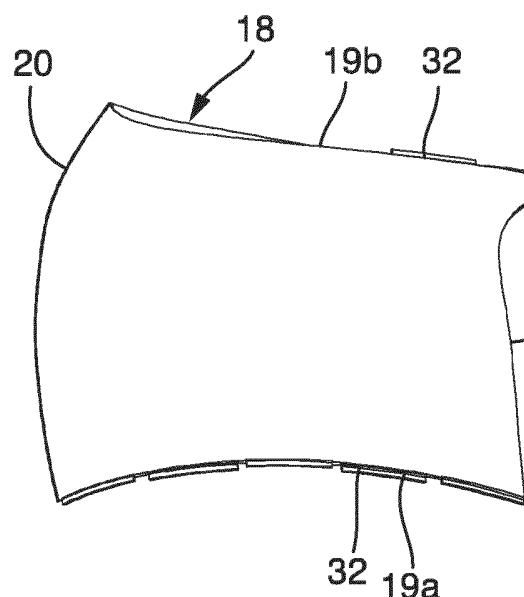


Fig. 2

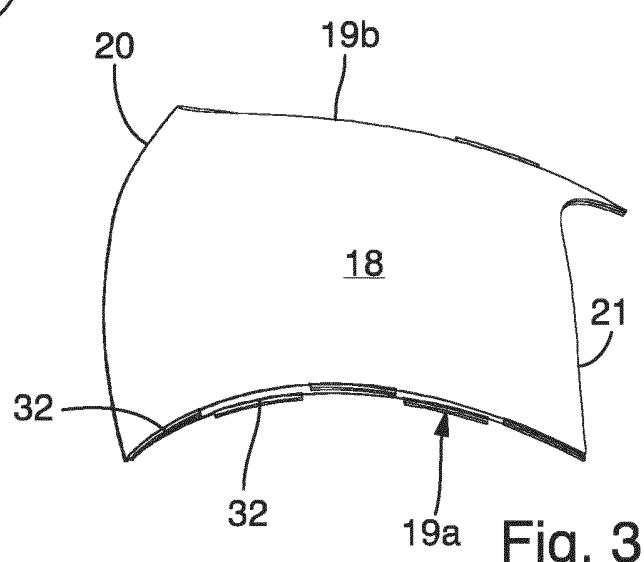


Fig. 3

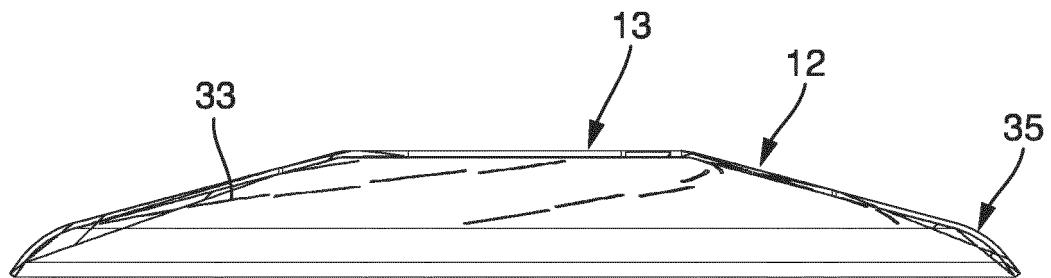


Fig. 4

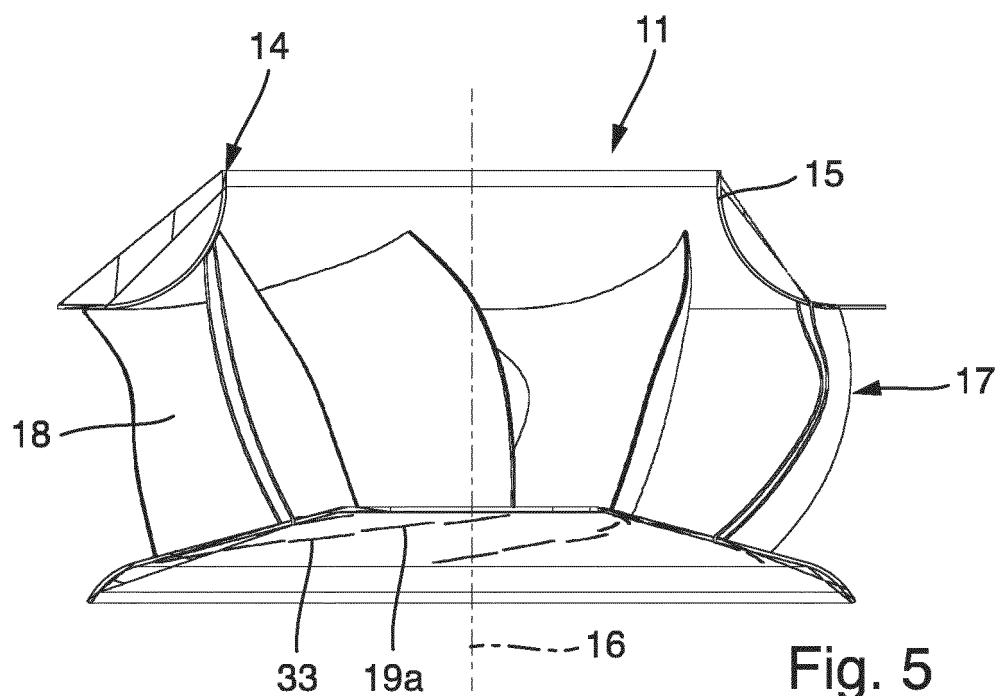


Fig. 5

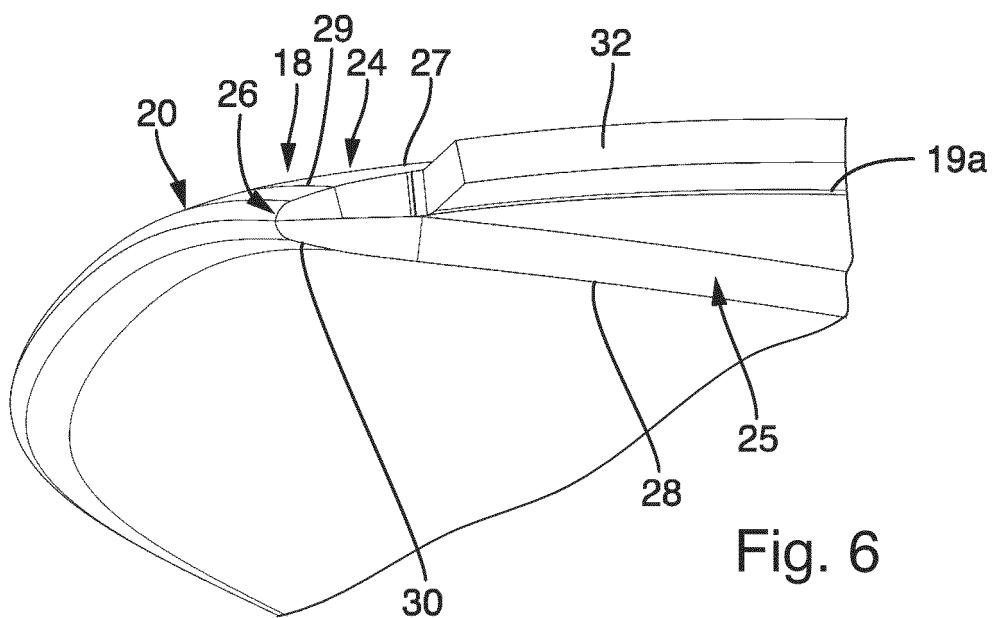


Fig. 6

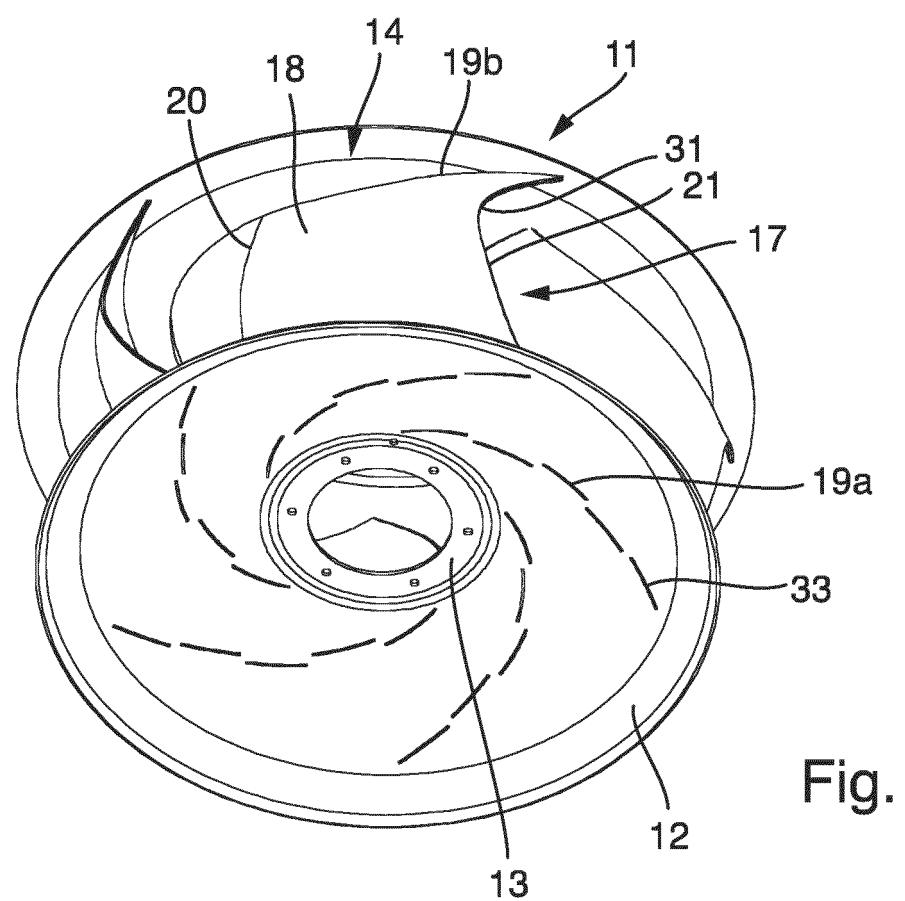


Fig. 7

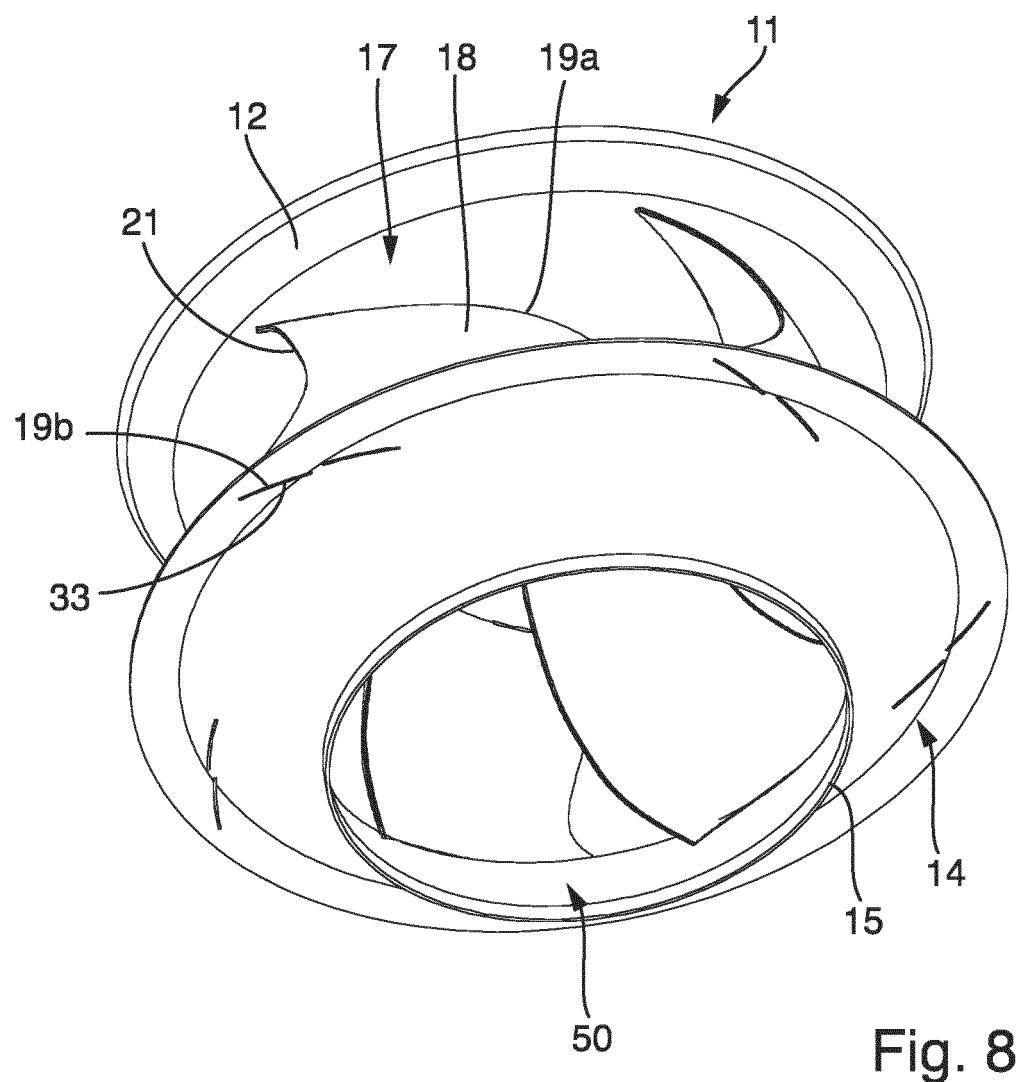


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 20 2991

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
	Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	X	EP 1 995 466 A1 (DAIKIN IND LTD [JP]) 26. November 2008 (2008-11-26) * Absätze [0045] – [0115]; Abbildungen 1-8	1, 2, 4-9, 12, 13, 15 3	INV. F04D29/02 F04D29/28 F04D29/30
15	Y	*		
15	X	EP 2 835 539 A1 (LG ELECTRONICS INC [KR]) 11. Februar 2015 (2015-02-11)	1, 4-7, 11-14	
15	Y	* Absätze [0030] – [0080]; Abbildungen 1-7	3	
15		*		
20	X	----- CN 212 028 170 U (HANGZHOU DUNLI ELECTRIC APPLIANCES CO LTD; ZHEJIANG MAIDUN TECH CO LTD) 27. November 2020 (2020-11-27)	1, 5-7, 11, 13	
20	Y	* Absätze [0027], [0028]; Abbildungen 1-3	10	
20		*		
25	Y	----- WO 2014/168261 A1 (NISSHINBO MECHATRONICS INC [JP]) 16. Oktober 2014 (2014-10-16) * Absatz [0008]; Abbildungen 1-13 *	10	
25		-----		
30	A	EP 2 940 313 A2 (EBM PAPST MULFINGEN GMBH & CO [DE]) 4. November 2015 (2015-11-04) * Absätze [0029] – [0041]; Abbildungen 1-12; Beispiel U106 *	1, 13	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
30		-----		F04D
35	A	EP 1 738 863 A1 (SPX CORP [US]) 3. Januar 2007 (2007-01-03) * Absätze [0037] – [0040]; Abbildungen 3, 4	2, 3, 14	
35		*		
35		-----		
40				
45				
50	3	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
50	EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 22. März 2022	Prüfer Nobre Correia, S
55		KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
55		X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		

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

EP 21 20 2991

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-03-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	EP 1995466 A1 26-11-2008	CN 101395382 A EP 1995466 A1 JP 3953085 B1 JP 2007239567 A US 2009047133 A1 US 2013276303 A1 WO 2007102476 A1	25-03-2009 26-11-2008 01-08-2007 20-09-2007 19-02-2009 24-10-2013 13-09-2007	
20	EP 2835539 A1 11-02-2015	EP 2835539 A1 WO 2014182126 A1	11-02-2015 13-11-2014	
25	CN 212028170 U 27-11-2020	KEINE		
30	WO 2014168261 A1 16-10-2014	JP 6161940 B2 JP 2014206084 A WO 2014168261 A1	12-07-2017 30-10-2014 16-10-2014	
35	EP 2940313 A2 04-11-2015	CN 105020173 A DE 102014207903 A1 DE 202015008944 U1 EP 2940313 A2 US 2015308451 A1	04-11-2015 12-11-2015 19-04-2016 04-11-2015 29-10-2015	
40	EP 1738863 A1 03-01-2007	AU 2006202878 A1 BR PI0602449 A CA 2550392 A1 EP 1738863 A1 US 2007002686 A1	18-01-2007 21-02-2007 30-12-2006 03-01-2007 04-01-2007	
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102011013841 A1 [0002]
- EP 2942531 A1 [0003]