



(11) **EP 3 577 346 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.02.2024 Patentblatt 2024/07

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04D 17/12 ^(2006.01) **F04D 25/16** ^(2006.01)
F04D 29/42 ^(2006.01) **F04D 29/44** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18729652.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04D 17/122; F04D 25/16; F04D 29/4206;
F04D 29/441

(22) Anmeldetag: **05.06.2018**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2018/064773

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2019/001911 (03.01.2019 Gazette 2019/01)

(54) **TURBOVERDICHTER MIT INTEGRIERTEN STRÖMUNGSKANÄLEN**

TURBO COMPRESSOR WITH INTEGRATED FLOW CHANNELS

TURBOCOMPRESSEUR POURVU DE CANAUX D'ÉCOULEMENT INTÉGRÉS

(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: **27.06.2017 DE 102017114233**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.12.2019 Patentblatt 2019/50

(73) Patentinhaber: **ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG**
74673 Mulfingen (DE)

(72) Erfinder:
• **HOFMANN, Walter**
74673 Mulfingen-Ailingen (DE)
• **BICKEL, Rolf**
97999 Igersheim (DE)

(74) Vertreter: **Staeger & Sperling**
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Sonnenstraße 19
80331 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 749 992 CN-A- 106 762 841
GB-A- 753 231 GB-A- 806 135
GB-A- 831 409 US-A1- 2017 030 372

EP 3 577 346 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 einen Turboverdichter, insbesondere zum Einsatz in der Kältetechnik.

[0002] Turboverdichter sind eine eigene Gattung der Verdichter, bei denen durch ein oder mehrere rotierende Laufräder einem strömenden Fluid Energie zugesetzt wird. Turboverdichter arbeiten kontinuierlich und sind durch eine geringe Druckerhöhung pro Verdichterstufe und hohen Volumendurchsatz gekennzeichnet.

[0003] Als Bauarten sind sowohl Radial- als auch Axialverdichter bekannt, wobei beim Radialverdichter das Fluid axial in das Laufrad der Verdichterstufe angesaugt und anschließend nach radial außen ausgeblasen wird. Bei mehrstufigen Radialverdichtern erfolgt deshalb hinter jeder Verdichterstufe eine Strömungsumlenkung.

[0004] Bei einem zweistufigen Turboverdichter ist es notwendig und aus dem Stand der Technik bekannt, einen Strömungskanal zwischen der ersten und der zweiten Verdichterstufe vorzusehen. Bei bekannten Lösungen erfolgt dies zumeist durch eine Überleitung der Strömung von der ersten zur zweiten Verdichterstufe durch eine außerhalb des Verdichtergehäuses verlaufende Rohrleitung.

[0005] Dabei ist nachteilig, dass es durch die Rohrleitung zu einem unerwünscht hohen Druckverlust kommt. Zudem sind die Anteile an dynamischem und statischem Druck festgelegt und nicht beeinflussbar. Schließlich ist der Raumbedarf des Turboverdichters mit außerhalb des Verdichtergehäuses verlaufender Rohrleitung zur Verbindung der ersten und zweiten Verdichterstufe hoch. Druckschriftlicher Stand der Technik im vorliegenden technischen Gebiet ist in den Dokumenten GB 831,409 A, GB 753,231 A, GB 806,135 A, US 2017 030 372 A1, EP 174 992 A1 und CN 106762841 A offenbart.

[0006] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen kompakter bauenden Turboverdichter zum Einsatz in der Kältetechnik bereitzustellen, der einen geringeren Druckverlust aufweist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

[0008] Erfindungsgemäß wird ein Turboverdichter mit einem Verdichtergehäuse vorgeschlagen, in dem zumindest eine erste Verdichterstufe und eine zweite Verdichterstufe vorgesehen sind, wobei in der ersten und zweiten Verdichterstufe jeweils ein Laufrad auf einer Antriebswelle angeordnet ist und die Laufräder im Betrieb jeweils eine Verdichterströmung erzeugen. Innerhalb des Verdichtergehäuses sind mehrere in das Verdichtergehäuse integrierte, die erste und die zweite Stufe strömungsverbindende Strömungskanäle vorgesehen, die gleichmäßig über einen Umfang des Verdichtergehäuses verteilt angeordnet sind.

[0009] Durch den Einsatz einer Vielzahl von Strömungskanälen lässt sich der Strömungsquerschnitt jedes einzelnen Strömungskanals reduzieren und bedarfsgemäß anpassen. Die Strömungsführung des Strömungsfluids zwischen der ersten und zweiten Verdich-

terstufe ist mithin ebenfalls über den Umfang des Verdichtergehäuses verteilt lokal beeinflussbar, so dass die Anteile von statischem und dynamischem Druck variabel abgestimmt bzw. festgelegt werden können.

[0010] Weiterhin ist vorteilhaft, dass die Gesamtlänge jedes einzelnen Strömungskanals durch die in das Verdichtergehäuse integrierte Ausbildung kürzer ist und sich auch deshalb die Druckverluste verringern. Die Integration der Strömungskanäle in das Verdichtergehäuse verkleinert zudem den Gesamtaufbau und Raumbedarf des Turboverdichters, erhöht die Robustheit und verringert den Montageaufwand.

[0011] In einer vorteilhaften Ausführungsvariante des Turboverdichters ist vorgesehen, dass die Strömungskanäle symmetrisch über den gesamten Umfang des Verdichtergehäuses verteilt angeordnet sind. Die symmetrische Verteilung ermöglicht eine symmetrische Abströmung aus der ersten Verdichterstufe und eine symmetrische Zuströmung in die zweite Verdichterstufe. Dies fördert eine gleichmäßige Strömungsverteilung und mithin den Wirkungsgrad des Turboverdichters.

[0012] Ferner ist bei dem Turboverdichter als Ausführung vorsehbar, dass die Summe der Strömungskanalquerschnittsfläche ($A_1 + A_2 + \dots + A_n$) eine Gesamtquerschnittsfläche bildet, die größer oder gleich dem Produkt aus Laufraddurchmesser (U_r) des Laufrads der ersten Verdichterstufe, der Ausblasbreite (S_{ar}) des Laufrads der ersten Verdichterstufe und π ist. Es gilt folglich $A_1 + A_2 + \dots + A_n \geq U_r \cdot S_{ar} \cdot \pi$.

[0013] In einer strömungstechnisch vorteilhaften Ausführungsform weisen die Strömungskanäle einen ovalen Strömungskanalquerschnitt auf. Dabei ist als Ausführungsbeispiel vorsehbar, dass die Strömungskanalquerschnitte der Strömungskanäle jeweils eine Querschnittshöhe (l) aufweisen, die größer oder gleich groß zu einer in Radialrichtung verlaufenden Querschnittsbreite (b) ist, wobei die Querschnittshöhe senkrecht zur Querschnittsbreite verläuft. Es gilt somit $l \geq b$.

[0014] Ferner ist bei dem Turboverdichter erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Strömungskanäle entlang ihrer Axialerstreckung in Umfangsrichtung dreidimensional gebogen verlaufen, d.h. die Strömungskanäle erstrecken sich gleichzeitig in axialer Richtung und in Umfangsrichtung innerhalb des Verdichtergehäuses.

[0015] Die über den Umfang des Verdichtergehäuses gleichmäßige Verteilung der Strömungskanäle umfasst zudem eine Lösung, bei der das Verdichtergehäuse, wenn es in einer axialen Schnittansicht gesehen in vier gleich große um die Rotationsachse der Laufräder verteilte Quadranten aufgeteilt ist, in jedem der vier Quadranten mindestens einen Strömungskanal aufweist.

[0016] Ferner ist eine Ausführungsvariante umfasst, bei der der Turboverdichter dadurch gekennzeichnet ist, dass das Laufrad der ersten Verdichterstufe in axialer Richtung von dem Laufrad der zweiten Verdichterstufe durch eine Zwischenplatte getrennt ist. Der Turboverdichter wird als Radialverdichter ausgebildet, wobei die Strömung des Laufrads der ersten Verdichterstufe ent-

lang der Zwischenplatte nach radial außen geführt und im radialen Außenbereich des Verdichtergehäuses in die Strömungskanäle eingeleitet wird.

[0017] In einem Ausführungsbeispiel ist ferner vorgesehen, dass das Laufrad der ersten Verdichterstufe baugleich zu dem Laufrad der zweiten Verdichterstufe ausgebildet ist. Auch ist eine Variante umfasst, bei der die beiden Laufräder baugleich, jedoch unterschiedlich dimensioniert ausgebildet sind, so dass beispielsweise das Laufrad der zweiten Verdichterstufe größer baut als dasjenige der ersten Verdichterstufe.

[0018] Strömungstechnisch günstig ist ferner eine Ausführung des Turboverdichters, bei der das Laufrad der ersten Verdichterstufe gekrümmte Laufradschaufeln aufweist, wobei eine Krümmungsrichtung der Laufradschaufeln einer Biegungsrichtung der in Umfangsrichtung gebogen verlaufenden Strömungskanäle entgegenläuft.

[0019] In einer bezüglich der Teilezahl und des Montageaufwandes vorteilhaften Ausführungsform ist das Verdichtergehäuse einteilig ausgebildet. Bei einem einteiligen Verdichtergehäuse können die Strömungskanäle beispielsweise durch das dem Fachmann in der Technik bekannte Kokillengussverfahren mit Lost-Core-Technik (bspw. Kern-Ausschmelz-Technik) erreicht werden.

[0020] Dabei ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Verdichtergehäuse zumindest teilweise aus Vollmaterial gebildet ist und sich die Strömungskanäle durch das Vollmaterial des Verdichtergehäuses hindurch erstrecken.

[0021] Der Turboverdichter ist vorzugsweise als Turbokältemittelverdichter in einer Bauart als Radialverdichter ausgebildet.

[0022] Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise aufgeschnittene Ansicht der ersten und zweiten Verdichterstufe eines Turboverdichters;

Fig. 2 eine schematische axiale Draufsicht von der Seite der ersten Verdichterstufe.

[0023] Die Figuren 1 und 2 zeigen beispielhaft schematisch ein Ausführungsbeispiel einer ersten und zweiten Verdichterstufe 13, 14 eines Turboverdichters 1 in einer teilweise aufgeschnittenen Ansicht, wobei der Turboverdichter 1 als Turbokältemittelverdichter in einer Bauart eines Radialverdichters ausgebildet ist. Der Turboverdichter 1 weist ein einteiliges Verdichtergehäuse 2 mit einer darin sich entlang der Rotationsachse erstreckender Antriebswelle 12 auf, auf der sowohl das Laufrad 5 der ersten Verdichterstufe 13 als auch das Laufrad 6 der zweiten Verdichterstufe 14 befestigt sind. Die beiden Laufräder 5, 6 sind in axialer Richtung durch die Zwi-

schenplatte 16 räumlich und strömungstechnisch getrennt. Das Laufrad 5 der ersten Verdichterstufe 13 saugt im Betrieb axial parallel zur Antriebswelle 12 ein Strömungsfluid an und drängt es radial in den sich in dem Verdichtergehäuse 2 nach radial auswärts erstreckenden Austrittsdiffusor 8, wo es anschließend in die Vielzahl der Strömungskanäle 4 eintritt. Die Strömungskanäle 4 sind symmetrisch über den gesamten Umfang des Verdichtergehäuses 2 gleichmäßig verteilt angeordnet und in das Verdichtergehäuse 2 integriert. Dabei erzeugen sie eine Strömungsverbindung zwischen der ersten und der zweiten Verdichterstufe 13, 14. In der zweiten Verdichterstufe 14 enden die Strömungskanäle 4 in der Axialkammer 10 vor dem Laufrad 6 der zweiten Verdichterstufe 14, so dass das Strömungsfluid von dem Laufrad 6 axial ansaugbar ist und radial in Richtung des Auslasses 9 gefördert werden kann. Die Laufräder 5, 6 weisen jeweils in gleicher Richtung gekrümmte Laufradschaufel 17, 18 auf. Zudem sind die Laufräder 5, 6 von der Art und Ausbildung baugleich, lediglich unterschiedlich groß dimensioniert.

[0024] Figur 2 zeigt eine schematische axiale Draufsicht von der Seite der ersten Verdichterstufe 13 aus Figur 1 mit einer Darstellung des Verlaufs der Strömungskanäle 4 sowie deren Querschnittsgröße und Querschnittsform. Über den Umfang des Verdichtergehäuses 2 symmetrisch und im jeweils identischen Bogenmaß a_1 , a_2 verteilt sind sechs geometrisch identisch geformte Strömungskanäle 4 mit jeweils einem im Wesentlichen ovalen Strömungskanalquerschnitt 7, der durch eine Querschnittshöhe l und eine Querschnittsbreite b gekennzeichnet ist, wobei die Querschnittsbreite b in Radialrichtung und die Querschnittshöhe l senkrecht hierzu, d.h. in Tangentialrichtung verläuft. Die Querschnittshöhe l ist in der gezeigten Ausführung um den Faktor 1,2 größer als die Querschnittsbreite b . Die Fläche aller Strömungskanalquerschnitte 7 ist größer als das Produkt aus einem Durchmesser des Laufrads 5 der ersten Verdichterstufe 13, der Ausblasbreite S_{ar} des Laufrads 5 der ersten Verdichterstufe 13 und π .

[0025] Wieder Bezugnehmend auf Figur 2 ist der Verlauf der Strömungskanäle 4 unter Darstellung der verdeckten Kanten dargestellt, wobei zu erkennen ist, dass die Strömungskanäle jeweils entlang ihrer Axialerstreckung in Umfangsrichtung dreidimensional gebogen verlaufen und eine Sternform bilden. Die Krümmung der Laufradschaufeln 17 des Laufrads 5 der ersten Verdichterstufe 13 laufen bezüglich ihrer Krümmungsrichtung entgegengesetzt zur Biegungsrichtung der Strömungskanäle 4 in Umfangsrichtung.

[0026] In der Ansicht gemäß Figur 2 ist ferner zu erkennen, dass in jedem der vier Quadranten mindestens einen Strömungskanal 4 verläuft.

[0027] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf das vorstehend angegebene Ausführungsbeispiel. Vielmehr kann auch ein mehrteiliges Verdichtergehäuse verwendet werden, bei dem die erste und zweite Verdichterstufe axial weiter beabstandet sind. Die

Strömungskanäle werden dann beispielsweise in einen radialen Außenrandabschnitt des Verdichtergehäuses integriert. Weitere Bauteile des Turboverdichters sind nicht dargestellt, soweit sie für das Verständnis der Erfindung nicht relevant sind.

Patentansprüche

1. Turboverdichter (1) mit einem Verdichtergehäuse (2), in dem zumindest eine erste Verdichterstufe (13) und eine zweite Verdichterstufe (14) vorgesehen sind, wobei in der ersten und zweiten Verdichterstufe (13, 14) jeweils ein Laufrad (5, 6) auf einer Antriebswelle (12) angeordnet ist und die Laufräder (5, 6) im Betrieb jeweils eine Verdichterströmung erzeugen, wobei innerhalb des Verdichtergehäuses (2) mehrere in das Verdichtergehäuse (2) integrierte, die erste und die zweite Verdichterstufe (13, 14) strömungsverbindende Strömungskanäle (4) vorgesehen sind, die gleichmäßig über einen Umfang des Verdichtergehäuses (2) verteilt angeordnet sind, wobei das Verdichtergehäuse (2) zumindest teilweise aus Vollmaterial gebildet ist und sich die Strömungskanäle (4) durch das Vollmaterial des Verdichtergehäuses (2) hindurch erstrecken, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungskanäle (4) entlang ihrer Axialerstreckung in Umfangsrichtung dreidimensional gebogen verlaufen. 10
2. Turboverdichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungskanäle (4) symmetrisch über den gesamten Umfang des Verdichtergehäuses (2) verteilt angeordnet sind. 15
3. Turboverdichter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungskanäle (4) jeweils eine Strömungskanalquerschnittsfläche (A_1 , A_2 , ... A_n) aufweisen und die Summe der Strömungskanalquerschnittsflächen eine Gesamtquerschnittsfläche bildet, die größer oder gleich einem Produkt aus einem Durchmesser (U_r) des Laufrads (5) der ersten Verdichterstufe (13), einer Ausblasbreite (S_{ar}) des Laufrads (5) der ersten Verdichterstufe (13) und π , so dass gilt $A_1 + A_2 + \dots + A_n \geq U_r \cdot S_{ar} \cdot \pi$. 20
4. Turboverdichter nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungskanäle (4) einen ovalen Strömungskanalquerschnitt aufweisen. 25
5. Turboverdichter nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungskanalquerschnitte der Strömungskanäle (4) jeweils eine Querschnittshöhe (l) aufweisen, die größer oder gleich groß zu einer in Radialrichtung verlaufenden Querschnittsbreite (b) ist, wobei die Querschnittshö-

he (l) senkrecht zur Querschnittsbreite (b) verläuft, so dass gilt $l \geq b$.

6. Turboverdichter nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdichtergehäuse (2), das in einer axialen Schnittansicht gesehen in vier gleich große um eine Rotationsachse verteilte Quadranten aufteilbar ist, in jedem der vier Quadranten mindestens einen Strömungskanal (4) aufweist. 30
7. Turboverdichter nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laufrad (5) der ersten Verdichterstufe (13) in axialer Richtung von dem Laufrad (6) der zweiten Verdichterstufe (14) durch eine Zwischenplatte (16) getrennt ist. 35
8. Turboverdichter nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laufrad (5) der ersten Verdichterstufe (13) baugleich zu dem Laufrad (6) der zweiten Verdichterstufe (14) ausgebildet ist. 40
9. Turboverdichter nach einem der vorigen Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laufrad (5) der ersten Verdichterstufe (13) gekrümmte Laufradschaufeln (17) aufweist, wobei eine Krümmungsrichtung der Laufradschaufeln (17) einer Biegeungsrichtung der Strömungskanäle (4) in Umfangsrichtung entgegengerichtet ist. 45
10. Turboverdichter nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdichtergehäuse (2) einteilig ausgebildet ist. 50
11. Turboverdichter nach einem der vorigen Ansprüche ausgebildet als Turbokältemittelverdichter. 55

Claims

1. A turbo compressor (1) comprising a compressor housing (2), in which at least one first compressor stage (13) and a second compressor stage (14) are provided, wherein in each of the first and second compressor stages (13, 14), an impeller (5, 6) is arranged on a driveshaft (12) and the impellers (5, 6) each generate a compressor flow during operation, wherein within the compressor housing (2), multiple flow channels (4) are provided which are integrated into the compressor housing (2) and fluidically connect the first and second compressor stages (13, 14) and are distributed uniformly over a circumference of the compressor housing (2), wherein the compressor housing (2) is formed at least partially from solid material and the flow channels (4) extend through the solid material of the compressor housing (2), **characterized in that** the flow channels (4) are bent

three-dimensionally along their axial extent in the circumferential direction.

2. The turbo compressor according to claim 1, **characterized in that** the flow channels (4) are arranged symmetrically distributed over the entire circumference of the compressor housing (2).
3. The turbo compressor according to claim 1 or 2, **characterized in that** the flow channels (4) each have a flow channel cross-sectional area (A_1 , A_2 , ... A_n) and the sum of the flow channel cross-sectional areas forms a total cross-sectional area which is greater than or equal to a product of a diameter (U_r) of the impeller (5) of the first compressor stage (13), a discharge width (S_{ar}) of the impeller (5) of the first compressor stage (13), and π , such that $A_1 + A_2 + \dots + A_n \geq U_r \cdot S_{ar} \cdot \pi$.
4. The turbo compressor according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the flow channels (4) have an oval flow channel cross-section.
5. The turbo compressor according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the flow channel cross-sections of the flow channels (4) each have a cross-sectional height (l) which is greater than or equal to a cross-sectional width (b) running in the radial direction, wherein the cross-sectional height (l) runs perpendicular to the cross-sectional width (b), such that $l \geq b$.
6. The turbo compressor according to any one of the preceding claims, **characterized in that** in the compressor housing (2), which, when viewed in an axial sectional view, can be divided into four equally sized quadrants distributed about a rotational axis, has at least one flow channel (4) in each of the four quadrants.
7. The turbo compressor according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the impeller (5) of the first compressor stage (13) is separated in the axial direction from the impeller (6) of the second compressor stage (14) by an intermediate plate (16).
8. The turbo compressor according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the impeller (5) of the first compressor stage (13) is identical in design to the impeller (6) of the second compressor stage (14).
9. The turbo compressor according to any one of the preceding claims 1 to 8, **characterized in that** the impeller (5) of the first compressor stage (13) has curved impeller blades (17), wherein a direction of curvature of the impeller blades (17) runs counter to

a bend direction of the flow channels (4) in the circumferential direction.

10. The turbo compressor according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the compressor housing (2) is designed in one piece.
11. The turbo compressor according to any one of the preceding claims, designed as a turbo refrigerant compressor.

Revendications

1. Turbocompresseur (1) avec un boîtier de compresseur (2), dans lequel au moins un premier étage de compresseur (13) et un second étage de compresseur (14) sont prévus, dans lequel respectivement une roue à aubes (5, 6) est disposée sur un arbre d'entraînement (12) dans le premier et second étage de compresseur (13, 14), et les roues (5, 6) génèrent respectivement un écoulement de compresseur pendant le fonctionnement, dans lequel plusieurs canaux d'écoulement (4) intégrés dans le boîtier de compresseur (2), reliant en écoulement le premier et le second étage de compresseur (13, 14), sont prévus à l'intérieur du boîtier de compresseur (2), qui sont répartis de manière uniforme sur une circonférence du boîtier de compresseur (2), dans lequel le boîtier de compresseur (2) est formé au moins en partie d'un matériau plein et les canaux d'écoulement (4) s'étendent à travers le matériau plein du boîtier de compresseur (2), **caractérisé en ce que** les canaux d'écoulement (4) sont courbés tridimensionnellement le long de leur étendue axiale dans la direction circonférentielle.
2. Turbocompresseur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les canaux d'écoulement (4) sont répartis symétriquement sur toute la circonférence du boîtier de compresseur (2).
3. Turbocompresseur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les canaux d'écoulement (4) présentent respectivement une surface de section transversale de canal d'écoulement (A_1 , A_2 , ... A_n) et la somme des surfaces de section transversale de canal d'écoulement forme une surface de section transversale totale qui est supérieure ou égale à un produit d'un diamètre (U_r) de la roue (5) du premier étage de compresseur (13), d'une largeur de soufflage (S_{ar}) de la roue (5) du premier étage de compresseur (13) et de π , de sorte que $A_1 + A_2 + \dots + A_n > U_r \cdot S_{ar} \cdot \pi$.
4. Turbocompresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les canaux d'écoulement (4) présentent une section

transversale de canal d'écoulement ovale.

5. Turbocompresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les sections transversales de canal d'écoulement (4) présentent respectivement une hauteur de section transversale (l) qui est supérieure ou égale à une largeur de section transversale (b) s'étendant dans la direction radiale, dans lequel la hauteur de section transversale (l) est perpendiculaire à la largeur de section transversale (b), de sorte que $l \geq b$.

5
10
6. Turbocompresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le boîtier de compresseur (2), qui, vu en coupe axiale, peut être divisé en quatre quadrants de dimensions égales répartis autour d'un axe de rotation, présente au moins un canal d'écoulement (4) dans chacun des quatre quadrants.

15
20
7. Turbocompresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la roue (5) du premier étage de compresseur (13) est séparée de la roue (6) du second étage de compresseur (14) par une plaque intermédiaire (16) dans la direction axiale.

25
8. Turbocompresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la roue (5) du premier étage de compresseur (13) est réalisée de manière identique à la roue (6) du second étage de compresseur (14).

30
9. Turbocompresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 8, **caractérisé en ce que** la roue (5) du premier étage de compresseur (13) présente des aubes de roue courbées (17), dans lequel une direction de courbure des aubes de roue (17) s'oppose à une direction de courbure des canaux d'écoulement (4) dans la direction circonférentielle.

35
40
10. Turbocompresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le boîtier de compresseur (2) est réalisé d'une seule pièce.

45
11. Turbocompresseur selon l'une quelconque des revendications précédentes réalisé comme un turbocompresseur frigorifique.

50

55

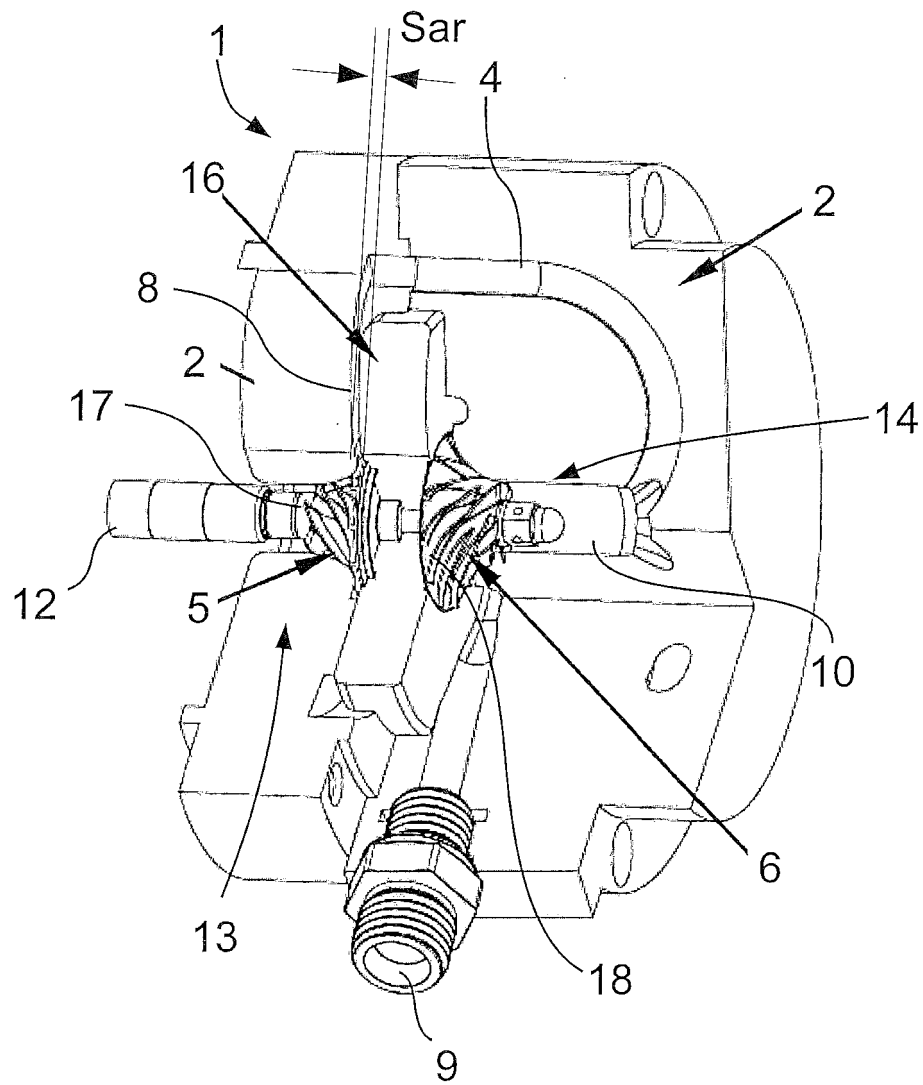


Fig. 1

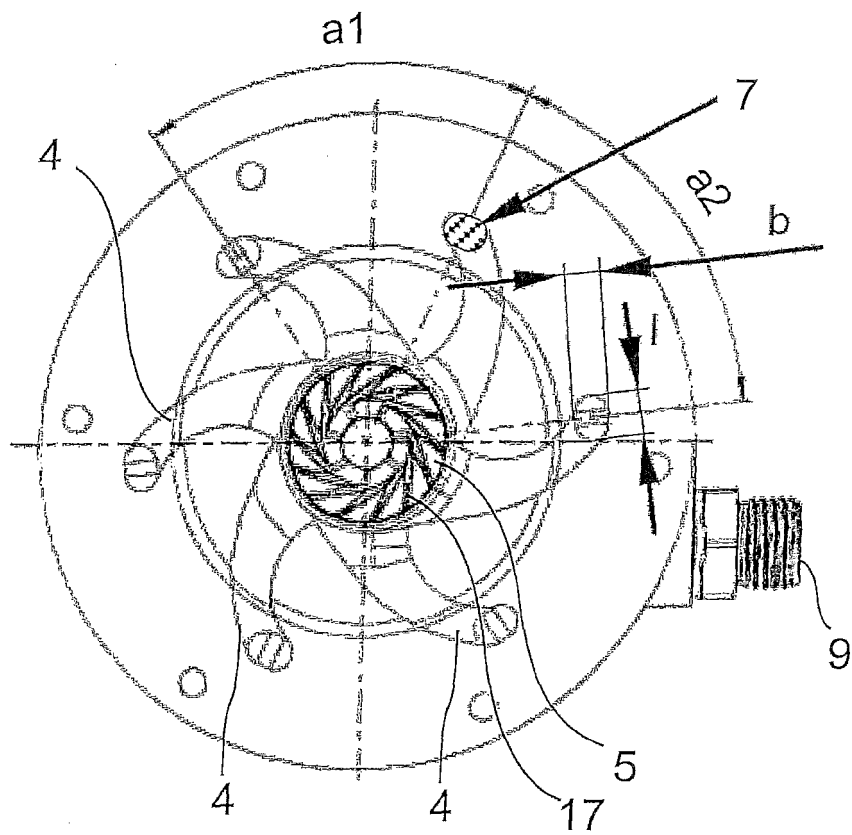


Fig. 2

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

- GB 831409 A [0005]
- GB 753231 A [0005]
- GB 806135 A [0005]
- US 2017030372 A1 [0005]
- EP 174992 A1 [0005]
- CN 106762841 A [0005]