

(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
1. Mai 2014 (01.05.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/064284 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F04D 29/28 (2006.01) *F04D 29/66* (2006.01)
F04D 29/30 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/072460
- (22) Internationales Anmeldedatum:
26. Oktober 2013 (26.10.2013)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2012 021 845.1
27. Oktober 2012 (27.10.2012) DE
- (71) Anmelder: EBM-PAPST ST. GEORGEN GMBH &
CO. KG [DE/DE]; Hermann-Papst-Str. 1, 78112 St.
Georgen (DE).
- (72) Erfinder: KUHNERT, Gerhard; Fohlenweg 4, 78048
VS-Villingen (DE).
- (74) Anwälte: RAIBLE, Tobias et al.; Bolzstrasse 3, 70173
Stuttgart (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, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FAN HAVING A FAN WHEEL

(54) Bezeichnung : LÜFTER MIT EINEM LÜFTERRAD

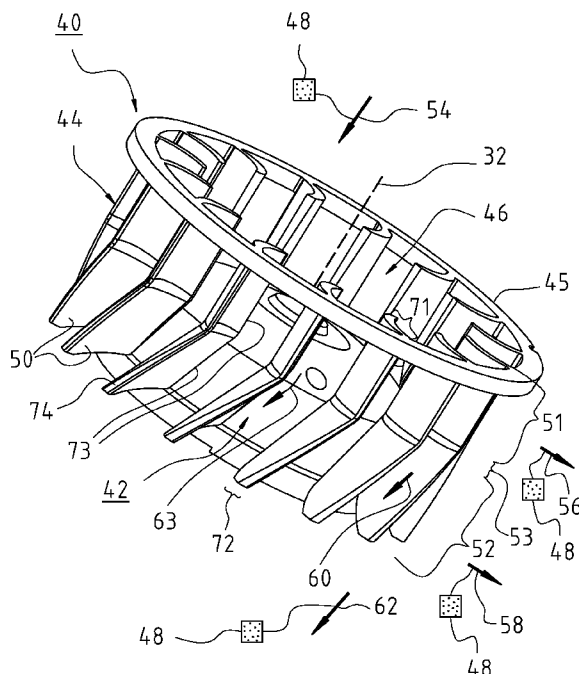


Fig. 3

(57) Abstract: A fan (30) has a fan wheel (40) which is of cup-like configuration, a base part (42), a vane ring (44) which is arranged on the circumference thereof, and a fluid inlet opening (46). The vane ring (44) has a plurality of vanes (50) for conveying a fluid (48), wherein the vanes (50) are connected to the base part (42). The vanes (50) are formed as radial fan vanes in a first region (51) of the vanes (50) and are formed in a helical manner in a second region (52) of the vanes (50), in order to bring about radial conveying (58) and axial (60, 62) conveying of the fluid (48) in the second region. The vanes (50) have a transition region (53), in which a change takes place from the first region (51) to the second region (52).

(57) Zusammenfassung: Ein Lüfter (30) hat ein Lüfterrad (40), welches topfartig ausgebildet ist, ein Basisteil (42), einen an seinem Umfang angeordneten Schaufelkranz (44) und eine Fluideintrittsöffnung (46). Der Schaufelkranz (44) hat eine Mehrzahl von Schaufeln (50) zur Förderung eines Fluids (48), wobei die Schaufeln (50) mit dem Basisteil (42) verbunden sind. Die Schaufeln (50) sind in einem ersten Bereich (51) der Schaufeln (50) als Radiallüfter-Schaukeln ausgebildet und in einem zweiten Bereich (52) der Schaufeln (50) schraubenartig ausgebildet, um im zweiten Bereich eine radiale Förderung (58) und eine axiale (60, 62) Förderung des Fluids (48) zu bewirken. Die Schaufeln (50) haben einen Übergangsbereich (53), in dem ein Wechsel vom ersten Bereich (51) zum zweiten Bereich (52) stattfindet.



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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Lüfter mit einem Lüfterrad

Die Erfindung betrifft einen Lüfter mit einem Lüfterrad.

Lüfter bzw. Ventilatoren gehören neben Pumpen und Verdichtern zur Gattung der Strömungsarbeitsmaschinen. Ein Lüfter hat ein Lüfterrad, das mit Schaufeln besetzt ist, einen Antriebsmotor sowie bevorzugt ein Gehäuse mit der Lagerung und der Strömungsführung. Die umlaufenden Schaufeln sind so gestaltet, dass sie dem strömenden Arbeitsmedium (z.B. Luft oder ein anderes Gas) eine Richtungsänderung erteilen und ihm dadurch Druck- und Geschwindigkeitsenergie zuführen. Das Lüfterrad wird auch als Laufrad bezeichnet.

Je nach geometrischer Formgebung des Lüfterrads unterscheidet man verschiedene Bauarten, wobei sich die Benennung üblicherweise auf die Hauptströmungsrichtung im Lüfterrad bezieht.

Axiallüfter haben ein Lüfterrad, das einem Propeller ähnelt. Die Durchströmung des Lüfterrads erfolgt weitgehend parallel zur Rotationsachse, also in axialer Richtung, woraus sich der Namen ableitet.

Das Lüfterrad eines **Radiallüfters** hat eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Mühlrad. Die Einsaugströmung verläuft in axialer und die Durchströmung des Lüfterrades in radialer Richtung. Die Schaufeln des Lüfterrads sind üblicherweise auf einer Tragscheibe befestigt, und sie fördern das Strömungsmedium von innen nach außen.

Diagonallüfter ähneln vom grundsätzlichen Aufbau her den Axiallüftern und werden auch „halbaxiale“ Ventilatoren genannt. Die Ansaugung erfolgt axial, und die Ausströmung diagonal. Im Englischen spricht man von einem mixed-flow fan.

Die unterschiedlichen Lüftertypen haben unterschiedliche lufttechnische Eigenschaften, und so ist z.B. – grob eingeteilt – mit Radiallüftern ein großer Druckaufbau möglich, mit Diagonallüftern ein mittlerer Druckaufbau und mit Axiallüftern nur ein niedriger Druckaufbau, bezogen auf ähnliche Lüftergrößen.

Die US 6 206 087 B1 und US 6 328 529 B1 zeigen einen Kühlkörper mit Kühlrippen und einem Axiallüfter, der über den Kühlrippen befestigt ist. Dies führt zu einer großen axialen Höhe des Kühlkörpers.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Lüfter mit einem neuen Lüfterrad bereit zu stellen.

Diese Aufgabe wird insbesondere gelöst durch einen Lüfter, welcher aufweist:

Ein Lüfterrad, welches topfartig ausgebildet ist, ein Basisteil, einen an seinem Umfang angeordneten Schaufelkranz und eine Fluideintrittsöffnung, wobei der Schaufelkranz eine Mehrzahl von Schaufeln zur Förderung eines Fluids aufweist, wobei die Schaufeln mit dem Basisteil verbunden sind, wobei die Schaufeln

- in einem ersten Bereich der Schaufeln als Radiallüfter-Schaukeln ausgebildet sind, und
- in einem zweiten Bereich der Schaufeln schraubenartig ausgebildet sind, um im zweiten Bereich eine radiale Förderung und eine axiale Förderung des Fluids zu bewirken,

und wobei die Schaufeln einen Übergangsbereich aufweisen, in dem ein Wechsel vom ersten Bereich zum zweiten Bereich stattfindet.

Bevorzugt weisen die Schaufeln im zweiten Bereich ein axiales Ende auf, wobei das axiale Ende zumindest teilweise in axialer Richtung offen ist, um dort eine Förderung des Fluids in axialer Richtung zu ermöglichen. Hierdurch kann in dem Fall, dass der zweite Bereich auf der Lufteinlassseite angeordnet ist, das Fluid in axialer Richtung zuströmen, und in dem Fall, dass der zweite Bereich auf der von der Lufteinlassseite abgewandten Seite angeordnet ist, kann das Fluid in axialer Richtung abströmen.

Bevorzugt ist das Basisteil als in den Schaufelkranz hineinragender Motordom ausgebildet ist, der an seinem Umfang eine Seitenwand aufweist, die sich in eine Richtung mit axialer Komponente erstreckt, wobei ein Teilbereich der Innenkante der Schaufeln direkt an der Seitenwand befestigt ist, und wobei der Teilbereich bevorzugt mindestens 10 % der gesamten Länge der Schaufeln umfasst. Bei einem solchen Basisteil ist das Vorsehen des zweiten Bereichs besonders vorteilhaft, um im Bereich um den Motordom Luft fördern zu können.

Bevorzugt sind die Schaufeln im ersten Bereich und im zweiten Bereich zumindest teilweise vorwärts gekrümmt sind.

Bevorzugt weisen die Schaufeln ein erstes, der Fluideintrittsöffnung zugeordnetes axiales Ende und ein zweites, vom ersten axialen Ende abgewandtes axiales Ende auf.

Bevorzugt ist das zweite axiale Ende zumindest teilweise in axialer Richtung offen, um dort eine Förderung des Fluids in axialer Richtung zu ermöglichen. Hierdurch kann am zweiten axialen Ende Luft in axialer Richtung gefördert werden.

Bevorzugt ist der zweite Bereich der Schaufeln derart angeordnet ist, dass er das zweite axiale Ende umfasst. Hierdurch wird am zweiten axialen Ende Luft axial beschleunigt.

Bevorzugt wird der Austrittswinkel β_2 der Schaufeln im zweiten Bereich zum zweiten axialen Ende hin zumindest bereichsweise kleiner.

Bevorzugt ist der zweite Bereich der Schaufeln derart angeordnet, dass er das erste axiale Ende umfasst. Hierdurch wird am ersten axialen Ende Luft axial beschleunigt.

Bevorzugt ist der Austrittswinkel β_2 der Schaufeln über die axiale Erstreckung L_{ax} der jeweiligen Schaufel nicht konstant ist.

Bevorzugt ist der Austrittswinkel β_2 der Schaufeln im zweiten Bereich zumindest teilweise kleiner als im ersten Bereich.

Bevorzugt ist der Winkelabstand φ_{diff} zwischen den Schaufeln mindestens so groß, dass diese in axialer Draufsicht nicht überlappen.

Bevorzugt weisen die Schaufeln ein erstes, der Fluideintrittsöffnung zugeordnetes axiales Ende auf, der Lüfter weist einen Haltering auf, wobei der Haltering im Bereich der ersten axialen Enden der Schaufeln angeordnet ist und diese miteinander verbindet.

Bevorzugt ist der Haltering in der Draufsicht außerhalb vom Basisteil angeordnet, so dass der Haltering und das Basisteil nicht überlappen.

Bevorzugt umfasst der erste Bereich mindestens 15 % der gesamten axialen Erstreckung L_{ax} der jeweiligen Schaufel, weiter bevorzugt mindestens 25 %.

Bevorzugt umfasst der zweite Bereich mindestens 15 % der gesamten axialen Erstreckung L_{ax} der jeweiligen Schaufel, weiter bevorzugt mindestens 25 %.

Bevorzugt gehen der erste Bereich und der zweite Bereich im Übergangsbereich ineinander über.

Bevorzugt weist der Übergangsbereich eine Biegung auf, um die Änderung des Verlaufs der Schaufeln zwischen dem ersten Bereich und dem zweiten Bereich zu bewirken.

Bevorzugt sind die Schaufeln im gesamten Übergangsbereich frei und damit fluidtechnisch wirksam, um dort den Übergang des Fluidstroms zwischen dem ersten Bereich und dem zweiten Bereich zu ermöglichen.

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen und in den Zeichnungen dargestellten, in keiner Weise als Einschränkung der Erfindung zu verstehenden Ausführungsbeispielen, sowie aus den Unteransprüchen. Es zeigt:

- Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Lüfter 30 mit einem Lüfterrad 40,
- Fig. 2 einen Axialschnitt entlang der Linie II – II durch den Lüfter 30 aus Fig. 1,
- Fig. 3 eine raumbildliche Darstellung des Lüfterrads 40 aus Fig. 1,
- Fig. 4 eine Seitenansicht des Lüfterrads 40 aus Fig. 3,
- Fig. 5 eine Draufsicht auf das Lüfterrad 40 aus Fig. 3,
- Fig. 6 einen Schnitt durch das Lüfterrad 40 aus Fig. 3 entlang der Linie VI – VI aus Fig. 5,
- Fig. 7 einen Schnitt durch das Lüfterrad 40 aus Fig. 3 entlang der Linie VII – VII aus Fig. 5,
- Fig. 8 einen Schnitt durch das Lüfterrad 40 aus Fig. 3 entlang der Linie VIII – VIII aus Fig. 4,
- Fig. 9 eine raumbildliche Darstellung eines Lüfterrads eines Radiallüfters nach dem Stand der Technik,
- Fig. 10 eine Draufsicht auf das Lüfterrad aus Fig. 9,
- Fig. 11 eine Erläuterung von Parametern zur Beschreibung des Aufbaus eines Lüfterrads,
- Fig. 12 eine Seitenansicht des Lüfterrads 40 aus Fig. 3,
- Fig. 13 einen Schnitt durch das Lüfterrad 40 entlang der Linie XIII – XIII aus Fig. 12,
- Fig. 14 einen Schnitt durch das Lüfterrad 40 entlang der Linie XIV – XIV aus Fig. 12,
- Fig. 15 einen Schnitt durch das Lüfterrad 40 entlang der Linie XV – XV aus Fig. 12,
- Fig. 16 einen Schnitt durch das Lüfterrad 40 entlang der Linie XVI – XVI aus Fig. 12,
- Fig. 17 eine raumbildliche Darstellung einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Lüfterrads 40,

- Fig. 18 eine Draufsicht auf das Lüfterrad 40 aus Fig. 17,
Fig. 19 eine Seitenansicht auf das Lüfterrad 40 aus Fig. 17,
Fig. 20 eine raumbildliche Darstellung einer beispielhaften Applikation mit einem Lüfter 30 gemäß Fig. 1,
Fig. 21 die beispielhafte Applikation aus Fig. 20, jedoch ohne Deckel am Lufteinlass,
Fig. 22 eine Draufsicht auf die Applikation aus Fig. 21, und
Fig. 23 einen Schnitt durch die Applikation aus Fig. 21 entlang der Linie XXIII – XXIII aus Fig. 22.

Fig. 1 zeigt eine Draufsicht auf einen Lüfter 30, welcher einen Flansch (Motorgehäuse) 34 und ein Lüfterrad 40 hat. Das Lüfterrad 40 hat eine Fluideintrittsöffnung 46.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch den Lüfter aus **Fig. 1**.

Der Lüfter hat den Flansch 34, einen Stator 35, eine Leiterplatte 36 mit elektronischen Bauelementen zur Steuerung des Lüfters 30 und eine Lageranordnung 37.

Ein Rotor 80 ist über die Lageranordnung 37 drehbar gelagert. Der Rotor 80 hat einen Rotortopf 81 mit daran befestigten Rotormagneten 82, die mit dem Stator 35 zusammenwirken, eine Nabe 84 und eine an der Nabe 84 befestigte Welle 86, die mit der Lageranordnung 37 zusammenwirkt, um eine Drehung des Rotors 80 mit dem Lüfterrad 40 um eine Drehachse 32 zu bewirken.

Der dargestellte Motor ist ein Außenläufermotor, und bei solchen Motoren ist die Erfindung besonders vorteilhaft, wenn – bevorzugt – das Lüfterrad 40 zumindest teilweise um den Außenrotor 80 herum angeordnet ist.

Das Lüfterrad 40 kann jedoch z.B. auch mit einem Innenläufer-Motor oder einem Scheibenläufer-Motor angetrieben werden.

Fig. 3 bis Fig. 8 zeigen verschiedene Ansichten des Lüfterrads 40 und Schnitte durch dieses. Die Beschreibung erfolgt anhand der Fig. 3, und die andere Figuren werden genannt, wenn diese den jeweiligen Aspekt besonders gut zeigen.

Das Lüfterrad 40 hat ein Basisteil 42, das auch als Motordom 42 bezeichnet wird. Am Umfang des Lüfterrads 40 ist ein Schaufelkranz 44 mit einer Mehrzahl von Schaufeln 50 angeordnet. Dies führt zu einer topfartigen Struktur des Lüfterrads 40, wie sie für einen Radiallüfter typisch ist. Durch den Schaufelkranz 44 wird eine Lufteintrittsöffnung 46 definiert, und um die Lufteintrittsöffnung 46 herum ist bevorzugt ein Haltering 45 angeordnet. Die Schaufeln 50 sind einerseits mit dem Basisteil 42 und andererseits bevorzugt mit dem Haltering 45 verbunden.

Das Basisteil 42 ragt bevorzugt in den Schaufelkranz 44 in Form eines Motordoms 42 hinein, und das Basisteil 42 hat an seinem Umfang eine Seitenwand 43, die sich in eine Richtung mit axialer Komponente erstreckt, also z.B. im Wesentlichen axial zur Lufteintrittsöffnung 46 hin, vgl. Fig. 6, oder schräg.

Aufbau der Schaufeln

Die Schaufeln 50 haben jeweils einen ersten Bereich 51 und einen zweiten Bereich 52. Im ersten Bereich 51 sind sie als Radiallüfter-Schaufeln ausgebildet, um dort eine im wesentlichen radiale Förderung eines Fluids zu bewirken. Im zweiten Bereich 52 sind die Schaufeln 50 schraubenartig ausgebildet, sie haben dort also eine deutlich sichtbare Schaufelsteigung bzw. Schaufelschräge. Die Schaufeln 50 haben einen Übergangsbereich 53, in dem der erste Bereich 51 und der zweite Bereich 52 ineinander übergehen. Im Übergangsbereich 53 findet also ein Wechsel vom ersten Bereich 51 zum zweiten Bereich 52 statt.

Der Übergangsbereich 53 hat bevorzugt eine Biegung, um die Änderung des Verlaufs der Schaufeln 50 zwischen dem ersten Bereich 51 und dem zweiten Bereich 52 zu bewirken. Die Biegung des Übergangsbereichs 53 hat zur Verringerung der

Geräusche bevorzugt eine Krümmung, sie kann aber auch als scharfer Knick ausgebildet sein.

Bevorzugt sind die Schaufeln im gesamten Übergangsbereich 53 frei und damit fluidtechnisch wirksam. Der Fluidstrom wird dort also nicht durch Stege oder ähnliches behindert. Dies verbessert den Übergang des Fluidstroms 63 (vgl. Fig. 3) zwischen dem ersten Bereich 51 und dem zweiten Bereich 52.

Bevorzugt sind die Schaufeln 50 sowohl im ersten Bereich 51 als auch im zweiten Bereich 52 gekrümmt ausgebildet, weiter bevorzugt vorwärts gekrümmt. Sie können aber auch rückwärts gekrümmt sein oder radial enden.

Die Schaufeln 50 haben ein erstes, der Fluideintrittsöffnung 46 zugeordnetes axiales Ende 71, ein zweites, vom ersten axialen Ende abgewandtes Ende 72, eine Innenkante (radial innere Kante) 73 und eine Außenkante (radial äußere Kante) 74.

Der Raum zwischen den Innenkanten 73 der Schaufeln 50 wird auch als Saugraum bezeichnet, da dort das Fluid 48 einströmen kann.

In diesem Ausführungsbeispiel umfasst der zweite Bereich 52 der Schaufeln 50 das zweite axiale Ende 72.

Zur weiteren Diskussion wird kurz auf den Aufbau eines konventionellen (normalen) Radiallüfters eingegangen. **Fig. 9** und **Fig. 10** zeigen einen Radiallüfter nach dem Stand der Technik. Die Bezugszeichen sind gegenüber den gleichartigen Teilen des erfindungsgemäßen Lüfters um 200 erhöht, um eine Verwechslung zu vermeiden. Das Lüfterrad 240 hat ein Basisteil 242 mit einer Seitenwand 243, Schaufeln 250 und einen Haltering 245, der die Schaufeln 250 miteinander verbindet. Bei solchen Lüfterrädern 240 führt das in das topfartige Lüfterrad 240 hineinragendes Basisteil 242 dazu, dass das Basisteil 242 als Hindernis für die zu fördernde Luft wirkt und daher die Luftförderung in dem Bereich der Schaufeln, der um das Basisteil 242 herum liegt, verringert wird. Aus diesem Grund wird bei solchen Radiallüftern am

unteren Bereich des Basisteils 242 üblicherweise eine nach außen ragende Ringplatte 249 vorgesehen, um einen Abstand bzw. Zwischenraum 249' zwischen den Innenkanten 273 der Schaufeln 250 und dem Basisteil 242 bzw. der Seitenwand 243 zu bewirken. Die Schaufeln 250 sind an der Ringplatte 249 angeordnet, so dass das Fluid durch diesen Zwischenraum 249' zum unteren Bereich des Lüfterrads strömen kann. Ohne einen solchen Zwischenraum 249' wird im Bereich des Basisteils 242 kaum Fluid gefördert.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist ebenfalls eine Ausgestaltung des Basisteils 42 mit einer solchen Ringplatte 249 möglich. Es hat sich jedoch gezeigt, dass durch die Ausgestaltung der Schaufeln 50 mit dem zweiten Bereich 52 auch dann Fluid 48 im von der Eintrittsöffnung 46 abgewandten („unteren“) Bereich des Lüfterrads 40 gefördert werden kann, wenn die Innenkante 73 der Schaufeln 50 im benachbarten Bereich des Basisteils 42 direkt mit dem Basisteil 42 bzw. mit der Seitenwand 43 verbunden sind. Ein Teilbereich 73' der Innenkante 73 der Schaufeln 50 ist hierbei direkt an der Seitenwand 43 befestigt, wie dies nachfolgend anhand der Fig. 8 beschrieben wird. Durch eine solche Anbindung sind die Schaufeln 50 bereits gut befestigt, und der Haltering 45 ist daher nicht unbedingt notwendig. Dieser kann aber z.B. auch zum Wuchten verwendet werden, indem zum Wuchten Teile vom Haltering entfernt werden.

Die Möglichkeit der Anbindung der Schaufeln 50 an das Basisteil (den Motordom) 42 bzw. an die Seitenwand 43 ermöglicht es, bei gleichem Außendurchmesser des Lüfterrads 40 ein Basisteil mit größerem Durchmesser und größerer Höhe zu verwenden als bei einem reinen Radiallüfter. Dies erlaubt zum einen bei vorgegebenem Außendurchmesser des Lüfterrads 40 die Verwendung größerer Rotoren bzw. größerer Motoren (in radialer und/oder axialer Richtung), und zum anderen bei vorgegebener Größe des Rotors bzw. Motors die Verwendung kleinerer Lüfterräder 40 (in radialer und/oder axialer Richtung). Dies ist ein großer Vorteil, der nicht vorhersehbar war.

Fig. 8 zeigt einen schrägen Schnitt durch das Lüfterrad 40 entlang der Linie VII – VIII aus Fig. 4. Es ist zu sehen, dass ein Teilbereich 73' der Innenkanten 73 der Schaufeln 50 direkt an der Seitenwand 43 des Basisteils 42 befestigt sind, wobei sie bevorzugt einstückig mit dem Basisteil 42 ausgebildet sind. Diese Befestigung an der Seitenwand 43 führt zu einer hohen Stabilität. Von dem Basisteil 42 ist die Innenseite zu sehen. Die Länge des Teilbereichs 73' umfasst bevorzugt mindestens 10 % der gesamten Länge der Innenkante 73 der Schaufeln 50, um eine gute Anbindung der Schaufeln 50 zu bewirken.

Erzeugte Luftbewegung

Wie in Fig. 3 zu sehen ist, saugt das Lüfterrad 40 durch die Fluideintrittsöffnung 46 ein Fluid 48 in axialer Richtung 54 ein. Im ersten Bereich 51, in dem die Schaufeln nach Art von Radiallüfter-Schaufeln ausgebildet sind, wird das Fluid 48 hauptsächlich in radialer Richtung 56 ausgeblasen. Im zweiten Bereich 52 verlaufen die Schaufeln 50 dagegen schraubenartig, und hierdurch wird das Fluid 48 zum einen in radialer Richtung 58 ausgeblasen, es entsteht aber zusätzlich eine Beschleunigung in axialer Richtung 60, wodurch mehr Fluid 48 in Richtung zum zweiten axialen Ende 72 der Schaufeln 50 gefördert wird. Bei einem bevorzugten Lüfterrad 40 mit offenen zweiten axialen Enden 72 führt dies zu einem zusätzlichen Ausblasen in die axiale Richtung 62.

Es hat sich gezeigt, dass durch die schraubenartige Ausgestaltung der Schaufeln 50 im zweiten Bereich 52 mehr Fluid 48 im Bereich 52 ausgeblasen werden kann, als dies bei einem reinen Radiallüfter der Fall ist. Zudem ist die Verteilung des Fluids 48 gleichmäßiger und für viele Applikationen günstiger als bei einem reinen Radiallüfter, insbesondere auch bei niedrigen Drehzahlen.

Durch den zweiten Bereich 52 mit der schraubenartigen Ausgestaltung wird zudem die Gesamtfläche der einzelnen Schaufel 50 erhöht.

Ein reiner Axiallüfter erzeugt keinen bzw. kaum einen Fluidstrom im radialen Umfangsbereich, und ein reiner Radiallüfter erzeugt bei vielen Applikationen einen

schlechten Fluidstrom im unteren Bereich. Der erfindungsgemäße Lüfter 30 kann sowohl im radialen Umfangsbereich als auch im unteren – motornahen – Bereich einen beispielsweise für eine Kühlung geeigneten Fluidstrom erzeugen und ist somit vorteilhaft.

Krümmung der Schaufeln

Für die geometrische Beschreibung des Lüfterrads 40 werden im Folgenden einige übliche Parameter definiert.

Fig. 11 zeigt übliche Parameter, die zur Beschreibung eines Lüfterrads verwendet werden. Es sind beispielhaft drei unterschiedliche Schaufeln 50A, 50B, 50C gezeigt, die eine Innenkante 73 und eine Außenkante 74A, 74B, 74C haben.

Die Drehrichtung ist mit ω bezeichnet, und das Lüfterrad dreht sich in diesem Beispiel entgegen dem Uhrzeigersinn.

Der Eintrittsradius ist mit r_1 bezeichnet, und die Innenkante 73 der Schaufeln 50 endet innen am Eintrittsradius r_1 .

Der Austrittsradius ist mit r_2 bezeichnet, und die Außenkante 74A, 74B, 74C der Schaufeln 50 endet außen am Austrittsradius r_2 .

Die Schaufeln 50A, 50B, 50C haben einen Eintrittswinkel (Schaufeleintrittswinkel, englisch: blade entrance/inlet angle) β_1 und einen Austrittswinkel (Schaufelaustrittswinkel, englisch: blade exit/outlet angle) β_2 .

Der Eintrittswinkel β_1 ist der Winkel zwischen der Richtung 75 der Schaufel (des Schaufelprofils) 50A, 50B, 50C an der Innenkante 73 und einer Tangente 77 an dem Eintrittsradius r_1 des Lüfterrads 40. Die Tangente 77 wird auch als Kreistangente an der Innenkante 73 bezeichnet.

Der Austrittswinkel β_2 ist der Winkel zwischen der Richtung 76A, 76B, 76C der Schaufel (des Schaufelprofils) 50A, 50B, 50C an der Außenkante 74A, 74B, 74C und einer Tangente 78A, 78B, 78C an dem Austrittsradius r_2 des Lüfterrads 40. Die Tangenten 78A, 78B, 78C werden auch als Kreistangenten an der Außenkante 74 bezeichnet.

Schaufeln 50C mit einem Austrittswinkel $\beta_2 < 90^\circ$ werden als rückwärts (entgegen der Drehrichtung) gekrümmt bezeichnet. Radial endende Schaufeln 50B haben einen Austrittswinkel $\beta_2 = 90^\circ$. Schaufeln 50A mit einem Austrittswinkel $\beta_2 > 90^\circ$ werden als vorwärts gekrümmte Schaufeln bezeichnet, deren Schaufelaustrittskante zeigt also in Drehrichtung ω .

Bevorzugt ist der Austrittswinkel β_2 beim Lüfterrad 40 gemäß Fig. 3 bis Fig. 17 über die axiale Erstreckung L_{ax} (Fig. 4) nicht konstant, insbesondere nicht im zweiten Bereich 52.

Es ist z.B. in Fig. 3 und in Fig. 4 gut zu sehen, dass sich die vorwärts gekrümmten ($\beta_2 > 90^\circ$) Schaufeln 50 im zweiten Bereich 52 nach unten hin bzw. in die Richtung vom ersten Bereich 51 weg öffnen, der Austrittswinkel β_2 wird also kleiner.

Anders ausgedrückt sind die Schaufeln 50 im ersten (radialen) Bereich 51 vorwärts gekrümmt, bevorzugt mit einem im Wesentlichen konstanten Austrittswinkel β_2 . Im zweiten Bereich 52 ändert sich jedoch der Austrittswinkel β_2 in die Richtung vom ersten Bereich weg zumindest teilweise so, dass er sich vom vorwärts gekrümmten Bereich in Richtung zum rückwärts gekrümmten Bereich verändert, wobei er bevorzugt nicht in den rückwärts gekrümmten Bereich hinein verläuft. Diese Änderung in Richtung zum rückwärts gekrümmten Bereich hin ist bevorzugt mindestens auf 50 % der Länge des zweiten Bereichs 52 gegeben.

Fig. 12 zeigt eine Seitenansicht des Laufrads 40 aus **Fig. 3**, und **Fig. 13** bis **Fig. 16** zeigen vier Schnitte durch das Laufrad 40, wobei **Fig. 13** den obersten, also der Lufteintrittsöffnung 46 nächstliegenden Schnitt darstellt, und **Fig. 16** den untersten,

also den von der Lufteintrittsöffnung 46 am weitesten entfernten Schnitt darstellt. Soweit in der vorliegenden Anmeldung von oben und unten gesprochen wird, bezieht sich das auf die Zeichnungen und üblicherweise bei Seitenansichten auch auf die Anordnung des Lüfters 30 auf einem Tisch. In den Applikationen ist oben und unten jedoch nicht festgelegt.

In Fig. 13 bis Fig. 16 ist jeweils an einer Schaufel 50 die Richtung 76 der Schaufel 50 an deren Außenkante 74 eingezeichnet. Es ist insbesondere im Vergleich zwischen Fig. 16 und Fig. 13 zu sehen, dass der Austrittswinkel β_2 in Richtung von der Lufteintrittsöffnung 46 weg kleiner wird.

Variante mit vertauschtem ersten und zweiten Bereich

Fig. 17, Fig. 18 und Fig. 19 zeigen ein Lüfterrad 40, bei dem der erste Bereich 51, in dem die Schaufeln 50 als Radiallüfter-Schaufeln ausgebildet sind, und der zweite Bereich 52 mit dem schraubenartigen Verlauf der Schaufeln 50 vertauscht sind. Der zweite Bereich 52 ist also der Seite der Lufteintrittsöffnung 46 zugeordnet. Durch die Vertauschung wird weiterhin das Fluid 48 im zweiten Bereich 52 in axialer Richtung beschleunigt, und hierdurch dem radialen ersten Bereich 51 zugeführt.

Die Schaufeln 50 sind bevorzugt vorwärts gekrümmt, und der Austrittswinkel β_2 macht im zweiten Bereich zum ersten Bereich hin auf, er ändert sich also im zweiten Bereich 52 im Verlauf vom ersten Ende 71 zum ersten Bereich 51 hin in Richtung zum rückwärts gekrümmten Flügel ($\beta_2 < 90^\circ$), wobei der Austrittswinkel bevorzugt vorwärts gekrümmt ($\beta_2 > 90^\circ$) bleibt.

Die Beschreibung zum Lüfter gemäß Fig. 3 gilt ansonsten entsprechend.

Geräuschmessungen

Es wurden Schalldruckmessungen mit dem Lüfterrad gemäß Fig. 3 und Fig. 17 sowie mit einem konventionellen, vorwärts gekrümmten Radiallüfterrad gemäß Fig. 9 durchgeführt. Der Durchmesser der Eintritts- bzw. Ansaugöffnung ($2 \cdot r_1$) betrug jeweils 33 mm. Auf Grund der höheren Schaufelzahl des konventionellen

Radiallüfters wurde zur Erreichung des gleichen Volumenstroms die Drehzahl n des konventionellen Radiallüfters auf 4631 min^{-1} gesetzt, und die Drehzahl n des Lüfters gemäß Fig. 3 auf 5260 min^{-1} . Die Schalldruckmessung hat beim konventionellen Radiallüfter einen Gesamtpegel (overall level) von $43,5 \text{ dB(A)}/20 \mu\text{Pa}$ ergeben, und beim Lüfter gemäß Fig. 3 einen Gesamtpegel von $35,3 \text{ dB(A)}/20 \mu\text{Pa}$. Trotz der höheren Drehzahl n ist das Laufrad 40 gemäß Fig. 3 deutlich leiser als ein konventionelles, vorwärts gekrümmtes Radiallüfter-Rad. Der Lüfter gemäß Fig. 17 war etwas lauter als der Lüfter gemäß Fig. 3.

Lüfterräder mit vorwärts gekrümmten Schaufeln werden auch als Trommelläufer bezeichnet. Solche Lüfterräder haben den maximalen Leistungsbedarf, wenn sie frei blasend betrieben werden. Mit steigendem Gegendruck sinkt der Leistungsbedarf. Daher ist die herrschende Lehre, dass Lüfterräder mit vorwärts gekrümmten Schaufeln ein Spiralgehäuse benötigen, um einen entsprechenden Druck aufzubauen.

Es hat sich aber gezeigt, dass Radiallüfterräder mit vorwärts gekrümmten Schaufeln einen niedrigeren Schalldruckpegel erzeugen als solche mit rückwärts gekrümmten Schaufeln oder radialen Schaufeln.

Applikation

Fig. 20 zeigt eine isometrische Darstellung einer Kühlvorrichtung 10. Die Kühlvorrichtung 10 hat eine Grundplatte 12, zwei geschlossene Seitenwände 14, 16, Kühlrippen 20 und 22, durch die Kühlluft hindurchfließen kann, und einen Lüfter 30, der im Betrieb ein Fluid (z.B. Luft, Helium, Wasser), im folgenden Luft genannt, durch einen Lufteinlass 32 ansaugt und durch den Lüfter 30 zu den Kühlrippen 20, 22 hin ausbläst. Der Lüfter 30 arbeitet hier weitgehend frei blasend.

Die Grundplatte 12 steht in Wärmeverbindung mit einem zu kühlenden Bauteil 24 (z.B. Mikroprozessor, elektronisches Bauteil, Leistungshalbleiter etc.), und die Wärmeverbindung erfolgt z.B. durch direkten Kontakt des Bauteils 24 mit der Grundplatte 12 (evtl. unter Verwendung einer Wärmeleitpaste) oder aber über ein

weiteres – nicht dargestelltes – gut Wärme leitendes Wärmeleitelement. Messungen haben ergeben, dass die Temperaturverteilung in der Kühlvorrichtung üblicherweise zum Bauteil 24 hin zunimmt.

Fig. 21 zeigt die Kühlvorrichtung 10 ohne den Deckel 18 aus Fig. 20. Die Kühlrippen 20, 22 können sich auch bis in die Nähe des Lüfters 30 erstrecken, um die Oberfläche der Kühlrippen zu erhöhen. Die Anordnung der Kühlrippen 20, 22 in senkrechter bzw. waagerechter Form ist beispielhaft, und es sind auch andere Gestaltungen möglich, z.B. Kühlrippen, die radial um den Lüfter verlaufen.

Fig. 22 zeigt das Lüfterrad 40 in der Kühlvorrichtung 10, wobei zwei Zonen 92, 94 jeweils zweifach schematisch eingezeichnet sind. Bei einer leicht abgewandelten Applikation, bei der die Kühlrippen 20 und/oder 22 bis in die Nähe des Lüfterrads 40 verlaufen, war die Belüftung in den Zonen 92, 94 gut.

Bei der – nicht dargestellten – Verwendung eines konventionellen Radiallüfterrads wurde jedoch entdeckt, dass es dazu kommen kann, dass durch die Drehung in Drehrichtung ω in den Bereichen 94 nach dem Drehen entlang der Seitenwände 12, 14 zwar Luft ausgeblasen wurde, dass jedoch in den Bereichen 92 kaum Luft ausgeblasen wurde oder sogar Luft angesaugt wurde, was zu einer schlechten Kühlleistung geführt hat. Dieser Effekt ist bei dem erfindungsgemäßen Lüfterrad 40 nicht aufgetreten.

Fig. 23 zeigt schematisch die Temperaturverteilung in einer Kühlvorrichtung 10. Die Temperaturen sind nach dem Schema TX angegeben, wobei X die Temperatur in °C ist. So entspricht z.B. T80 einer Temperatur von 80 °C.

Das zu kühlende Bauteil 24 hat z.B. eine Temperatur von 120 °C, und die Bodenplatte 12 im inneren Bereich ebenfalls 120 °C, in den äußeren Bereichen 100 °C. Die Seitenwände 14, 16 haben auf der dem Bauteil 24 zugewandten Seite 80 °C, und auf der von diesen abgewandten Seite 60 °C. Die Kühlrippen 20 haben auf der dem Bauteil 24 zugewandten Seite 90 °C, und auf der von diesen abgewandten

Seite 60 °C. Dieses schematische Beispiel soll verdeutlichen, dass es effektiv ist, mehr Luft auf der von der Lufteintrittsöffnung 46 abgewandten Hälfte des Lüfterrads 40 auszublasen und in dem (unteren) Bereich mit der größeren Temperatur zu kühlen. Dies ist mit dem Lüfterrad 40 besser möglich als mit einem herkömmlichen Radiallüfter. Ein Umdrehen des Lüfters 30 um 180°, das theoretisch auch bei einem Radiallüfter zu einer Verbesserung der Kühlung auf der dem Bauteil 24 zugewandten Seite der Kühlvorrichtung 10 führen würde, ist in vielen Fällen nicht möglich, da beim Umdrehen die Befestigung des Lüfters nur umständlich möglich wäre und die Luftzufuhr zur Lufteintrittsöffnung durch die Bodenplatte 12 verdeckt wäre.

Eine Untersuchung unterschiedlicher Applikationen hat ergeben, dass häufig die Kühlung im Bereich der von der Lufteintrittsöffnung 46 abgewandten Seite, d.h. der Motorseite, besonders wichtig ist.

Herstellung im Spritzgussverfahren

In Fig. 5 ist der Winkelabstand φ_{diff} zwischen den einzelnen Schaufeln 50 eingezeichnet. Der Winkelabstand φ_{diff} wird bevorzugt mindestens so groß gewählt, dass die Schaufeln 50 in axialer Draufsicht entsprechend Fig. 5 nicht überlappen. Dies führt zu einem größeren Winkelabstand φ_{diff} als bei einem üblichen Radiallüfter und damit auch zu einer geringeren Anzahl an Schaufeln 50. Je geringer die Schaufelsteigung im zweiten Bereich ist und je größer der zweite Bereich 52 im Verhältnis zum ersten Bereich 51 ist, desto weniger Schaufeln 50 sind möglich. Vorteilhaft an einem so gewählten Winkelabstand ist jedoch, dass eine Fertigung des Lüfterrads 40 im Spritzgussverfahren ermöglicht wird, da eine Entformung gut möglich ist. Im Falle einer Überlappung wäre eine solche Fertigung nur mit einer Spritzgussform mit Schiebern möglich, was bei der Anzahl an Schaufeln 50 sehr teuer wäre. Die Schaufeln 50 haben bevorzugt im ersten Bereich 51 ebenfalls eine geringe Entformschräge gegenüber der Drehachse 32 (vgl. Fig. 3), sie laufen also nicht rein axial, sondern haben üblicherweise eine Entformschräge, die z.B. 1,0 ° oder 1,5° beträgt. Dies hat den Vorteil, dass die Spritzgussform beim Entformen nicht fortdauernd flächig am ersten Bereich 51 vorbei gleitet, denn dies kann dazu führen, dass das Lüfterrad an der Spritzgussform hängen bleibt.

Bevorzugt ist der Haltering 45 in der Draufsicht außerhalb vom Basisteil 42 angeordnet, so dass der Haltering 45 und das Basisteil 42 nicht überlappen, vgl. Fig. 5. Dies ermöglicht es, bei einer Herstellung im Spritzgussverfahren die Spritzgussform axial zwischen dem Haltering 45 und dem Basisteil 42 herauszufahren.

Naturgemäß sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung vielfache Abwandlungen und Modifikationen möglich.

So kann die Schaufelform (Kontur) der Schaufeln 50 z.B. sein:

- ein Kreisbogen, rückwärts gekrümmt,
- ein Kreisbogen, radial endend,
- ein Kreisbogen, vorwärts gekrümmt,
- eine logarithmische Kontur,

Der Eintrittsradius r_1 (vgl. Fig. 11) kann zwischen den Innenkanten 73 der einzelnen Schaufeln 50 unterschiedlich gewählt werden.

Patentansprüche

1. Lüfter (30), welcher aufweist:
Ein Lüfterrad (40), welches topfartig ausgebildet ist,
ein Basisteil (42),
einen an seinem Umfang angeordneten Schaufelkranz (44) und
eine Fluideintrittsöffnung (46),
wobei der Schaufelkranz (44) eine Mehrzahl von Schaufeln (50) zur Förderung
eines Fluids (48) aufweist,
wobei die Schaufeln (50) mit dem Basisteil (42) verbunden sind,
wobei die Schaufeln (50)
 - in einem ersten Bereich (51) der Schaufeln (50) als Radiallüfter-Schaufeln
ausgebildet sind, und
 - in einem zweiten Bereich (52) der Schaufeln (50) schraubenartig ausgebildet
sind, um im zweiten Bereich eine radiale Förderung (58) und eine axiale (60,
62) Förderung des Fluids (48) zu bewirken,und wobei die Schaufeln (50) einen Übergangsbereich (53) aufweisen, in dem
ein Wechsel vom ersten Bereich (51) zum zweiten Bereich (52) stattfindet.
2. Lüfter nach Anspruch 1,
bei welchem die Schaufeln (50) im zweiten Bereich (52) ein axiales Ende (71;
72) aufweisen, und wobei das axiale Ende (71; 72) zumindest teilweise in
axialer Richtung offen ist, um dort eine Förderung des Fluids (48) in axialer
Richtung zu ermöglichen.

3. Lüfter nach Anspruch 1 oder 2,
bei welchem das Basisteil (42) als in den Schaufelkranz (44) hineinragender Motordom (42) ausgebildet ist, der an seinem Umfang eine Seitenwand (43) aufweist, die sich in eine Richtung mit axialer Komponente erstreckt,
wobei ein Teilbereich der Innenkante (73) der Schaufeln (50) direkt an der Seitenwand (43) befestigt ist, und
wobei der Teilbereich bevorzugt mindestens 10 % der gesamten Länge der Schaufeln (50) umfasst.
4. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Schaufeln (50) im ersten Bereich (51) und im zweiten Bereich (52) zumindest teilweise vorwärts gekrümmt sind.
5. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei welchem die Schaufeln ein erstes, der Fluideintrittsöffnung (46) zugeordnetes axiales Ende (71) und ein zweites, vom ersten axialen Ende abgewandtes axiales Ende (72) aufweisen.
6. Lüfter nach Anspruch 5,
bei welchem das zweite axiale Ende (72) zumindest teilweise in axialer Richtung offen ist, um dort eine Förderung des Fluids (48) in axialer Richtung zu ermöglichen.
7. Lüfter nach Anspruch 5 oder 6,
bei welchem der zweite Bereich (52) der Schaufeln (50) derart angeordnet ist, dass er das zweite axiale Ende (72) umfasst.
8. Lüfter nach Anspruch 7, bei welchem der Austrittswinkel (β_2) der Schaufeln (50) im zweiten Bereich (52) zum zweiten axialen Ende (72) hin zumindest bereichsweise kleiner wird.

9. Lüfter nach Anspruch 5 oder 6, bei welchem der zweite Bereich (52) der Schaufeln (50) derart angeordnet ist, dass er das erste axiale Ende (72) umfasst.
10. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der Austrittswinkel (β_2) der Schaufeln (50) über die axiale Erstreckung (L_{ax}) der jeweiligen Schaufel (50) nicht konstant ist.
11. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der Austrittswinkel (β_2) der Schaufeln (50) im zweiten Bereich (52) zumindest teilweise kleiner ist als im ersten Bereich (51).
12. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der Winkelabstand (φ_{diff}) zwischen den Schaufeln (50) mindestens so groß ist, dass diese in axialer Draufsicht nicht überlappen.
13. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Schaufeln ein erstes, der Fluideintrittsöffnung (46) zugeordnetes axiales Ende (71) aufweisen, welcher einen Haltering (45) aufweist, und bei welchem der Haltering (45) im Bereich der ersten axialen Enden der Schaufeln (50) angeordnet ist und diese miteinander verbindet.
14. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welcher der Haltering (45) in der Draufsicht außerhalb vom Basisteil (42) angeordnet ist, so dass der Haltering (45) und das Basisteil (42) nicht überlappen.
15. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der erste Bereich (51) mindestens 15 % der gesamten axialen Erstreckung (L_{ax}) der jeweiligen Schaufel (50) umfasst, bevorzugt mindestens 25 %.

16. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der zweite Bereich (52) mindestens 15 % der gesamten axialen Erstreckung (L_{ax}) der jeweiligen Schaufel (50) umfasst, bevorzugt mindestens 25 %.
17. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der erste Bereich (51) und der zweite Bereich (52) im Übergangsbereich ineinander übergehen.
18. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem der Übergangsbereich (53) eine Biegung aufweist, um die Änderung des Verlaufs der Schaufeln (50) zwischen dem ersten Bereich (51) und dem zweiten Bereich (52) zu bewirken.
19. Lüfter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Schaufeln (50) im gesamten Übergangsbereich (53) frei und damit fluidtechnisch wirksam sind, um dort den Übergang des Fluidstroms (63) zwischen dem ersten Bereich (51) und dem zweiten Bereich (52) zu ermöglichen.

1 / 17

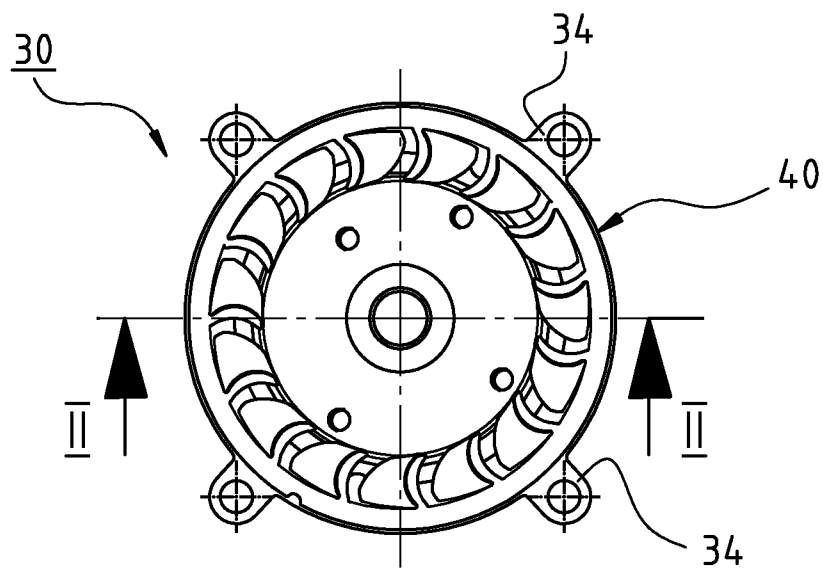


Fig. 1

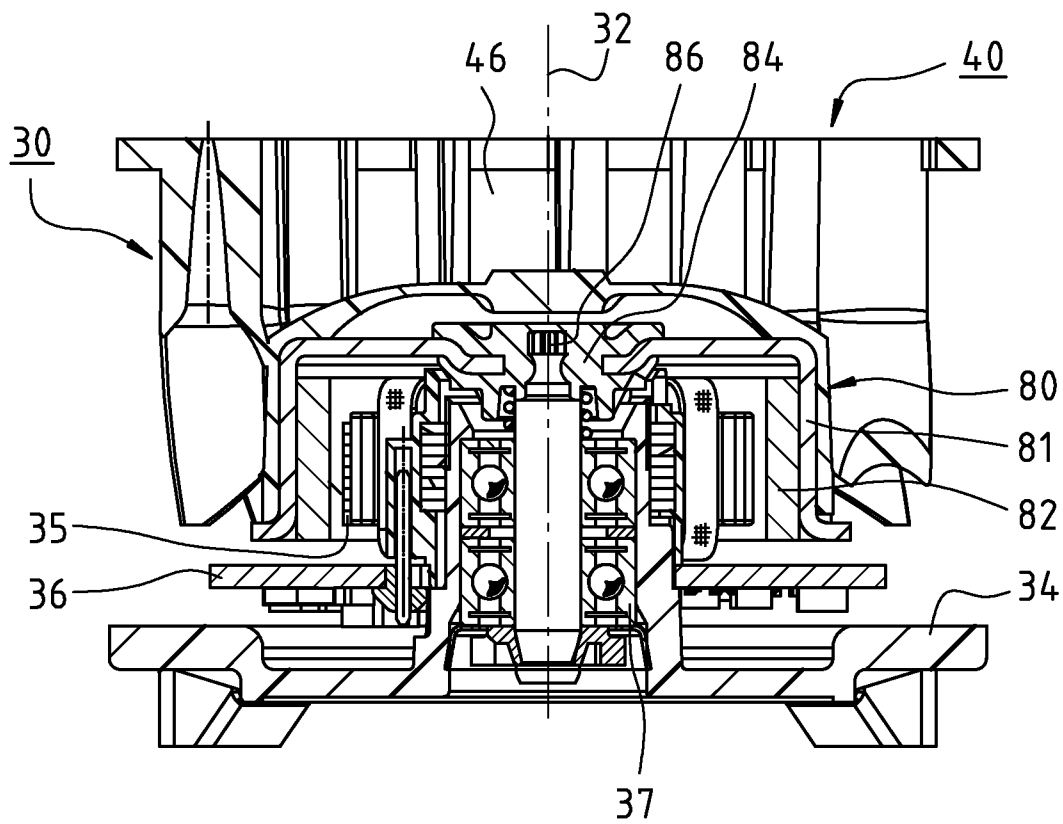


Fig. 2

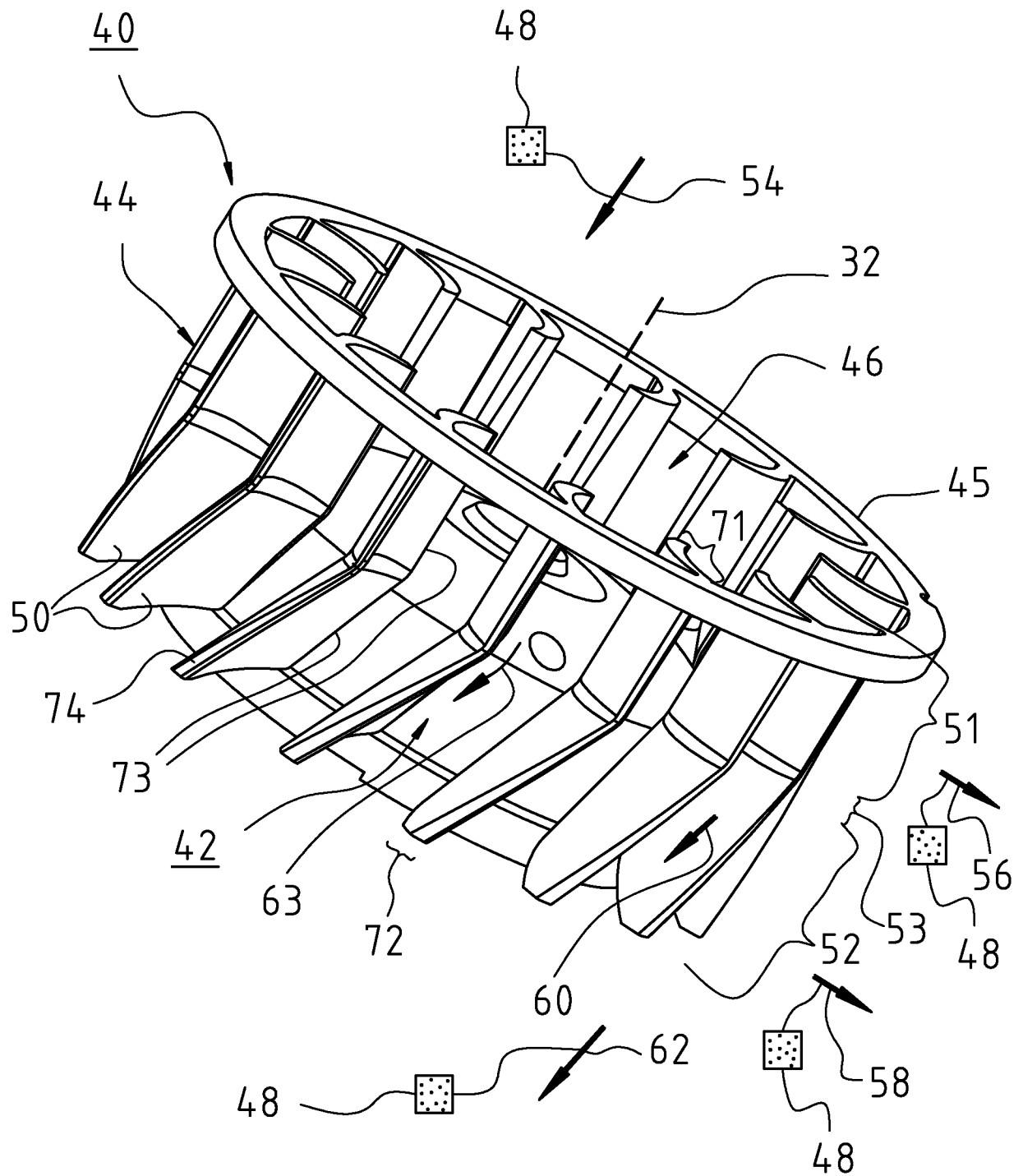


Fig. 3

3 / 17

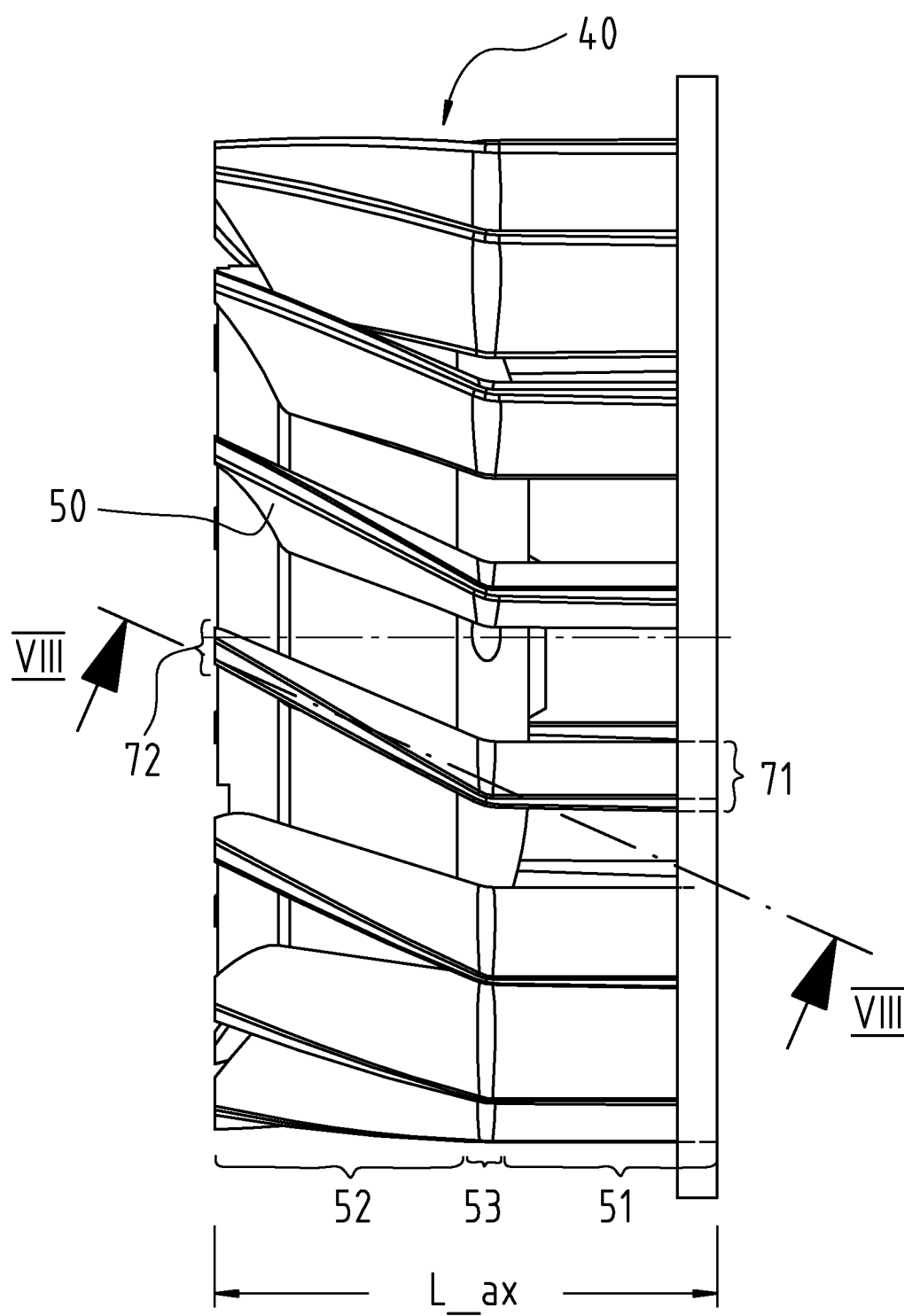


Fig. 4

4 / 17

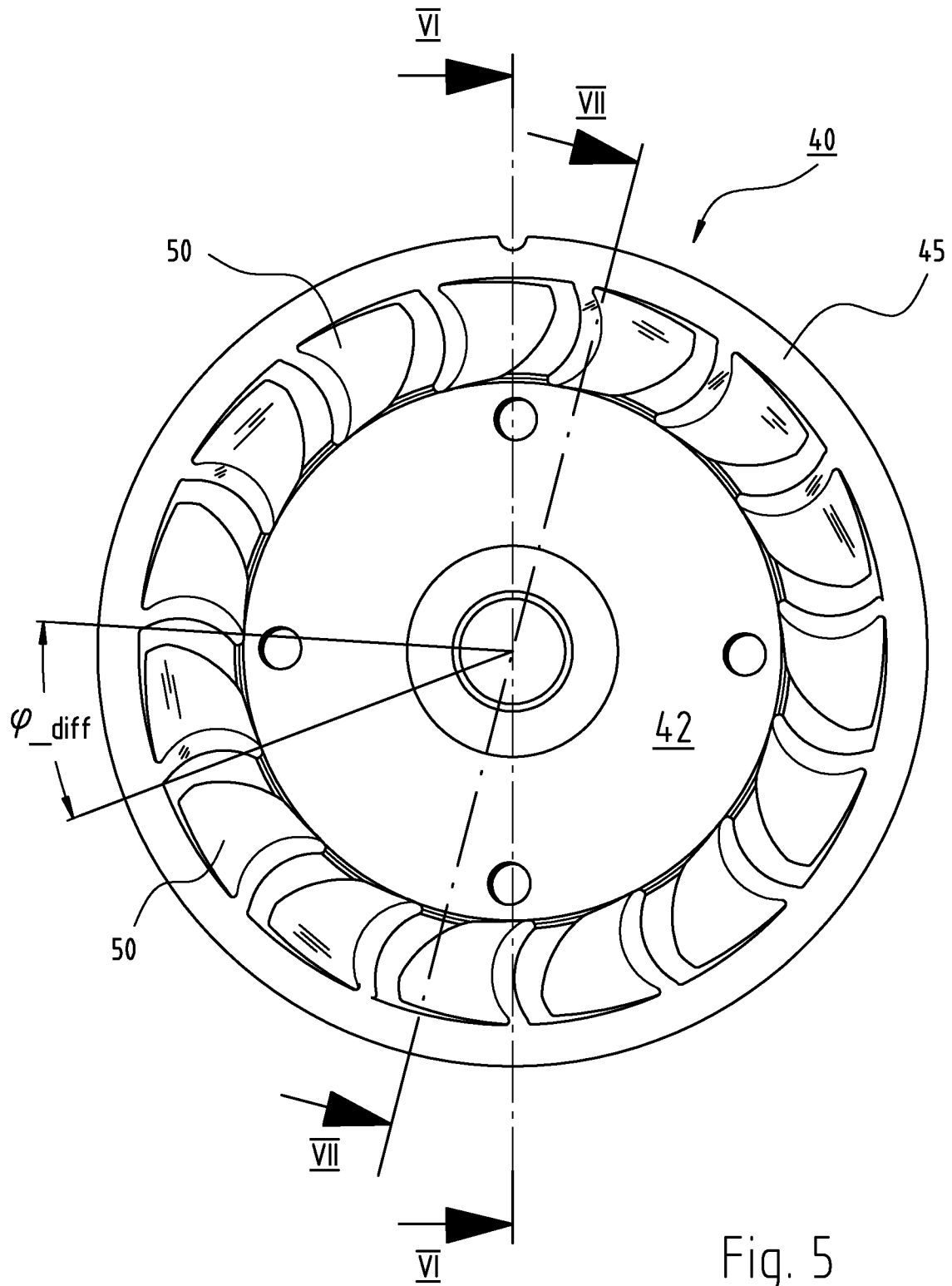


Fig. 5

5 / 17

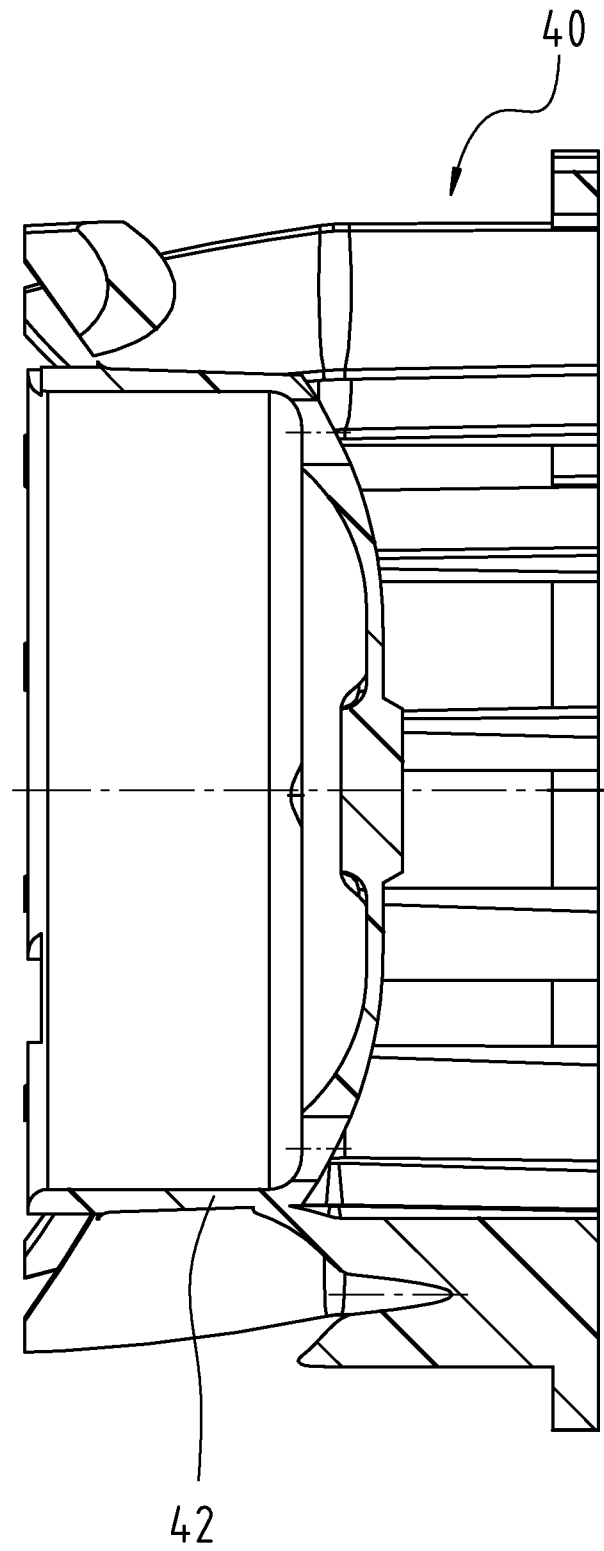


Fig. 6

6 / 17

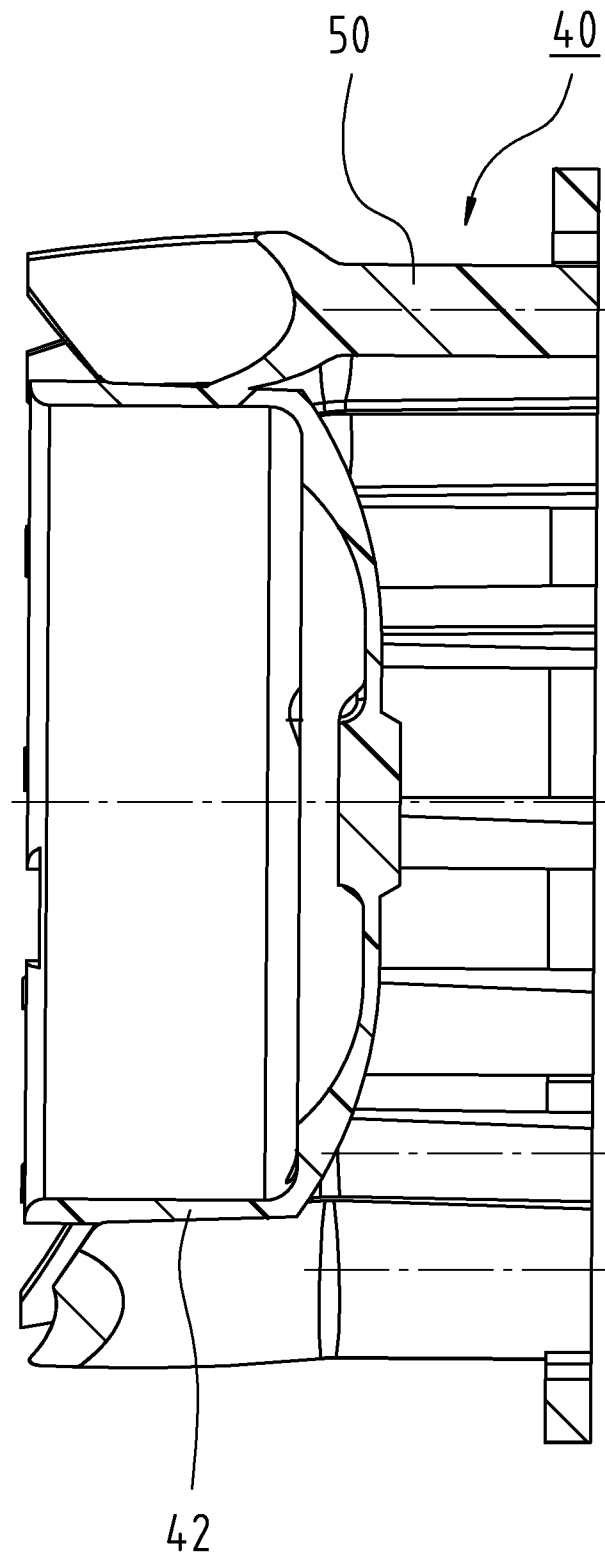


Fig. 7

7 / 17

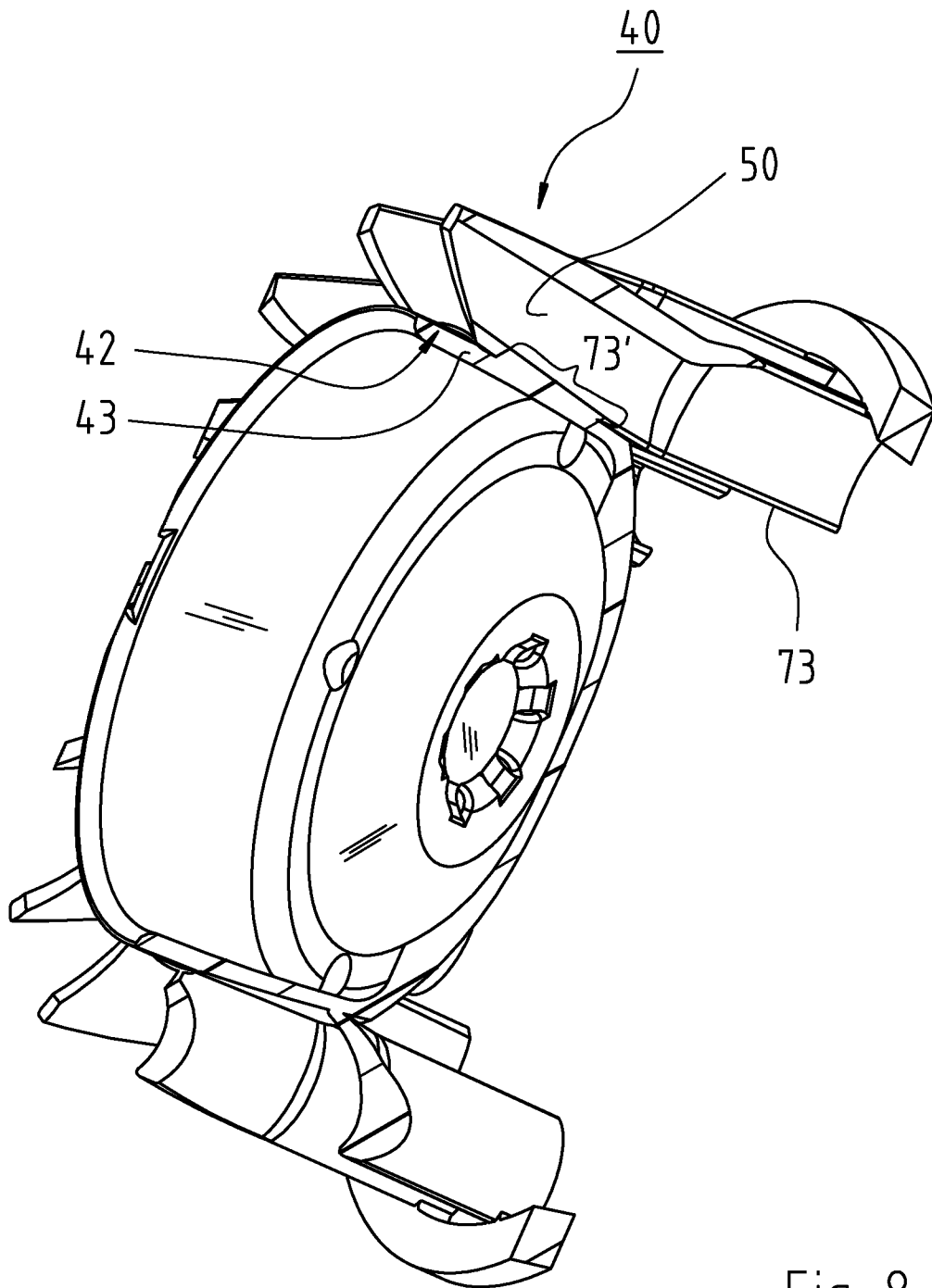


Fig. 8

8 / 17

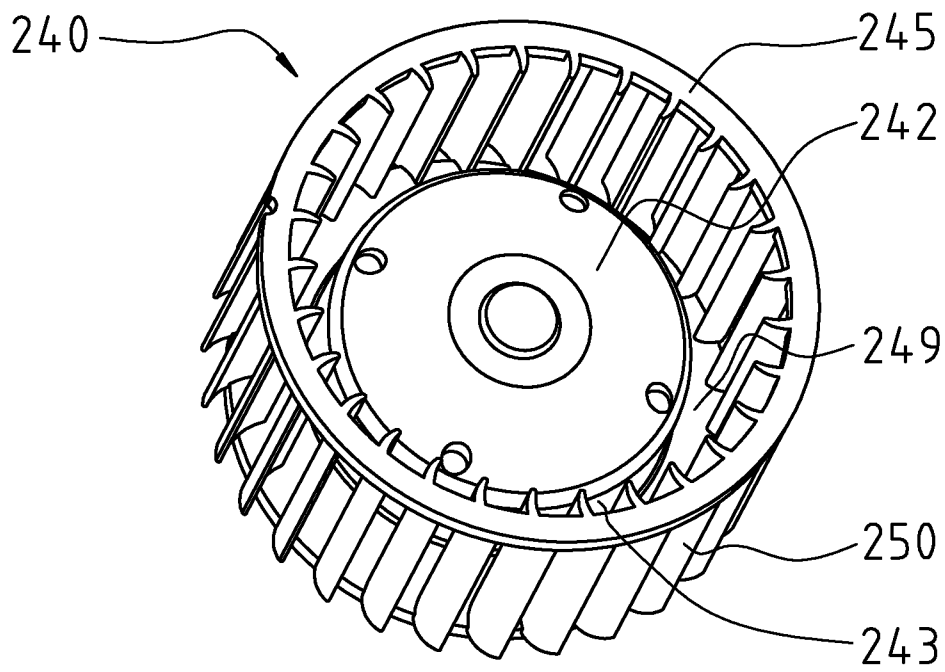


Fig. 9

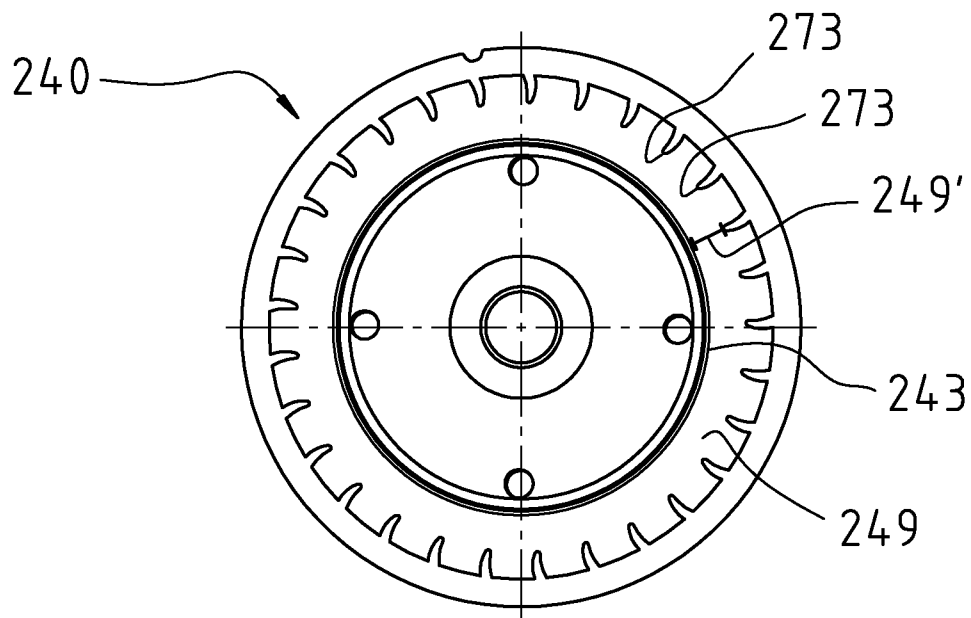


Fig. 10

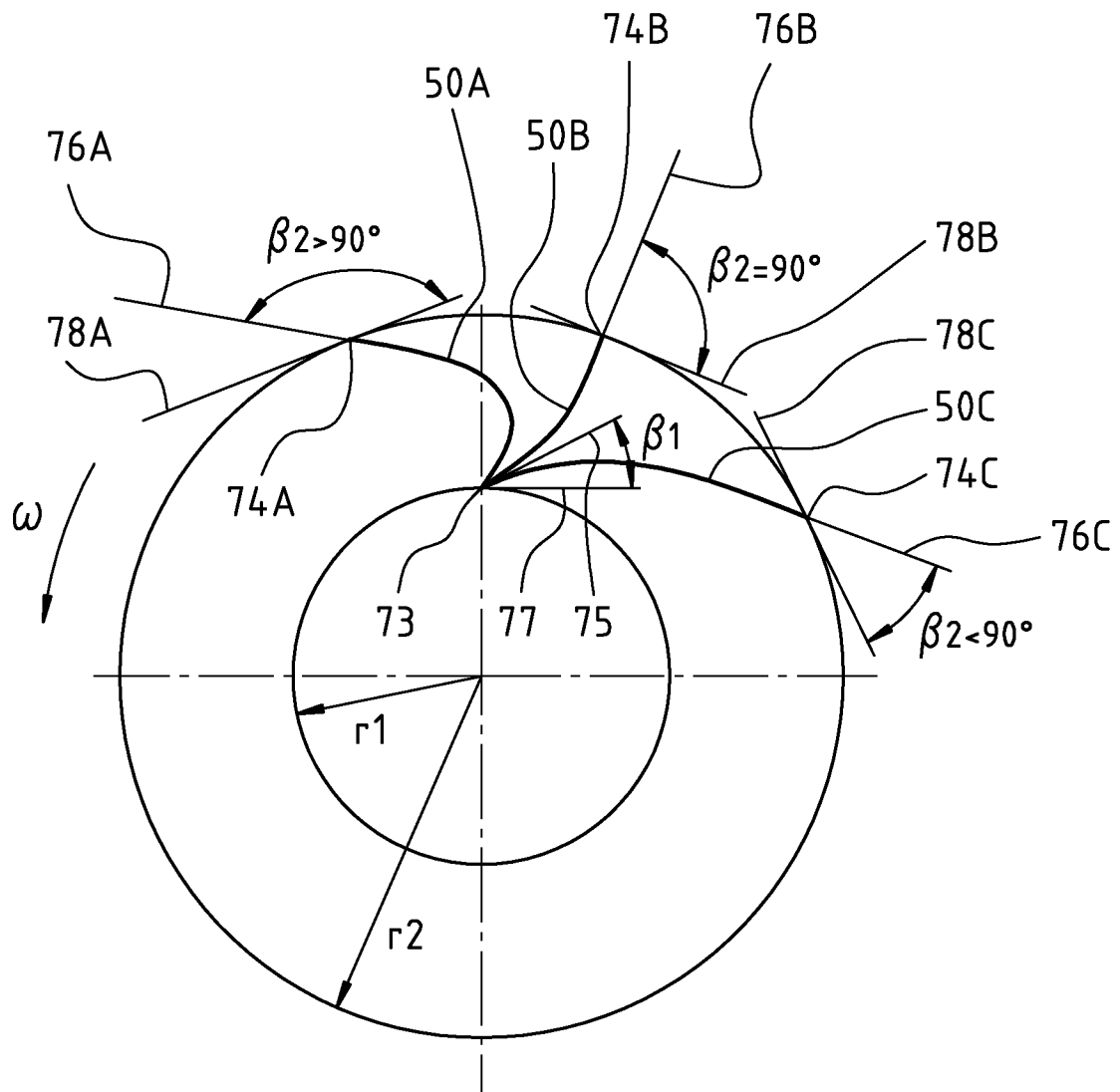
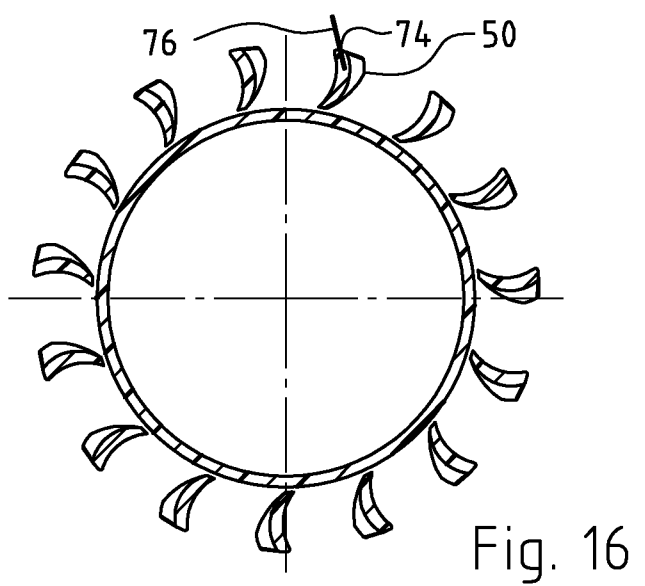
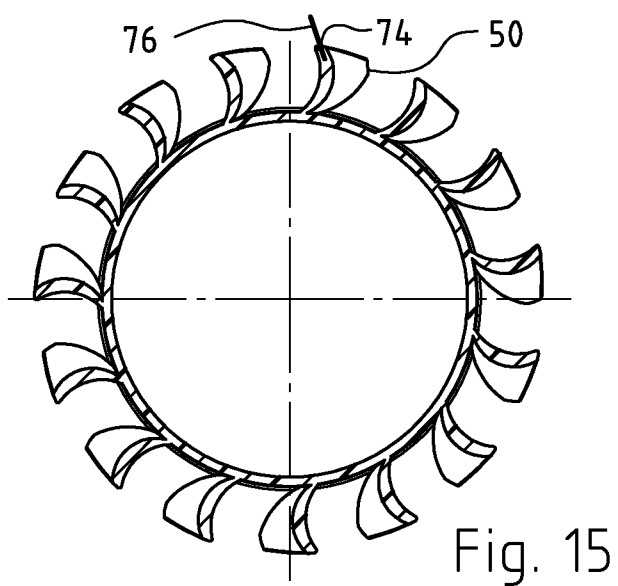
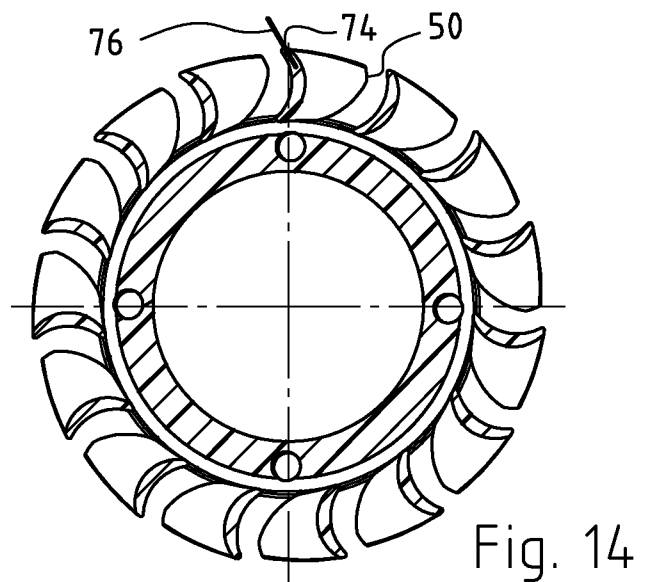
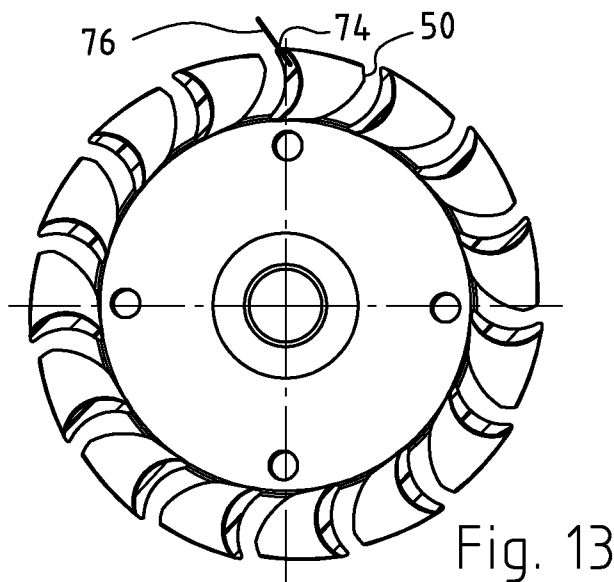
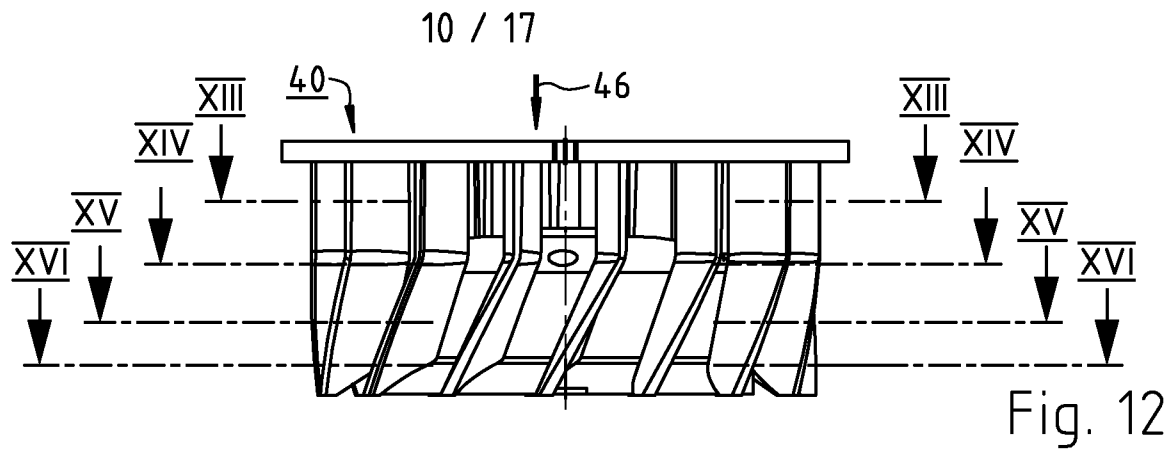


Fig. 11



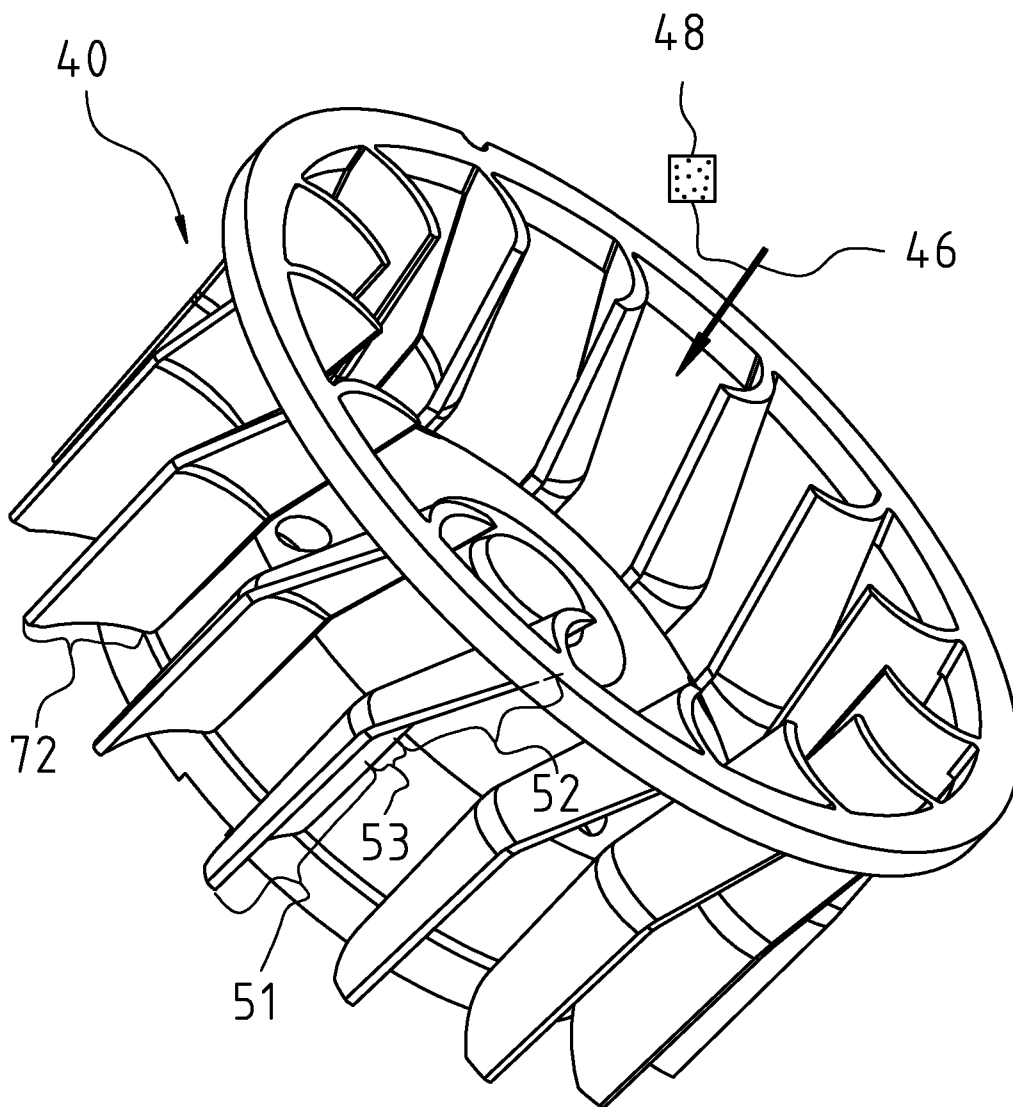


Fig. 17

12 / 17

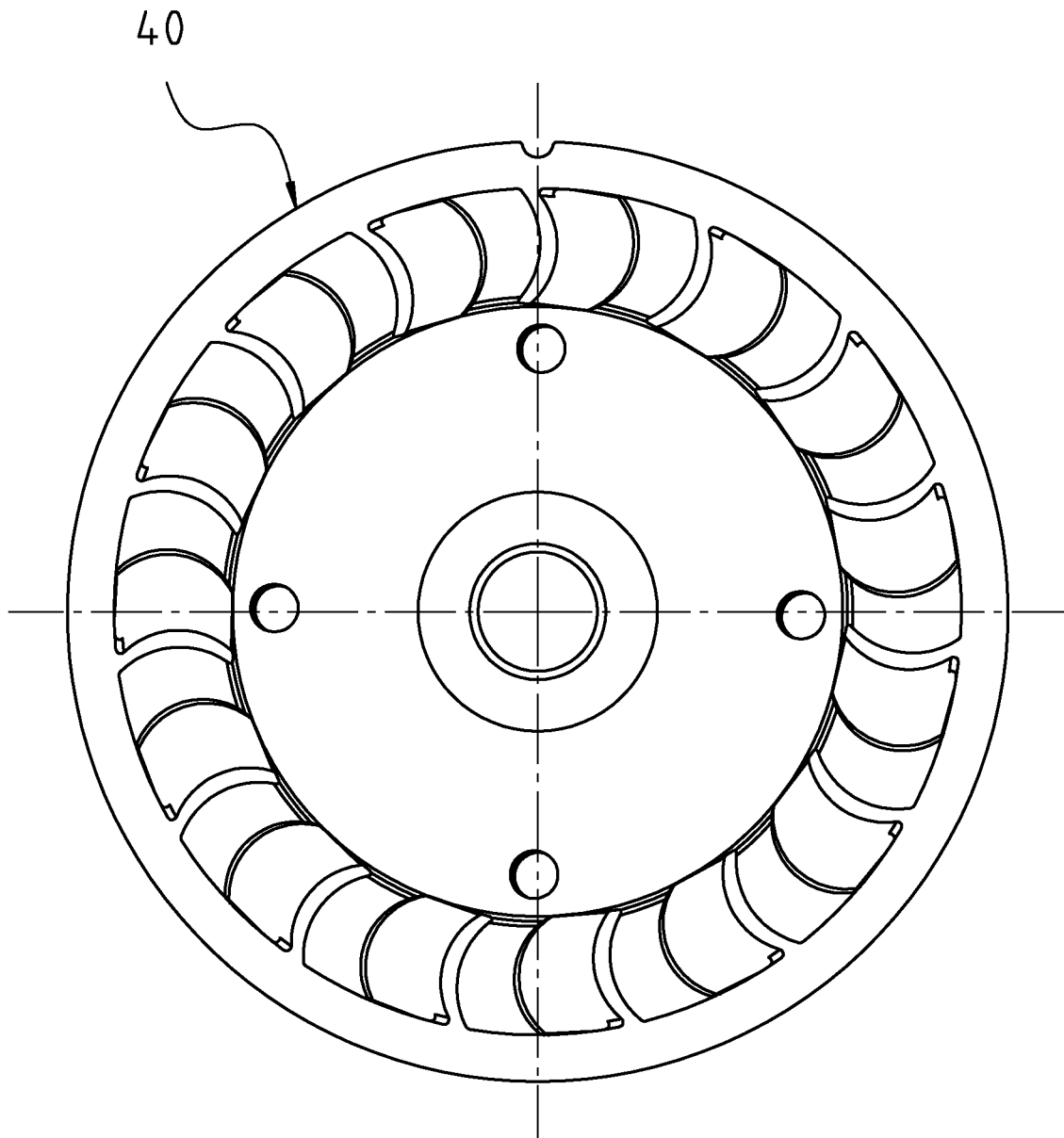


Fig. 18

13 / 17

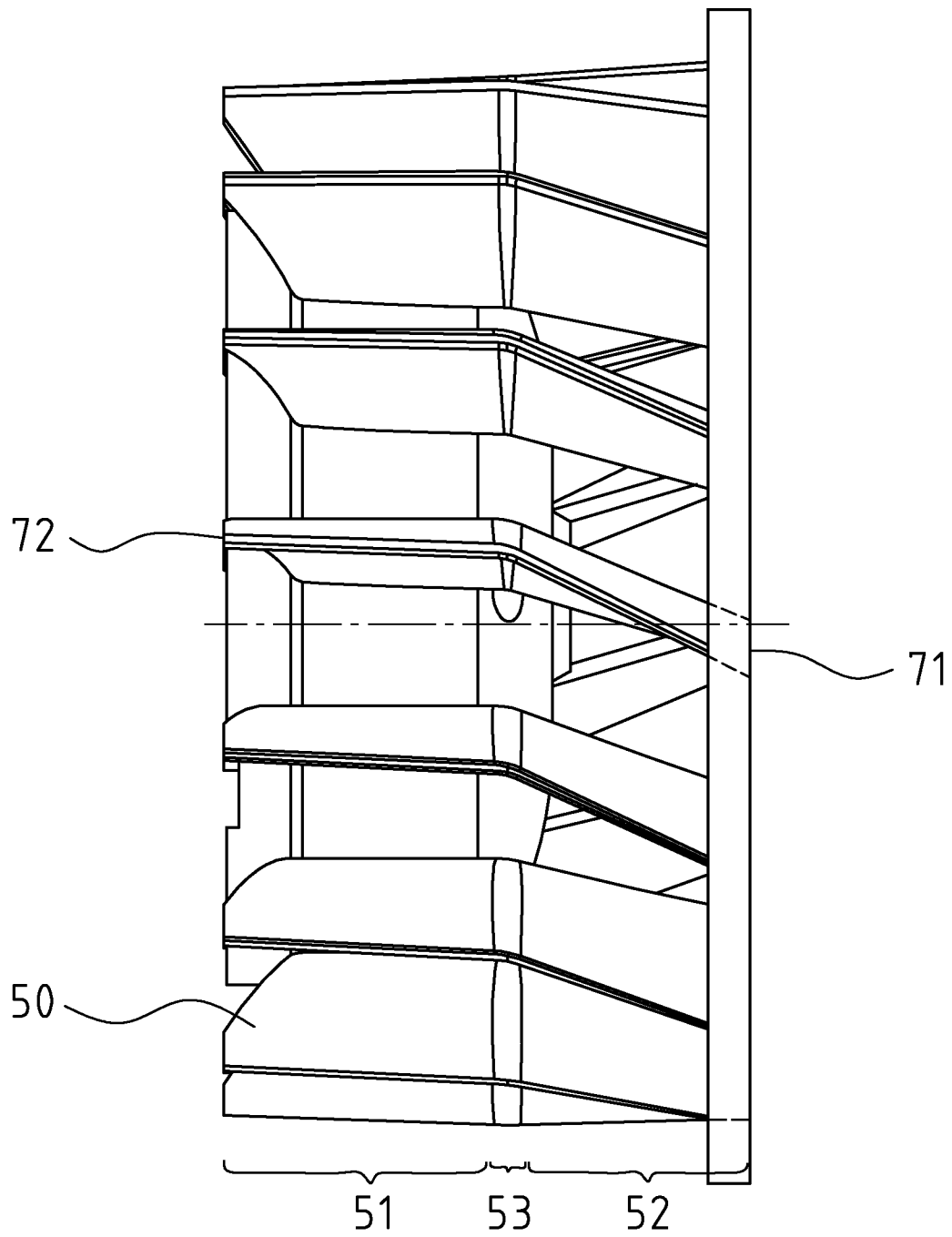


Fig. 19

14 / 17

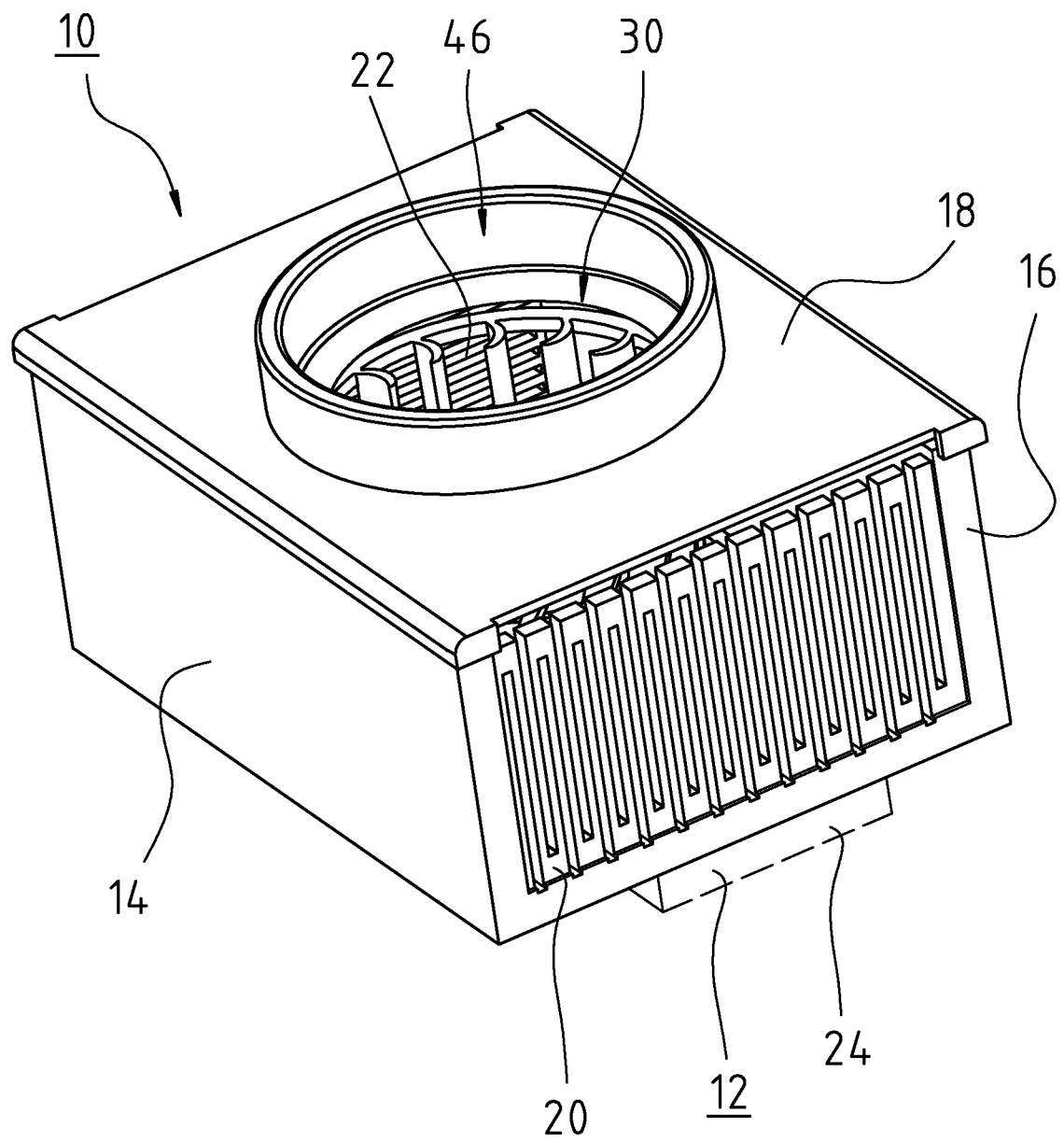


Fig. 20

15/ 17

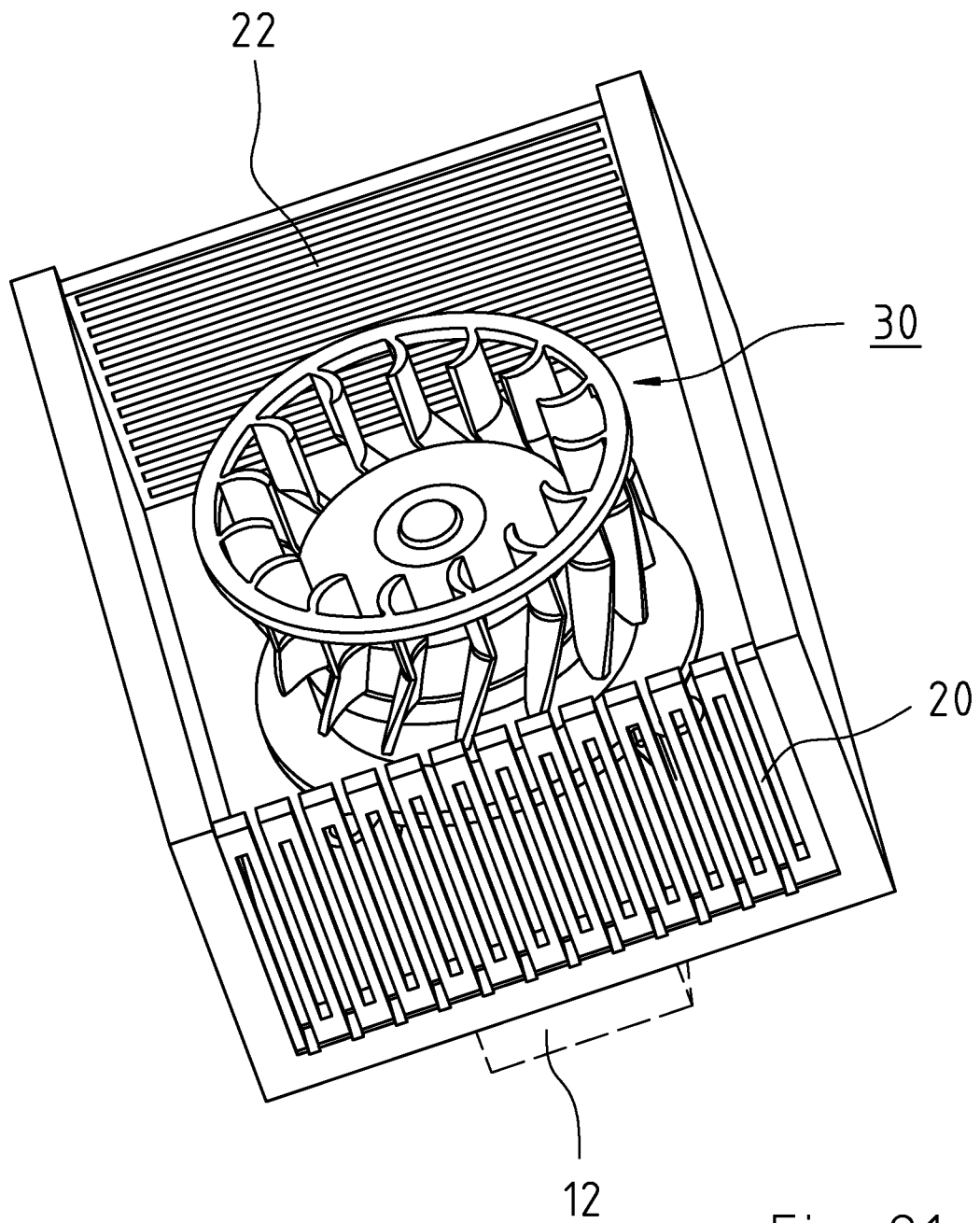


Fig. 21

16 / 17

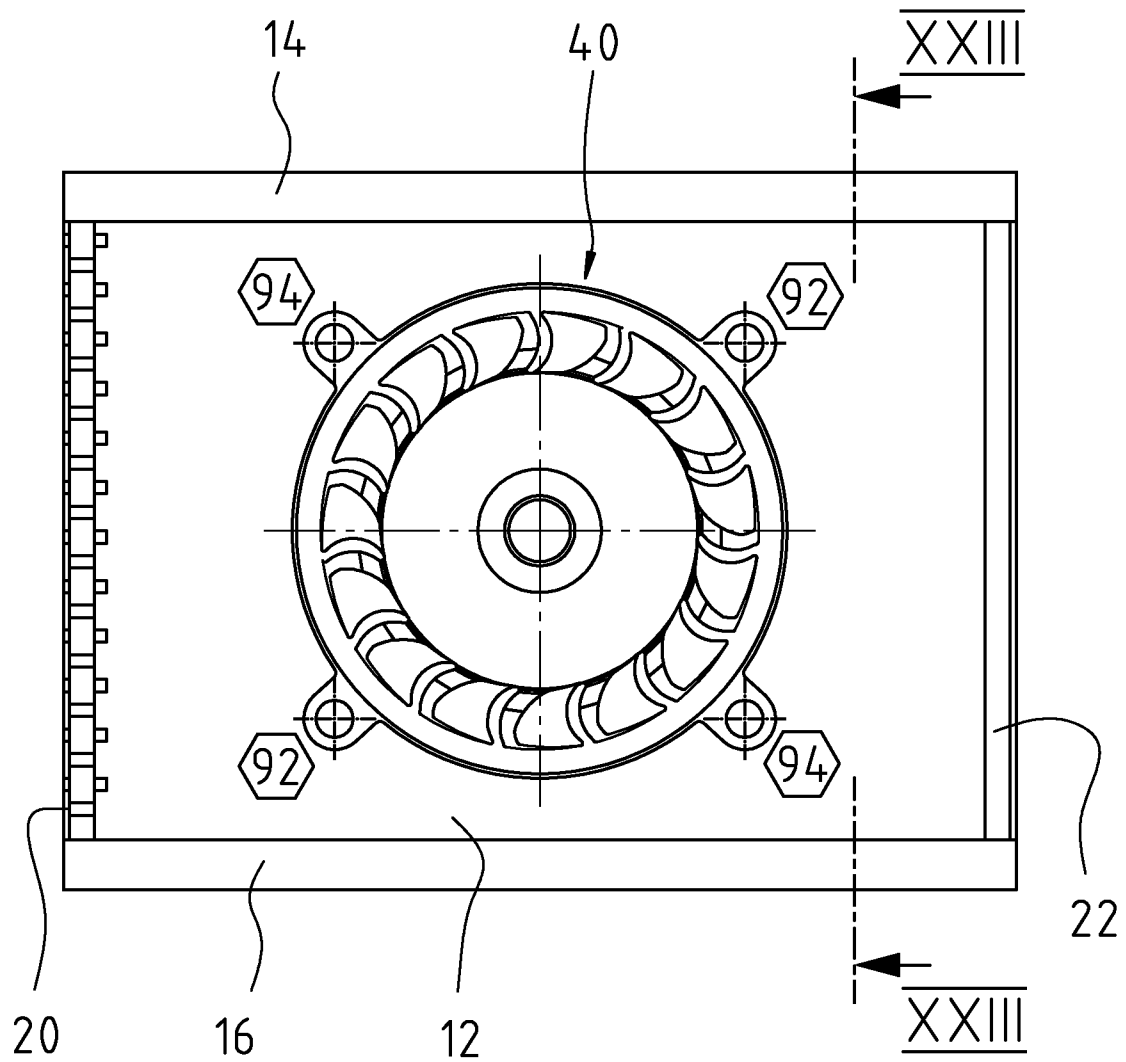


Fig. 22

17/ 17

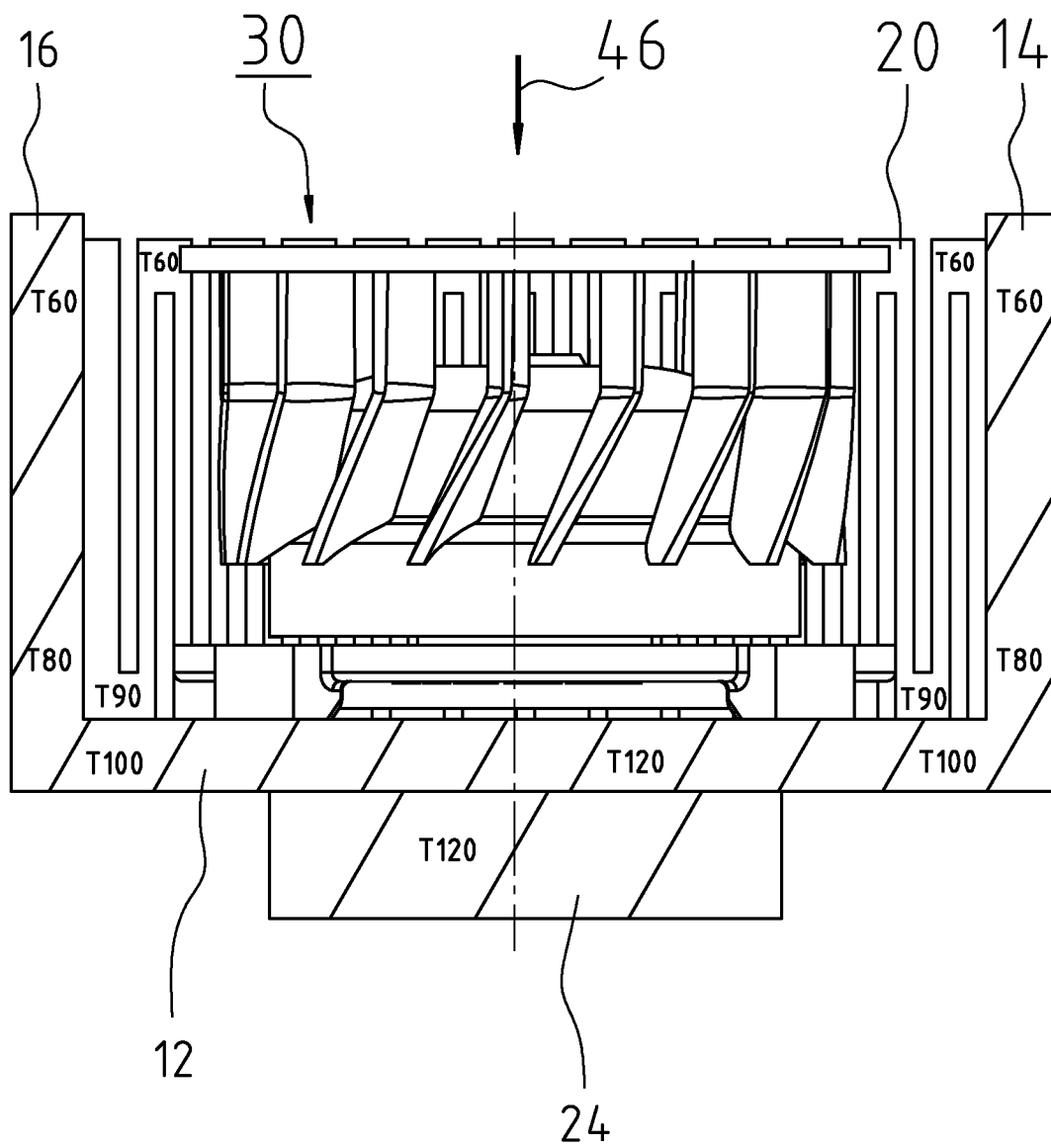


Fig. 23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/072460

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F04D29/28 F04D29/30 F04D29/66 ADD.		
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		
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, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP S61 107000 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 24 May 1986 (1986-05-24)	1,2,4,5, 9,13, 15-19
Y A	abstract page 698, right-hand column; figure 4	10,12 3,8,11, 14
X	----- DE 202 16 177 U1 (DELTA ELECTRONICS INC [TW]) 16 January 2003 (2003-01-16) page 5, line 28 - page 6, line 20; figure 4a page 7, line 3 - line 12; figure 6 -----	1,2,4-6, 9,13,15, 16,19
X	----- JP H04 5500 A (HITACHI LTD) 9 January 1992 (1992-01-09) abstract page 664; figures 1-4 ----- -/--	1,2,4-7
☒ 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 19 February 2014		Date of mailing of the international search report 04/03/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Di Giorgio, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/072460

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	US 2009/202352 A1 (BRENDL MICHAEL [US]) 13 August 2009 (2009-08-13) paragraph [0023] - paragraph [0026]; figure 1 paragraph [0027]; figure 2 paragraph [0028]; figure 3 -----	12 1,4,8, 10,11
Y A	US 2009/162198 A1 (OGINO KAZUO [JP] ET AL) 25 June 2009 (2009-06-25) paragraph [0057] - paragraph [0063]; figures 1-4 -----	10 1,4,8,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/072460

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP S61107000 A	24-05-1986	JP H0454078 B2 JP S61107000 A	28-08-1992 24-05-1986
DE 20216177 U1	16-01-2003	DE 20216177 U1 JP 3089871 U TW 517787 U US 2003143070 A1	16-01-2003 15-11-2002 11-01-2003 31-07-2003
JP H045500 A	09-01-1992	NONE	
US 2009202352 A1	13-08-2009	CA 2714672 A1 US 2009202352 A1 WO 2009102401 A1	20-08-2009 13-08-2009 20-08-2009
US 2009162198 A1	25-06-2009	CN 101360916 A US 2009162198 A1 WO 2007108342 A1	04-02-2009 25-06-2009 27-09-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F04D29/28 F04D29/30 F04D29/66
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F04D

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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP S61 107000 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 24. Mai 1986 (1986-05-24)	1,2,4,5, 9,13, 15-19
Y	Zusammenfassung	10,12
A	Seite 698, rechte Spalte; Abbildung 4	3,8,11, 14

X	DE 202 16 177 U1 (DELTA ELECTRONICS INC [TW]) 16. Januar 2003 (2003-01-16)	1,2,4-6, 9,13,15, 16,19
	Seite 5, Zeile 28 - Seite 6, Zeile 20; Abbildung 4a Seite 7, Zeile 3 - Zeile 12; Abbildung 6	

X	JP H04 5500 A (HITACHI LTD) 9. Januar 1992 (1992-01-09) Zusammenfassung Seite 664; Abbildungen 1-4	1,2,4-7

	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



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

19. Februar 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/03/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Di Giorgio, F

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2009/202352 A1 (BRENDL MICHAEL [US]) 13. August 2009 (2009-08-13)	12
A	Absatz [0023] - Absatz [0026]; Abbildung 1 Absatz [0027]; Abbildung 2 Absatz [0028]; Abbildung 3 -----	1,4,8, 10,11
Y	US 2009/162198 A1 (OGINO KAZUO [JP] ET AL) 25. Juni 2009 (2009-06-25)	10
A	Absatz [0057] - Absatz [0063]; Abbildungen 1-4 -----	1,4,8,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/072460

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
JP S61107000	A	24-05-1986	JP	H0454078 B2			28-08-1992	
			JP	S61107000 A			24-05-1986	

DE 20216177	U1	16-01-2003	DE	20216177 U1			16-01-2003	
			JP	3089871 U			15-11-2002	
			TW	517787 U			11-01-2003	
			US	2003143070 A1			31-07-2003	

JP H045500	A	09-01-1992	KEINE					

US 2009202352	A1	13-08-2009	CA	2714672 A1			20-08-2009	
			US	2009202352 A1			13-08-2009	
			WO	2009102401 A1			20-08-2009	

US 2009162198	A1	25-06-2009	CN	101360916 A			04-02-2009	
			US	2009162198 A1			25-06-2009	
			WO	2007108342 A1			27-09-2007	
