



(19)

(11)

EP 4 530 470 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.04.2025 Patentblatt 2025/14

(21) Anmeldenummer: **25156928.1**(22) Anmeldetag: **08.08.2023**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04C 27/00 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
**F04C 18/0215; F01C 21/02; F04C 18/0261;
F04C 18/0269; F04C 23/001; F04C 23/008;
F04C 25/02; F04C 27/005; F04C 29/0042;
F04C 29/04; F04C 2240/40; F04C 2240/50;
F04C 2240/60; F04C 2240/807; F04C 2240/808**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA

Benannte Validierungsstaaten:

KH MA MD TN

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
23190388.1 / 4 253 720

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum Technology AG
35614 Asslar (DE)**

(72) Erfinder:

- **BERNHARDT, Gernot
35625 Hüttenberg (DE)**
- **SCHÄFER, Maik
35796 Weinbach (DE)**
- **SCHÄFER, Heiko
35606 Solms-Niederbiel (DE)**

- **TÖNNISSEN, Jörn
61231 Bad Nauheim (DE)**
- **HOFMANN, Jan
35305 Grünberg (DE)**
- **LATTA, Sebastian
35578 Wetzlar (DE)**
- **BECKER, Jonas
35649 Bischoffen (DE)**
- **SÖHNGEN, Wolfgang
35647 Waldsolms (DE)**
- **GERMANN, Jannik
35759 Driedorf-Seilhofen (DE)**

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)**

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 10.02.2025 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) SCROLLVAKUUMPUMPE UND SCROLLVAKUUMPUMPEN-SYSTEM

(57) Die Erfindung betrifft unter anderem eine Scrollvakuumpumpe mit einem Pumpensystem, einer Antriebswelle, die einen Exzenterabschnitt zum Antrieben des Pumpensystems aufweist, und einem elektrischen Antriebsmotor für die Antriebswelle, wobei zumindest zwei entlang der Drehachse der Antriebswelle voneinander

beabstandete Lagerstellen zur Drehlagerung der Antriebswelle vorgesehen sind, und wobei sich alle Lagerstellen auf der dem Exzenterabschnitt der Antriebswelle zugewandten Seite des Antriebsmotors und/oder zwischen einem vorderen Wuchtgewicht und einem hinteren Wuchtgewicht der Antriebswelle befinden.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft die Verbesserung von Scrollvakuumpumpen sowie von Scrollvakuumpumpen-Systemen mit mehreren Scrollvakuumpumpen unterschiedlicher Bauart.

[0002] Dabei umfassen die Scrollvakuumpumpen jeweils ein Pumpensystem, das ein feststehendes Spiralbauteil und ein mit diesem pumpwirksam zusammenwirkendes bewegliches Spiralbauteil umfasst, eine im Betrieb um eine Drehachse rotierende Antriebswelle mit einem Exzenterabschnitt zum Antreiben des beweglichen Spiralbauteils, und einen elektrischen Antriebsmotor für die Antriebswelle.

[0003] Scrollvakuumpumpen sind grundsätzlich bekannt, z.B. aus EP 3 153 708 A2, EP 3 617 511 A2 und EP 3 647 599 A2.

[0004] Eine Scrollpumpe ist eine gegen Atmosphärendruck verdichtende Verdrängerpumpe, die sich unter anderem als Kompressor einsetzen lässt. Eine Scrollvakuumpumpe kann zur Erzeugung eines Vakuums in einem Rezipienten verwendet werden, der an einen Gaseinlass der Scrollvakuumpumpe angeschlossen ist.

[0005] Scrollvakuumpumpen werden auch als Spiralvakuumpumpen oder Spiralfördereinrichtungen bezeichnet. Das einer Scrollvakuumpumpe zugrundeliegende Pumprprinzip ist aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt und wird daher nachstehend nur kurz erläutert.

[0006] Das Pumpensystem einer Scrollvakuumpumpe weist zwei ineinander verschachtelte bzw. ineinander gesteckte, beispielsweise archimedische, Spiralzylinder auf, die auch lediglich als Spiralen bezeichnet werden. Jeder Spiralzylinder umfasst dabei zumindest eine äquidistante Spiralwand mit einem an einer Stirnseite der Spiralwand vorgesehenen, insbesondere plattenförmigen, Träger, wobei die äußersten Windungen des Spiralzylinders, beispielsweise die zwei oder drei äußersten Windungen des Spiralzylinders, durch Wandabschnitte gebildet werden können, die vom Mittelpunkt der Spiralen jeweils einen in Umfangsrichtung konstanten Abstand aufweisen. Auch wenn diese Wandabschnitte streng genommen keine Spiralabschnitte, sondern Kreisabschnitte bilden, werden sie im Kontext der vorliegenden Offenbarung der Spirale zugerechnet und als Windungen der Spirale bezeichnet.

[0007] Die Spiralzylinder sind dabei so ineinandergesteckt, dass die beiden Spiralzylinder abschnittsweise halbmond- bzw. sichelförmige Volumina umschließen. Eine der beiden Spiralen ist dabei unbeweglich bzw. feststehend im Gehäuse der Pumpe angeordnet, wohingegen die andere Spirale mitsamt ihres Trägers über den Exzenterabschnitt der Antriebswelle auf einer kreisförmigen Bahn bewegt werden kann, weshalb diese Spirale zusammen mit ihrem Träger auch als Orbiter bezeichnet wird. Dieses bewegliche Spiralbauteil führt somit eine sogenannte zentrale Oszillation aus, was auch als "Orbitieren" oder "Wobbeln" bezeichnet wird. Ein zwischen den Spiralzylindern eingeschlossenes halbmondförmiges Volumen wandert während des Orbitierens des beweglichen Spiralbauteils innerhalb der Spiralen zunehmend nach innen, wodurch mittels des wandernden Volumens das zu pumpende Prozessgas von einem radial außenliegenden Gaseinlass des Pumpensystems nach radial innen zu einem insbesondere in der Spiralmittelpunkt befindlichen Gasauslass des Pumpensystems gefördert wird.

[0008] Der Exzenterantrieb, also die Antriebswelle mit dem Exzenterabschnitt, befindet sich innerhalb des Gehäuses der Scrollvakuumpumpe auf der der Spirale des Orbiters abgewandten Seite des Trägers und ist in der Praxis meistens von einer verformbaren Hülse, beispielsweise einem Wellbalg, umgeben, der einerseits zur Abdichtung des Antriebs gegenüber dem Ansaugbereich und andererseits als Drehsicherung für den Orbiter dient, da sich diese anderenfalls, also ohne eine Drehsicherung, um sich selbst drehen könnte. Um diese Drehsicherung zu gewährleisten, kann beispielsweise die verformbare Hülse an einem ersten Ende mit dem Träger verbunden sein, wohingegen das dem ersten Ende gegenüberliegende zweite Ende der verformbaren Hülse mittels mehrerer Befestigungsmittel im Inneren des Gehäuses am Gehäusegrund verschraubt sein kann.

[0009] Die Baugruppe umfassend den Orbiter und die verformbare Hülse (z.B. Wellbalg) kann im Rahmen der Pumpenmontage vormontiert werden, so dass diese Baugruppe anschließend als eine Einheit in das Pumpengehäuse eingesetzt werden kann, woraufhin das erwähnte zweite Ende der verformbaren Hülse am Gehäusegrund mit den Befestigungsmitteln verschraubt werden kann.

[0010] Die nachfolgenden Aspekte der Erfindung können in beliebiger Weise miteinander kombiniert werden, sofern sie einander nicht widersprechen. Bei diesen Aspekten handelt es sich um die in den Ansprüchen definierten Aspekte sowie um deren in der nachfolgenden Beschreibung, einschließlich der Figurenbeschreibung, angegebenen Weiterbildungen, auch als Ausführungsformen oder Ausführungsbeispiele bezeichnet.

[0011] Nach einem ersten Aspekt der Erfindung sind zumindest zwei entlang der Drehachse voneinander beabstandete Lagerstellen zur Drehlagerung der Antriebswelle vorgesehen, wobei sich alle Lagerstellen auf der dem Exzenterabschnitt zugewandten Seite des Antriebsmotors und/oder zwischen einem vorderen Wuchtgewicht und einem hinteren Wuchtgewicht der Antriebswelle befinden.

[0012] Mit anderen Worten befindet sich der Antriebsmotor hinter den Lagerstellen, d.h. hinter dem Antriebsmotor befindet sich keine Lagerstelle mehr. Dies vereinfacht die Montage und das Austauschen des Antriebsmotors oder von Teilen des Antriebsmotors, insbesondere des Motorrotors oder einer den Motorrotor umfassenden Einheit. Dieses Konzept bedeutet eine Abkehr von einer herkömmlichen Anordnung, bei welcher ein als Asynchronmotor ausgebildeter

Antriebsmotor zwischen zwei längs der Drehachse beabstandeten Lagerstellen angeordnet ist.

[0013] Gemäß einigen Weiterbildungen kann vorgesehen sein, dass der Exzenterabschnitt mit dem vorderen Ende der Antriebswelle verbunden ist und der Antriebsmotor auf dem hinteren Ende der Antriebswelle sitzt.

[0014] In einigen Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass der Antriebsmotor zumindest teilweise, bevorzugt vollständig, innerhalb des Pumpengehäuses angeordnet ist. Insbesondere ist dabei der Antriebsmotor zumindest über mehr als die Hälfte seiner axialen Länge, bevorzugt über seine gesamte axiale Länge, von dem Pumpengehäuse in Umfangsrichtung umgeben.

[0015] Dabei kann vorgesehen sein, dass das Pumpengehäuse an seinem hinteren Ende mittels eines separaten Motordeckels verschlossen ist. Wenn der Antriebsmotor nicht vollständig innerhalb des Pumpengehäuses angeordnet ist, kann der Motordeckel einen Aufnahmeraum mit einer axialen Tiefe aufweisen, die so bemessen ist, dass dieser Aufnahmeraum ein axial nach hinten aus dem Pumpengehäuse heraus vorstehendes hinteres Ende des Antriebsmotors aufnehmen kann.

[0016] Gemäß bevorzugten Ausführungsformen dieses Aspektes der Erfindung kann es sich bei dem elektrischen Antriebsmotor der Scrollvakuumpumpe um einen Asynchronmotor handeln.

[0017] Alternativ kann der elektrische Antriebsmotor ein Synchronmotor sein.

[0018] Insbesondere kann der elektrische Antriebsmotor als ein IPM-Motor ausgebildet sein (IPM = Internal Permanent Magnet).

[0019] Es kann auch vorgesehen sein, dass der Antriebsmotor ein Synchron-Reluktanzmotor ist.

[0020] Nach einem zweiten Aspekt der Erfindung ist auf das hintere Ende der Antriebswelle störnseitig ein Wuchtgewicht aufgesetzt.

[0021] Ein Vorteil dieser Anordnung des Wuchtgewichts besteht darin, dass nicht an anderer Stelle Bauraum für das Wuchtgewicht bereitgestellt werden muss. Ein weiterer Vorteil ist, dass das Wuchtgewicht zusätzlich zum Auswuchten des rotierenden Systems eine oder mehrere Zusatzfunktionen übernehmen kann. Insbesondere kann das störnseitig aufgesetzte Wuchtgewicht dazu dienen, den Rotor des Antriebsmotors einzuspannen.

[0022] Das während des Betriebs rotierende Wuchtgewicht erzeugt Luftverwirbelungen im Motorraum und kann hierdurch einen Kühlleffekt bewirken und zur Kühlung des Antriebsmotors zumindest beitragen. Auf die Anordnung von Kühlrippen am Motorrotor kann auf diese Weise verzichtet werden, so dass der hierdurch frei gewordene Bauraum im Motorraum für das Wuchtgewicht genutzt werden kann.

[0023] Hierbei bedeutet "aufgesetzt" nicht zwangsläufig, dass das Wuchtgewicht die Antriebswelle berührt. Das Wuchtgewicht befindet sich hinter der Antriebswelle und ist mit der Antriebswelle derart verbunden, dass es während des Betriebs gemeinsam mit der Antriebswelle rotiert.

[0024] Das Wuchtgewicht kann beispielsweise mit der Antriebswelle verschraubt sein.

[0025] Zum Verschrauben des Wuchtgewichts mit der Antriebswelle kann eine zentrale Schraube vorgesehen sein, deren Schaft mit der Drehachse zusammenfällt.

[0026] Gemäß einigen Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass die Positionierung des Wuchtgewichts in Umfangsrichtung relativ zur Antriebswelle durch eine Positionierhilfe vorgegeben ist.

[0027] Die Positionierhilfe kann ein mit radialem Abstand von der Drehachse angeordnetes Positionierelement sowie eine Positionieraufnahme für einen Teil des Positionierelements umfassen, wobei das Positionierelement an der Antriebswelle angeordnet und die Positionieraufnahme am Wuchtgewicht ausgebildet ist, oder umgekehrt. Das Positionierelement kann beispielsweise stiftförmig ausgebildet sein und sich parallel zur Drehachse erstrecken.

[0028] Das Positionierelement kann bei der Montage in axialer Richtung in eine Aussparung einschiebbar sein. Die Aussparung kann in der Antriebswelle ausgebildet sein. Alternativ kann die Aussparung gemeinsam von der Antriebswelle einerseits und einem Motorrotor des Antriebsmotors oder einem mit dem Motorrotor des Antriebsmotors drehfest verbundenen, radial inneren Hülsenelement andererseits gebildet sein.

[0029] Gemäß einigen Weiterbildungen kann vorgesehen sein, dass der Antriebsmotor einen radial inneren Motorrotor und einen radial äußeren Motorstator umfasst, wobei der Motorrotor zwischen einem Widerlager und dem auf das hintere Ende der Antriebswelle aufgesetzten Wuchtgewicht eingespannt ist.

[0030] Gemäß einigen Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass der Antriebsmotor einen radial inneren Motorrotor umfasst, der direkt oder mittels eines mit dem Motorrotor drehfest verbundenen, radial inneren Hülsenelement auf die Antriebswelle aufgeschoben ist, insbesondere mit einer Spielpassung, wobei zwischen dem Motorrotor und dem Hülsenelement einerseits und der Antriebswelle andererseits eine in Umfangsrichtung wirksame Formschlussverbindung vorgesehen ist.

[0031] Die Formschlussverbindung kann durch ein Positionierelement einer Positionierhilfe gebildet sein, durch welche die Positionierung des Wuchtgewichts in Umfangsrichtung relativ zur Antriebswelle vorgegeben ist. Bei dem Positionierelement und/oder der Positionierhilfe kann es sich um das vorstehend beschriebene Positionierelement bzw. die vorstehend beschriebene Positionierhilfe handeln.

[0032] Gemäß einigen Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass der Motorrotor des Antriebsmotors mit einem radial inneren Hülsenelement versehen ist, das mit dem Motorrotor drehfest verbunden und mit dem Motorrotor

auf die Antriebswelle aufgeschoben ist, insbesondere mit einer Spielpassung. Bei dem Hülsenelement kann es sich um das vorstehend beschriebene Hülsenelement handeln.

[0033] Nach einem dritten Aspekt der Erfindung umfasst der Antriebsmotor einen radial inneren Motorrotor und einen radial äußeren Motorstator, wobei der Motorrotor mit einem radial inneren Hülsenelement versehen ist, das mit dem Motorrotor drehfest verbunden und mit dem Motorrotor auf die Antriebswelle aufgeschoben ist, insbesondere mit einer Spielpassung.

[0034] Bei dem Hülsenelement handelt es sich insbesondere um das vorstehend beschriebene Hülsenelement.

[0035] Mit einem derartigen Hülsenelement kann der Innendurchmesser des Motorrotors an den Außendurchmesser des betreffenden Abschnitts der Antriebswelle angepasst werden. Dies kann beispielsweise bei einem System mit mehreren Scrollvakuumumpumpen unterschiedlicher Bauart von Vorteil sein, die sich hinsichtlich des Innendurchmessers des Motorrotors voneinander unterscheiden. Insbesondere wird es hierdurch ermöglicht, eine Antriebswelle für unterschiedliche Motorrotoren zu verwenden.

[0036] Das Hülsenelement kann einteilig oder mehrteilig ausgebildet sein.

[0037] Der Motorrotor und das Hülsenelement können miteinander verpresst sein.

[0038] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass das Hülsenelement mit einer umlaufenden Schulter versehen ist, an welcher der Motorrotor anliegt. Diese Schulter kann ein Widerlager für den Motorrotor bilden, der zwischen diesem Widerlager und einem Spannelement eingespannt werden kann. Das Spannelement kann beispielsweise auf das hintere Ende der Antriebswelle stirnseitig aufgesetzt sein. Insbesondere kann es sich bei dem Spannelement um ein Wuchtgewicht handeln, insbesondere das vorstehend beschriebene Wuchtgewicht.

[0039] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass die Antriebswelle mit einer umlaufenden Schulter versehen ist, an welcher das Hülsenelement anliegt. Die Schulter der Antriebswelle kann ein Widerlager für das Hülsenelement bilden, wenn dieses bei der Montage eingespannt wird. Beispielsweise kann das Hülsenelement zwischen diesem Widerlager und einem auf das hintere Ende der Antriebswelle stirnseitig aufgesetzten Spannelement eingespannt sein. Bei dem Spannelement kann es sich beispielsweise um ein Wuchtgewicht handeln, insbesondere um das vorstehend beschriebene Wuchtgewicht.

[0040] Nach einem vierten Aspekt der Erfindung, der ein Scrollvakuumumpumpen-System mit mehreren Scrollvakuumumpumpen unterschiedlicher Bauart betrifft, sind die Antriebswellen der unterschiedlichen Scrollvakuumumpumpen baugleich.

[0041] Hierdurch ergibt sich eine vorteilhafte Reduzierung der Anzahl unterschiedlicher Bauteile, da die gleiche Antriebswelle für die unterschiedlichen Scrollvakuumumpumpen verwendet werden kann.

[0042] Beispielsweise können sich die Scrollvakuumumpumpen hinsichtlich des Innendurchmessers eines radial inneren Motorrotors des Antriebsmotors voneinander unterscheiden, wobei zur Anpassung der Antriebswellen an die unterschiedlichen Innendurchmesser Hülsenelemente mit unterschiedlichen Wandstärken vorgesehen sind, die jeweils zwischen Antriebswelle und Motorrotor angeordnet sind.

[0043] Dabei kann vorgesehen sein, dass die Motorrotoren jeweils drehfest mit dem Hülsenelement verbunden und mit dem Hülsenelement auf die Antriebswelle aufgeschoben sind, insbesondere mit einer Spielpassung.

[0044] Dabei kann vorgesehen sein, dass jeweils der Motorrotor und das Hülsenelement miteinander verpresst sind.

[0045] Nach einem fünften Aspekt der Erfindung ist die Antriebswelle mit einem vorderen Wuchtgewicht und mit einem hinteren Wuchtgewicht versehen, wobei sich das vordere Wuchtgewicht und das hintere Wuchtgewicht hinsichtlich des Materials, aus dem sie gefertigt sind, voneinander unterscheiden.

[0046] Durch das Konzept, für die Wuchtgewichte unterschiedliche Materialien einzusetzen, wird ein zusätzlicher Parameter geschaffen, der variiert werden kann, um die Wuchtgewichte an die jeweiligen Gegebenheiten anzupassen.

[0047] Bei einem System von Scrollvakuumumpumpen unterschiedlicher Bauart kann beispielsweise aufgrund unterschiedlich großer Pumpensysteme der für ein Wuchtgewicht zur Verfügung stehende Bauraum unterschiedlich groß sein, was aber nicht zwangsläufig bedeuten muss, dass bei kleinerem Bauraum auch eine kleinere Wuchtmasse benötigt wird, da die benötigte Wuchtmasse von den Eigenschaften des gesamten rotierenden Systems abhängig ist. Mit anderen Worten kann es bei einem derartigen Scrollvakuumumpumpen-System erforderlich sein, in einem vergleichsweise kleinen Bauraum eine vergleichsweise große Wuchtmasse unterzubringen, um den jeweiligen Erfordernissen des Wuchtens zu genügen, dabei konstruktive Anpassungen aber zu vermeiden oder zumindest zu minimieren.

[0048] Durch die Wahl eines Materials höherer Dichte für eines der Wuchtgewichte kann dessen Masse erhöht werden, ohne dass für dieses Wuchtgewicht ein größerer Bauraum benötigt wird.

[0049] Vorteilhafte Weiterbildungen können also vorsehen, dass das Material des einen Wuchtgewichts eine größere Dichte besitzt als das Material des anderen Wuchtgewichts. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass es das vordere Wuchtgewicht ist, dessen Material eine größere Dichte besitzt. Hierdurch können unterschiedlich große Pumpensysteme bei gleichen Abmessungen des verbleibenden rotierenden Systems durch Wuchtgewichte unterschiedlicher Dichte kompensiert werden.

[0050] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das vordere Wuchtgewicht aus Messing und das hintere Wuchtgewicht aus Stahl gefertigt ist.

[0051] Nach einem sechsten Aspekt der Erfindung, der ein Scrollvakuumumpumpen-System mit mehreren Scrollva-

kuumpumpen unterschiedlicher Bauart betrifft, unterscheiden sich die Scrollvakuumpumpen hinsichtlich des Pumpsystems, wobei die Antriebswelle mit einem vorderen Wuchtgewicht und mit einem hinteren Wuchtgewicht versehen ist, und wobei sich die Scrollvakuumpumpen hinsichtlich des vorderen Wuchtgewichts und/oder des hinteren Wuchtgewichts voneinander unterscheiden.

- 5 [0052] Nach einem siebten Aspekt der Erfindung ist die Antriebswelle mit wenigstens einem Wuchtgewicht versehen, wobei das Wuchtgewicht mehrere entlang einer Längsachse, die im eingebauten Zustand parallel zur Drehachse der Antriebswelle verläuft, aufeinanderfolgende Wuchtabschnitte umfasst, die jeweils eine Teilringform aufweisen und mit ihrer Öffnung zur Antriebswelle hin weisend diese umfassen, und wobei sich die Wuchtabschnitte hinsichtlich der Weite ihrer Öffnungen voneinander unterscheiden.
- 10 [0053] Durch ein derart unterschiedliche Wuchtabschnitte aufweisendes Wuchtgewicht kann ein zur Verfügung stehender Bauraum optimal ausgenutzt werden.
- [0054] Bei dem die unterschiedlichen Wuchtabschnitte aufweisenden Wuchtgewicht kann es sich um das vordere Wuchtgewicht der Antriebswelle handeln, die zusätzlich ein hinteres Wuchtgewicht aufweist.
- 15 [0055] Bei einigen Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass im eingebauten Zustand die Öffnungsweiten der Wuchtabschnitte in Richtung des Pumpsystems zunehmen.
- [0056] Ferner kann vorgesehen sein, dass im eingebauten Zustand ein Wuchtabschnitt bezogen auf die Drehachse der Antriebswelle in Höhe des Exzenterabschnitts der Antriebswelle angeordnet ist.
- 20 [0057] Die Öffnung jedes Wuchtabschnitts kann in einer Ebene senkrecht zur Längsachse durch einen Teilkreis mit einem entlang der Längsachse konstanten Radius definiert sein, wobei sich die Öffnungen der Wuchtabschnitte hinsichtlich der Größe der Radien voneinander unterscheiden.
- [0058] Vorzugsweise sind die Teilkreise nicht konzentrisch angeordnet.
- [0059] Die Teilkreise können jeweils einen Winkel im Bereich von 120° bis 180° umfassen, insbesondere im Bereich von 150° und 170° .
- 25 [0060] Das Wuchtgewicht kann einstückig ausgeführt sein. Hierdurch ist es möglich, das Wuchtgewicht durch spanende Bearbeitung aus einem einzigen Ausgangswerkstück zu fertigen.
- [0061] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass die Mittelpunkte aller Teilkreise von zumindest zwei Punktabschnitten, insbesondere von allen Punktabschnitten, in einer Ebene liegen, in der auch die Halbierenden der von den Teilkreisen umfassten Winkel liegen.
- 30 [0062] Nach einem achten Aspekt der Erfindung ist die Antriebswelle mit wenigstens einem Wuchtgewicht versehen, das zumindest einen Wuchtabschnitt umfasst, der sich in einer Ebene senkrecht zu einer Längsachse, die im eingebauten Zustand parallel zur Drehachse der Antriebswelle verläuft, radial nach außen konisch erweitert.
- [0063] Im Hinblick auf eine Serienproduktion von Scrollvakuumpumpen und den daraus resultierenden Bedarf an einer entsprechend großen Anzahl von Wuchtgewichten ermöglicht die konische Gestalt des Wuchtgewichts eine Material- und Kostenoptimierung. Die Konusform ermöglicht eine gedachte rosettenartige Anordnung mehrerer Wuchtabschnitte um eine Mittelachse, was gleichbedeutend damit ist, dass die kreisförmige Fläche und damit das Material eines kreisscheibenförmigen Ausgangswerkstücks optimal genutzt, sozusagen also eine hohe Packungsdichte von Wuchtgewichten in dem Werkstück realisiert werden kann. Der Anteil des für die Herstellung der Wuchtgewichte ungenutzten Materials kann somit minimiert werden.
- 35 [0064] Die Längsachse kann mit der Drehachse zusammenfallen. Dabei kann vorgesehen sein, dass sich der Wuchtabschnitt V-förmig erweitert und damit einen Öffnungswinkel im Bereich von 10° bis 30° definiert, insbesondere im Bereich von 15° bis 25° .
- [0065] In einer Projektion entlang der Drehachse kann der Umriss des Wuchtabschnitts von zwei V-förmig radial nach außen divergierenden Geraden, einem radial inneren Kreisabschnitt und einem radial äußeren Kreisabschnitt begrenzt sein. Der radial innere Kreisabschnitt kann einen kleineren Radius aufweisen als der radial äußere Kreisabschnitt. Ein gedachter Kreis, auf dem der radial innere Kreisabschnitt liegt und dessen Mittelpunkt vorzugsweise auf der Längsachse liegt, kann vollständig innerhalb des Umrisses des Wuchtabschnitts liegen. Alternativ oder zusätzlich kann ein gedachter Kreis, auf dem der radial äußere Kreisabschnitt liegt, den Umriss des Wuchtabschnitts vollständig enthalten.
- 40 [0066] Derartige Ausgestaltungen des Wuchtabschnitts können die Materialausbeute weiter erhöhen.
- [0067] Gemäß einigen Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass das Wuchtgewicht mehrere entlang einer Längsachse, die im eingebauten Zustand parallel zur Drehachse der Antriebswelle verläuft, aufeinanderfolgende Wuchtabschnitte umfasst, wobei in einer Projektion entlang der Längsachse der Umriss des gesamten Wuchtgewichts von dem Umriss des sich radial nach außen konisch erweiternden Wuchtabschnitts gebildet ist. Hierdurch kann erreicht werden, dass das oder die weiteren Wuchtabschnitte die Materialausbeute nicht beeinträchtigen.
- 45 [0068] Es kann zumindest ein weiterer Wuchtabschnitt vorgesehen sein, der gegenüber dem sich radial nach außen konisch erweiternden Wuchtabschnitt in radialer Richtung verkürzt und abgesehen davon zu diesem kongruent ausgebildet und überdeckend ausgerichtet ist. Die Herstellung des Wuchtgewichts kann hierdurch weiter vereinfacht werden.
- [0069] Das Wuchtgewicht kann einen Kreiszylinderabschnitt aufweisen, der entlang der Längsachse das stirnseitige Ende des Wuchtgewichts bildet und dessen Mittelachse mit der Längsachse zusammenfällt. Dabei kann insbesondere

vorgesehen sein, dass die entlang der Längsachse gemessene Dicke des Kreiszylinderabschnitts kleiner ist als die Dicke jedes Wuchtabschnitts.

[0070] Der Kreiszylinderabschnitt kann beispielsweise zur Zentrierung des Wuchtgewichts bei der Montage dienen. Insbesondere kann das Wuchtgewicht mit dem Kreiszylinderabschnitt in ein Hülsenelement eingesteckt werden, und zwar insbesondere in denjenigen Ausführungsbeispielen, bei denen das Wuchtgewicht auf das hintere Ende der Antriebswelle sturmseitig aufgesetzt ist, wobei ein Motorrotor drehfest mit dem Hülsenelement verbunden und mit dem Hülsenelement auf die Antriebswelle aufgeschoben ist.

[0071] Das Wuchtgewicht kann mit dem Kreiszylinderabschnitt auf das hintere Ende der Antriebswelle sturmseitig aufgesetzt sein.

[0072] Das Wuchtgewicht kann seine größte entlang der Längsachse gemessene Dicke in Verlängerung der Antriebswelle aufweisen.

[0073] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Wuchtgewicht einstückig ausgeführt ist. Durch die einstückige Ausgestaltung kann die Herstellung des Wuchtgewichts weiter vereinfacht werden.

[0074] Nach einem neunten Aspekt der Erfindung, der ein System mit mehreren Scrollvakuumpumpen unterschiedlicher Bauart betrifft, umfasst jede Vakumpumpe ein Pumpengehäuse und ein Elektronikgehäuse, wobei das Pumpensystem, die Antriebswelle und der Antriebsmotor in dem Pumpengehäuse untergebracht sind und das Elektronikgehäuse ein von dem Pumpengehäuse separates Bauteil ist, das mit dem Pumpengehäuse, insbesondere lösbar, verbunden ist, wobei das Elektronikgehäuse ein Gehäuseteil und eine Elektronikausstattung umfasst, wobei sich die Scrollvakuumpumpen hinsichtlich der Elektronikausstattung voneinander unterscheiden, und wobei die Gehäuseteile der unterschiedlichen Scrollvakuumpumpen baugleich sind.

[0075] Eine unterschiedliche Elektronikausstattung kann beispielsweise daraus resultieren, dass die Scrollvakuumpumpen mit unterschiedlichen Antriebsmotoren ausgestattet sind. Unterschiedliche Antriebsmotoren können unterschiedliche elektronische, elektrische und/oder elektromechanische Komponenten und/oder eine unterschiedliche Anzahl derartiger Komponenten erfordern.

[0076] Die Verwendung eines Gehäuseteils für unterschiedliche Elektronikausstattungen ist gleichbedeutend mit einem Baukastensystem für die unterschiedlichen Scrollvakuumpumpen, was die Herstellung vereinfacht und somit die Kosten reduziert.

[0077] Die Gehäuseteile können jeweils als Gussteil ausgebildet sein.

[0078] Dass die Gehäuseteile der unterschiedlichen Scrollvakuumpumpen baugleich sind, schließt nicht aus, dass gemäß vorteilhafter Weiterbildungen sich die Gehäuseteile der unterschiedlichen Scrollvakuumpumpen hinsichtlich einer Nachbearbeitung zur Anpassung an die jeweilige Elektronikausstattung voneinander unterscheiden. Die Nachbearbeitung kann beispielsweise in der Anpassung eines oder mehrerer Durchbrüche an die Geometrie von Steckern oder Leitungen der Elektronikausstattung bestehen, die am Gehäuseteil aufgenommen oder durch eine Wandung des Gehäuseteils hindurchgeführt werden sollen. Eine Nachbearbeitung kann zum Beispiel auch darin bestehen, dass innerhalb des Gehäuseteils vorhandene Wandungen durch eine Fräsbearbeitung vollständig oder teilweise entfernt werden, um so den zur Verfügung stehenden Bauraum an den jeweiligen Platzbedarf der Elektronikausstattung anzupassen.

[0079] Nach einem zehnten Aspekt der Erfindung umfasst der Antriebsmotor einen radial inneren Motorrotor und einen radial äußeren Motorstator, wobei der Motorrotor eine vordere Stirnseite und eine hintere Stirnseite aufweist, und wobei lediglich eine der beiden Stirnseiten mit in axialer Richtung vorstehenden Kühlvorsprüngen versehen ist.

[0080] Dies bedeutet eine Abkehr von einer herkömmlichen Ausgestaltung, die sich dadurch auszeichnet, dass derartige Kühlvorsprünge auf beiden Stirnseiten des Motorrotors vorhanden sind. Indem gemäß diesem Aspekt der Erfindung die Kühlvorsprünge nur auf einer Stirnseite vorhanden sind, wird in vorteilhafter Weise axialer Bauraum eingespart. Es wurde überraschend gefunden, dass lediglich einseitig vorgesehene Kühlvorsprünge für eine ausreichende Kühlwirkung sorgen können.

[0081] In einigen Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass zumindest einige der Kühlvorsprünge derart ausgebildet und angeordnet sind, dass sie jeweils als Wuchtgewicht wirksam sind. Dabei können diese Wuchtgewichte gemeinsam eine wirksame Wuchtmasse bezüglich der Drehachse bilden. Es wurde überraschend gefunden, dass bei lediglich einseitiger Anordnung dieser Vorsprünge sowohl eine ausreichende Kühlwirkung als auch eine ausreichende Wuchtwirkung erzielt werden kann.

[0082] Es kann vorgesehen sein, dass es die hintere Stirnseite des Motorrotors ist, die mit den Kühlvorsprüngen versehen ist. Die vordere Stirnseite des Motorrotors, die nicht mit derartigen Vorsprüngen versehen ist, kann somit weiter innen angeordnet sein als bei einem Motorrotor, der an seiner vorderen Stirnseite mit derartigen Vorsprüngen versehen ist.

[0083] Die Kühlvorsprünge können rippenförmig oder plättchenförmig ausgebildet sein.

[0084] Es kann vorgesehen sein, dass die Kühlvorsprünge zumindest zwei verschiedene Seiten aufweisen, die sich hinsichtlich ihrer Breite voneinander unterscheiden, wobei die Kühlvorsprünge derart angeordnet sind, dass jeweils die breitere Seite zumindest im Wesentlichen in Umfangsrichtung und die schmalere Seite zumindest im Wesentlichen in

radialer Richtung weist. Hierdurch können die Kühlvorsprünge nach Art von Schaufeln vergleichsweise starke Luftbewegungen erzeugen, d.h. für einen vergleichsweise großen "Quirl- oder Röhreffekt" sorgen, was die Wärmeabfuhr und somit den Kühlleffekt begünstigt. Die Kühlvorsprünge können derart gekrümmt ausgeführt sein, dass sie mit einer konkav geformten Seite zumindest im Wesentlichen in Umfangsrichtung weisen, und zwar in Drehrichtung des Motorrotors.

5 Hierdurch kann ein Schaufeleffekt der Kühlvorsprünge weiter vergrößert werden.

[0085] Nach einem elften Aspekt der Erfindung umfasst das feststehende Spiralbauteil eine Spiralanordnung mit Spiralwänden und Spiralgrund sowie einen Träger für die Spiralanordnung, wobei in dem Träger ein von einer im Spiralgrund ausgebildeten Eintrittsöffnung zu einem Auslass des Trägers führender Auslasskanal ausgebildet ist, und wobei in dem Träger zusätzlich zu dem Auslasskanal wenigstens zwei Bypass-Kanäle ausgebildet sind, die jeweils von einer im Spiralgrund ausgebildeten Bypass-Öffnung zu einem Auslass des Trägers führen und in denen jeweils wenigstens ein Überdruckventil angeordnet ist.

[0086] Das Vorsehen eines Bypass-Kanals mit einem oder mehreren Überdruckventilen im Pumpensystem einer Scrollvakuumpumpe ist grundsätzlich bekannt. Ein in bestimmten Pumpanwendungen entstehender Überdruck, der zu einer besonders hohen Leistungsaufnahme der Pumpe führen würde, kann auf diese Weise vermieden werden.

10 [0087] Es wurde überraschend gefunden, dass mehrere Bypass-Kanäle mit jeweils einem oder mehreren Überdruckventilen eine weitere Verbesserung dahingehend ermöglichen, dass bei relativ geringer Leistungsaufnahme ein vergleichsweise hohes Saugvermögen erzielt wird.

[0088] Bei einigen Weiterbildungen kann vorgesehen sein, dass die Bypass-Kanäle jeweils zum Auslasskanal führen. Ein oder mehrere zusätzliche Auslässe für die Bypass-Kanäle sind dann nicht erforderlich.

20 [0089] Bevorzugt sind genau zwei Bypass-Kanäle vorgesehen. Es wurde gefunden, dass bereits zwei Bypass-Kanäle genügen, um ein besonders günstiges Verhältnis aus Leistungsaufnahme und Saugvermögen zu erzielen.

[0090] Gemäß weiteren Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass in jedem Bypass-Kanal genau ein Überdruckventil angeordnet ist. Es wurde gefunden, dass für die Erzielung eines besonders günstigen Verhältnisses aus Leistungsaufnahme und Saugvermögen ein Überdruckventil pro Bypass-Kanal genügt.

25 [0091] Vorzugsweise ist das feststehende Spiralbauteil einstückig ausgebildet, wobei die dem beweglichen Spiralbau teil zugewandte Seite des Trägers den Spiralgrund der Spiralanordnung bildet.

[0092] Bei einigen Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass die beiden Bypass-Öffnungen in Umfangsrichtung gegeneinander versetzt angeordnet sind, insbesondere um einen Winkel von weniger als 180°, bevorzugt um einen Winkel zwischen 90° und 180°.

30 [0093] Ferner kann vorgesehen sein, dass die beiden Bypass-Öffnungen an unterschiedlichen radialen Positionen oder zumindest im Wesentlichen der gleichen radialen Position bezüglich einer parallel zur Drehachse der Antriebswelle verlaufenden Mittelachse des feststehenden Spiralbauteils angeordnet sind.

[0094] Ferner kann vorgesehen sein, dass die Eintrittsöffnung des Auslasskanals bezüglich einer parallel zur Drehachse der Antriebswelle verlaufenden Mittelachse des feststehenden Spiralbauteils radial weiter innen angeordnet ist als beide Bypass-Öffnungen. Insbesondere kann die Eintrittsöffnung des Auslasskanals zumindest im Wesentlichen auf der Mittelachse angeordnet sein.

35 [0095] Nach einem zwölften Aspekt der Erfindung umfasst das feststehende Spiralbauteil eine Spiralanordnung mit Spiralwänden und Spiralgrund sowie einen Träger für die Spiralanordnung, wobei in dem Träger ein von einer im Spiralgrund ausgebildeten Eintrittsöffnung zu einem Auslass des Trägers führender Auslasskanal ausgebildet ist, und wobei in dem Träger zusätzlich zu dem Auslasskanal wenigstens zwei Bypass-Kanäle ausgebildet sind, die jeweils von einer im Spiralgrund ausgebildeten Bypass-Öffnung zum Auslasskanal führen.

[0096] Indem die Bypass-Kanäle zum Auslasskanal führen, ist es nicht erforderlich, einen oder mehrere zusätzliche Auslässe für die Bypass-Kanäle im Träger vorzusehen.

40 [0097] Es kann vorgesehen sein, dass der Auslass des Trägers eine radiale Auslassöffnung umfasst und der Auslasskanal einen radial verlaufenden, zu der radialen Auslassöffnung führenden Kanalabschnitt umfasst.

[0098] Dabei kann vorgesehen sein, dass beide Bypass-Kanäle jeweils zu dem radialen Kanalabschnitt führen.

[0099] Alternativ kann vorgesehen sein, dass der eine Bypass-Kanal zu dem radialen Kanalabschnitt und der andere Bypass-Kanal zu einem weiteren Kanalabschnitt des Auslasskanals führt, der von der Eintrittsöffnung zum radialen Kanalabschnitt führt.

45 [0100] Dabei kann vorgesehen sein, dass der weitere Kanalabschnitt des Auslasskanals parallel zu einer parallel zur Drehachse der Antriebswelle verlaufenden Mittelachse des feststehenden Spiralbauteils verläuft und insbesondere auf der Mittelachse liegt.

[0101] Gemäß einigen Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass in den Bypass-Kanälen jeweils wenigstens ein Überdruckventil angeordnet ist.

50 [0102] Nach einem dreizehnten Aspekt der Erfindung umfasst das feststehende Spiralbauteil eine Spiralanordnung mit Spiralwänden und Spiralgrund sowie einen Träger für die Spiralanordnung, wobei in dem Träger ein von einer im Spiralgrund ausgebildeten Eintrittsöffnung zu einem Auslass des Trägers führender Auslasskanal ausgebildet ist, und wobei der Auslass des Trägers eine axiale Auslassöffnung umfasst.

- [0103]** Die axiale Auslassöffnung ist insbesondere dann von Vorteil, wenn der Auslass für eine weitere Funktion genutzt werden soll, die zusätzlichen Bauraum benötigt. Beispielsweise kann es gewünscht sein, in die Scrollvakuumpumpe eine zusätzliche Einrichtung, beispielsweise ein Lecksuchgerät, zu integrieren, die an den Auslass des Trägers angeschlossen sein muss. Bei einer herkömmlichen radialen Auslassöffnung würde diese Zusatzfunktion zusätzlichen radialen Bauraum erfordern, der häufig nicht zur Verfügung steht. Ein axialer Bauraum ist dagegen in vielen Fällen ohne Nachteile zu realisieren. An die axiale Auslassöffnung des Trägers kann folglich eine zusätzliche Einrichtung, beispielsweise ein Lecksuchgerät, angeschlossen werden, ohne dass zusätzlicher radialer Bauraum benötigt wird. Die Scrollvakuumpumpe kann dadurch schlanker gebaut werden.
- [0104]** Dementsprechend kann in einigen Ausführungsformen vorgesehen sein, dass an die axiale Auslassöffnung ein Vakuumgerät anschließbar oder angeschlossen ist, wobei es sich bei dem Vakuumgerät insbesondere um ein Lecksuchgerät handeln kann.
- [0105]** Der Auslasskanal kann einen radial verlaufenden Kanalabschnitt und zumindest einen weiteren Kanalabschnitt umfassen, der von dem radial verlaufenen Kanalabschnitt zu der axialen Auslassöffnung führt.
- [0106]** Dabei kann der weitere Kanalabschnitt parallel zu einer parallel zur Drehachse verlaufenden Mittelachse des feststehenden Spiralbauteils verlaufen.
- [0107]** In einigen Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass der Auslass des Trägers zusätzlich zu der axialen Auslassöffnung eine radiale Auslassöffnung umfasst, wobei die beiden Auslassöffnungen wahlweise verschließbar sind, so dass der Träger mit nur einer einzigen Auslassöffnung betreibbar ist. Hierdurch kann die Scrollvakuumpumpe flexibel betrieben werden. Die jeweils nicht benötigte Auslassöffnung kann beispielsweise mittels eines Stopfens verschlossen werden. Zum Einbringen und Entnehmen eines solchen Stopfens kann in umgebenden Bauteilen, beispielsweise eine Haube, ein Durchbruch ausgebildet sein, durch den hindurch die jeweilige Auslassöffnung bzw. ein diese momentan verschließender Stopfen zugänglich ist.
- [0108]** Der Auslasskanal kann einen radial verlaufenden Kanalabschnitt umfassen, der zu der radialen Auslassöffnung führt, wobei von einer zwischen der Eintrittsöffnung und der radialen Auslassöffnung gelegenen Abzweigstelle des radialen Kanalabschnitts ein weiterer Kanalabschnitt zu der axialen Auslassöffnung führt. Dabei kann vorgesehen sein, dass zu einer, insbesondere zwischen der Eintrittsöffnung und der zur axialen Auslassöffnung führenden Abzweigstelle gelegenen, Einmündungsstelle ein Kanalabschnitt führt, der von einer im Spiralgrund ausgebildeten Bypass-Öffnung ausgeht.
- [0109]** Die axiale Auslassöffnung kann an einem radial äußeren Bereich des Trägers ausgebildet sein. Insbesondere kann für die radiale Position Ra der axialen Auslassöffnung $Ra > 0,5 * r$, insbesondere $Ra > 0,7 * r$, insbesondere $Ra > 0,8 * r$, gelten, wenn r der Radius des Trägers ist.
- [0110]** Nach einem vierzehnten Aspekt der Erfindung umfasst das bewegliche Spiralbauteil eine Spiralanordnung mit Spiralwänden, von diesen begrenzten Spiralnuten und deren Boden bildendem Spiralgrund sowie einen mit dem Exzenterabschnitt der Antriebswelle zusammenwirkenden Träger für die Spiralanordnung, und das feststehende Spiralbauteil umfasst eine Spiralanordnung mit Spiralwänden, von diesen begrenzten Spiralnuten und deren Boden bildendem Spiralgrund sowie einen Träger für die Spiralanordnung, wobei die Spiralnuten eine Nuttiefe, die von der Spitze der Spiralwände bis zum Spiralgrund längs einer parallel zur Drehachse der Antriebswelle verlaufenden Mittelachse des beweglichen Spiralbauteils gemessen wird, und eine senkrecht zur Mittelachse gemessene Nutbreite aufweisen, und wobei bei dem beweglichen Spiralbauteil und/oder bei dem feststehenden Spiralbauteil das Verhältnis von Nuttiefe zu Nutbreite in einem Bereich von 3,7 bis 4,2, insbesondere von 3,8 bis 4,1, insbesondere bevorzugt von 3,85 bis 4,0 liegt und/oder wobei das Verhältnis von Nuttiefe zu Nutbreite größer als 3,8, insbesondere größer als 3,85, oder kleiner als 4,0 ist.
- [0111]** Mit derartigen Abmessungen der Spiralnuten kann das Pumpensystem ein vergleichsweise hohes Saugvermögen erzielen.
- [0112]** Vorzugsweise ist das Verhältnis von Nuttiefe zu Nutbreite über die gesamte Spiralanordnung konstant.
- [0113]** Die Nuttiefe kann beispielsweise 50 mm betragen. Alternativ kann die Nuttiefe 52 mm betragen. Hierdurch ergeben sich - bei gleicher Nutbreite - noch höhere Verhältnisse von Nuttiefe zu Nutbreite, die beispielsweise im Bereich von 4,0 und 4,2 liegen.
- [0114]** Nach einem fünfzehnten Aspekt der Erfindung umfasst das bewegliche Spiralbauteil eine Spiralanordnung mit Spiralwänden, von diesen begrenzten Spiralnuten und deren Boden bildendem Spiralgrund sowie einen mit dem Exzenterabschnitt der Antriebswelle zusammenwirkenden Träger für die Spiralanordnung, und das feststehende Spiralbauteil umfasst eine Spiralanordnung mit Spiralwänden und Spiralgrund sowie einen Träger für die Spiralanordnung, wobei bei dem beweglichen Spiralbauteil und/oder bei dem feststehenden Spiralbauteil eine oder mehrere radial außen liegende Spiralwände eine Dicke aufweisen, die größer ist als die Dicke von radial weiter innen liegenden Spiralwänden.
- [0115]** Durch die größere Dicke kann der radial außen liegenden Spiralwand bzw. den radial außen liegenden Spiralwänden eine höhere Stabilität verliehen werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die betreffende Spiralwand in Umfangsrichtung unterbrochen ist.

[0116] Gemäß einigen Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass der Träger in einem radial außen liegenden Bereich mit einem Gaseinlass versehen ist, in dessen Bereich die Spiralwand oder die Spiralwände in Umfangsrichtung unterbrochen sind, wobei zumindest eine, bevorzugt jede, der in Umfangsrichtung unterbrochenen Spiralwände mit der größeren Dicke versehen ist.

5 [0117] Dabei kann der Gaseinlass eine vom Außenrand des Trägers ausgehende, bevorzugt sich V-förmig radial nach innen erstreckende, Aussparung umfassen oder von einer solchen Aussparung gebildet sein.

[0118] Gemäß einigen Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass die oder jede Spiralwand größerer Dicke auf einem Kreis liegt.

10 [0119] Ferner kann vorgesehen sein, dass mehrere, insbesondere zwei, radial äußerste Spiralwände größerer Dicke auf konzentrischen Kreisen liegen, im Bereich eines im Träger ausgebildeten Gaseinlasses in Umfangsrichtung unterbrochen sind und eine Parallelpumpstruktur aus parallel pumpenden kreisförmigen oder kreisabschnittsförmigen Kanälen begrenzen, die in einen schraubenförmigen Pumpkanal übergehen, der von zumindest einer schraubenförmig verlaufenden Spiralwand kleinerer Dicke begrenzt ist.

15 [0120] Nach einem sechzehnten Aspekt der Erfindung umfasst das bewegliche Spiralbauteil eine Spiralanordnung mit Spiralwänden, von diesen begrenzten Spiralnuten und deren Boden bildendem Spiralgrund sowie einen mit dem Exzenterabschnitt der Antriebswelle zusammenwirkenden Träger für die Spiralanordnung, wobei das feststehende Spiralbauteil eine Spiralanordnung mit Spiralwänden und Spiralgrund sowie einen Träger für die Spiralanordnung umfasst, wobei die Spiralwände des beweglichen Spiralbauteils und/oder die Spiralwände des feststehenden Spiralbauteils an ihrem vom Spiralgrund abgewandten Ende mit einem Dichtungselement versehen sind, und wobei zumindest bei einer Spiralwand das Dichtungselement bis an das an einen Gaseinlass des Pumpsystems heranreichende Ende der Spiralwand geführt ist.

20 [0121] Aus herstellungstechnischen Gründen wurde es bislang vermieden, derartige Dichtungselemente so lang auszuführen, dass sie bis an dieses Ende der Spiralwand geführt werden können. Beispielsweise verblieb bisher ein einen Winkelbereich von ungefähr 180° umfassender Endabschnitt der Spiralwand ohne Dichtungselement. Es wurde überraschend gefunden, dass sich eine relevante Verbesserung des Saugvermögens der Scrollvakuumpumpe ergibt, wenn das Dichtungselement bis an das Ende der Spiralwand geführt ist.

[0122] In einigen Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass das Dichtungselement von langgestreckter Form ist und sich durchgehend von einem radial außen gelegenen Ende bis zu einem radial innen gelegenen Ende erstreckt.

25 [0123] Es kann vorgesehen sein, dass das Dichtungselement eine Länge von mehr als 150 cm, insbesondere von ungefähr 160 cm, aufweist.

[0124] Das Dichtungselement kann aus einem Thermoplast-Material bestehen, insbesondere aus PTFE (Polytetrafluorethylen), oder ein solches Material umfassen.

[0125] Vorzugsweise ist das Dichtungselement in eine Nut der jeweiligen Spiralwand aufgenommen.

30 [0126] Der Gaseinlass des Pumpsystems kann eine am Träger des beweglichen Spiralbauteils ausgebildete Aussparung umfassen. Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass die Aussparung vom Außenrand des Trägers ausgeht und bevorzugt sich V-förmig radial nach innen erstreckt.

[0127] Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

40 Fig. 1a und 1b ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe einer ersten Bauart mit einem dreiphasigen Asynchronmotor,

Fig. 2a und 2b ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe einer zweiten Bauart mit einem dreiphasigen Asynchronmotor,

45 Fig. 3a und 3b ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe einer dritten Bauart mit einem IPM-Motor,

50 Fig. 3c, 3d und 3e verschiedene Ansichten zur Erläuterung von Ausführungsbeispielen eines erfindungsgemäßen Wuchtsystems in Verbindung mit der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 3a und 3b,

Fig. 4 einen das Auswuchten des Motorrotors betreffenden Aspekt der Erfindung am Beispiel der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 1a und 1b,

55 Fig. 5a und 5b jeweils das Elektronikgehäuse einer erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe, und zwar Fig. 5a das Elektronikgehäuse einer Scrollvakuumpumpe nach Fig. 3a und 3b, und Fig. 5b das Elektronikgehäuse einer Scrollvakuumpumpe nach Fig. 1a und 1b oder Fig. 2a und 2b,

Fig. 6a, 6b und 6c verschiedene Ansichten eines Ausführungsbeispiels eines feststehenden Spiralbauteils ei-

ner erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe,

- Fig. 7a und 7b ein Ausführungsbeispiel eines beweglichen Spiralbauteils für das feststehende Spiralbauteil der Fig. 6a, 6b und 6c,
- Fig. 8a, 8b, 8c und 8d verschiedene Ansichten zur Erläuterung des Pumpsystems mit dem feststehenden Spiralbauteil nach Fig. 6a, 6b und 6c und dem beweglichen Spiralbauteil nach Fig. 7a und 7b,
- Fig. 9 eine schematische Darstellung zur Erläuterung der Relativanordnung zwischen feststehendem Spiralbauteil und beweglichem Spiralbauteil in unterschiedlichen Zuständen eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe, und
- Fig. 10 verschiedene Außenansichten einer erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe nach Fig. 2a und 2b oder Fig. 3a und 3b.

[0128] Die in Fig. 1a und 1b, Fig. 2a und 2b sowie Fig. 3a und 3b dargestellten erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpen gehören zu einem Scrollvakuumpumpen-System mit mehreren Scrollvakuumpumpen unterschiedlicher Bauart. Die Scrollvakuumpumpen dieses Systems unterscheiden sich voneinander in mehrfacher Hinsicht, besitzen aber den gleichen Grundaufbau, der nachstehend beschrieben wird.

[0129] Jede Scrollvakuumpumpe umfasst ein Pumpensystem mit einem feststehenden Spiralbauteil 11 und einem beweglichen Spiralbauteil 13, die während des Betriebs pumpwirksam zusammenwirken. Ferner umfasst jede Scrollvakuumpumpe eine im Betrieb um eine Drehachse 15 rotierende Antriebswelle 16 mit einem Exzenterabschnitt 19 zum Anreiben des beweglichen Spiralbauteils 13. Ferner ist jede Scrollvakuumpumpe mit einem elektrischen Antriebsmotor 21, 23 versehen, der dazu dient, die Antriebswelle 17 in Rotation um die Drehachse 15 zu versetzen. Der elektrische Antriebsmotor umfasst einen radial inneren Motorrotor 21 und einen radial äußeren Motorstator 23.

[0130] Die Antriebswelle 17 ist bei jeder Scrollvakuumpumpe an zwei in axialer Richtung beabstandeten Lagerstellen 25, 27 drehbar am Pumpengehäuse 41 gelagert. Das vordere Wälzlager 25 ist als Festlager ausgebildet, während das hintere Wälzlager 27 als Loslager ausgebildet ist.

[0131] Eine bei allen Scrollvakuumpumpen des Systems vorgesehene Besonderheit besteht darin, dass eine auch als Cantilever-Konzept bezeichnete Anordnung vorgesehen ist, wonach sich die beiden Lagerstellen 25, 27 auf der dem Exzenterabschnitt 19 der Antriebswelle 17 zugewandten Seite des Antriebsmotors 21, 23 befinden. Alle Lagerstellen 25, 27 befinden sich somit innerhalb des Pumpengehäuses 41 vor dem Antriebsmotor 21, 23. Der Exzenterabschnitt 19 ist einstückig mit dem vorderen Ende der Antriebswelle 17 verbunden und der Antriebsmotor 21, 23 sitzt auf dem hinteren Ende der Antriebswelle 17.

[0132] Der Antriebsmotor 21, 23 kann durch diesen Grundaufbau auf das hintere Ende der Antriebswelle 17 aufgeschoben werden, was die Montage und das Austauschen des Antriebsmotors oder von Teilen des Antriebsmotors vereinfacht.

[0133] Das Wuchtkonzept zum Auswuchten des unter anderem die Antriebswelle 17 und das bewegliche Spiralbauteil 13 umfassenden rotierenden Systems umfasst bei jeder hier offenbarten Scrollvakuumpumpe ein mittels einer Schraube 38 an der Antriebswelle 17 befestigtes vorderes Wuchtgewicht 29 und ein hinteres Wuchtgewicht 31. Das vordere Wuchtgewicht 29 ist dabei jeweils im Bereich des vorderen Endes der Antriebswelle 17 und des Exzenterabschnitts 19 angeordnet. Bei der Pumpe nach Fig. 1a und 1b befindet sich das hintere Wuchtgewicht 31 vor der hinteren Lagerstelle 27 und damit vor dem Antriebsmotor. Bei den Scrollvakuumpumpen nach Fig. 2a und 2b sowie Fig. 3a und 3b ist gemäß einem Aspekt der Scrollvakuumpumpen dieser Bauart vorgesehen, dass das hintere Wuchtgewicht 31 von einem Druckelement gebildet ist, welches auf das hintere Ende der Antriebswelle 17 sturmseitig aufgesetzt ist. Auch bei der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 1a und 1b ist ein auf das hintere Ende der Antriebswelle 17 sturmseitig aufgesetztes Druckelement 87 (Fig. 1b) vorgesehen, welches aber rotationssymmetrisch ausgebildet ist und damit nicht als Wuchtgewicht dient.

[0134] Die Druckelemente 87 bzw. 31 sind jeweils mit einer zentralen Schraube 83 mit der Antriebswelle 17 verbunden. Hierdurch ist jeweils der Motorrotor 21 zwischen dem rotationssymmetrischen Druckelement 87 bzw. dem gleichzeitig als Wuchtgewicht ausgebildeten Druckelement 31 einerseits und einem Widerlager eingespannt, wobei dieses Widerlager von einer an der Antriebswelle 17 ausgebildeten Schulter 17a gebildet ist.

[0135] Eine weitere Besonderheit des erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpen-Systems besteht darin, dass die Antriebswellen 17 der unterschiedlichen Scrollvakuumpumpen baugleich sind. Trotz unterschiedlicher Motorgrößen innerhalb des Systems wird folglich nur eine Antriebswelle 17 für das System benötigt. Die Antriebsmotoren der Scrollvakuumpumpen unterschiedlicher Bauart unterscheiden sich unter anderem hinsichtlich des Innendurchmessers des radial inneren Motorrotors 21. Dies zeigt beispielsweise der Vergleich von Fig. 2b und Fig. 3b. Zur Anpassung der baugleichen Antriebswellen 17 an die unterschiedlichen Innendurchmesser der Motorrotoren 21 sind Hülsenelemente 33

mit unterschiedlichen Wandstärken vorgesehen, die jeweils zwischen Antriebswelle 17 und Motorrotor 21 angeordnet sind. Bei der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 2b ist ein derartiges Hülsenelement 33 vorgesehen, wohingegen die Scrollvakuumpumpe nach Fig. 3b kein derartiges Hülsenelement aufweist. Bei denjenigen Scrollvakuumpumpen, die ein derartiges Hülsenelement 33 aufweisen, ist dieses jeweils drehfest mit dem betreffenden Motorrotor 21 verbunden, wobei diese Verbindung zwischen Motorrotor 21 und Hülsenelement 33 durch Verpressen hergestellt ist. Somit kann die miteinander verpresste Einheit aus Motorrotor 21 und Hülsenelement 33 bei der Montage auf das hintere Ende der Antriebswelle 17 aufgeschoben werden. Hierbei ist zwischen dem Hülsenelement 33 und der Antriebswelle 17 eine Spielpassung vorhanden.

[0136] Im Bereich der erwähnten Schulter 17a ist zwischen dem Hülsenelement 33 und dem Loslager 27 eine Wellfeder angeordnet.

[0137] Als Positionierhilfe für das jeweilige Druckelement 87 bzw. 31, als Verdreh sicherung beim Anziehen der zentralen Schraube 83 sowie als in Umfangsrichtung wirksame Formschlussverbindung zwischen dem Motorrotor 21 bzw. dem Hülsenelement 33 einerseits und der Antriebswelle 17 andererseits dient ein stiftförmiges Positionierelement 85. Dieser Positionierstift 85 erstreckt sich parallel zur Drehachse 15 der Antriebswelle 17 und ist mit radialem Abstand von der Drehachse 15 angeordnet. Der Positionierstift 85 ist bei der Montage in axialer Richtung in eine Aussparung einschiebbar, die gemeinsam von der Antriebswelle 17 einerseits und dem Motorrotor 21 bzw. dem mit dem Motorrotor 21 drehfest verbundenen Hülsenelement 33 gebildet ist. Im montierten Zustand steht der Positionierstift 85 axial nach hinten vor und ist mit seinem hinteren Ende in eine Positionieraufnahme aufgenommen, die auf der dem hinteren Ende der Antriebswelle 17 zugewandten Seite des Druckelements 87 bzw. 31 als Sackloch ausgebildet ist.

[0138] Das erwähnte Einspannen des Motorrotors 21 mittels des Druckelementes 87 bzw. 31 erfolgt dadurch, dass das Druckelement 87 bzw. 31 mit dem axial hinteren Ende des Hülsenelementes 33 (vgl. Fig. 1a und 1b sowie Fig. 2a und 2b) bzw. mit dem Motorrotor 21 (vgl. Fig. 3a und 3b) zusammenwirkt.

[0139] Als Montagehilfe beim Einpressen des Hülsenelementes 33 in den Motorrotor 21 ist am im montierten Zustand vorderen Ende des Motorrotors 21 ein radialer Einstich 101 vorgesehen, der als Markierung für die Monteurperson dient und dieser somit die Einbauorientierung des Motorrotors 21 anzeigen.

[0140] Bei den Scrollvakuumpumpen nach Fig. 2a und 2b sowie Fig. 3a und 3b ist der Antriebsmotor vollständig innerhalb des Pumpengehäuses 41 angeordnet, d.h. der Antriebsmotor ist über seine gesamte axiale Länge von dem Pumpengehäuse 41 in Umfangsrichtung umgeben. An seinem hinteren Ende ist das Pumpengehäuse 41 mittels eines separaten Motordeckels 103 verschlossen. Eine Besonderheit bei den Scrollvakuumpumpen nach Fig. 2a und 2b sowie Fig. 3a und 3b besteht darin, dass die Motordeckel 103 trotz unterschiedlicher Motorgrößen baugleich sind. Bei der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 3a und 3b ist der Antriebsmotor kleiner als bei der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 2a und 2b. Das Pumpengehäuse 41 besitzt dementsprechend eine größere radiale Wandstärke in diesem Bereich. Für beide Pumpenbauarten kann der baugleiche Motordeckel 103 auf das hintere Ende des Motorgehäuses 41 stirnseitig aufgeschraubt werden.

[0141] Eine weitere Besonderheit besteht darin, dass der Motordeckel 103 mit einer Lasergravur (nicht gezeigt) versehen ist. Dies erleichtert eine variable Gestaltung gegenüber einer Bedruckung.

[0142] Bei der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 1a und 1b ist der Antriebsmotor nicht vollständig innerhalb des Pumpengehäuses 41 angeordnet. Der Motordeckel 103 besitzt einen Aufnahmerraum, der eine axiale Tiefe aufweist, die derart bemessen ist, dass das axial nach hinten aus dem Pumpengehäuse 41 heraus vorstehende hintere Ende des Antriebsmotors in diesen Aufnahmerraum aufgenommen ist.

[0143] Bei dieser Scrollvakuumpumpe ist zudem vorgesehen, dass der Motorrotor 21 an seiner hinteren Stirnseite mit in axialer Richtung vorstehenden Kühlvorsprüngen 47 versehen ist. Eine Besonderheit besteht hier darin, dass diese Kühlvorsprünge 47 nur an dieser hinteren Stirnseite des Motorrotors 21 angeordnet sind und die vordere Stirnseite des Motorrotors 21 keine derartigen Kühlvorsprünge aufweist. Hierdurch kann in vorteilhafter Weise axialer Bauraum eingespart werden. Die Kühlvorsprünge 47 sind derart ausgebildet, dass sie jeweils als Wuchtgewicht wirksam sind.

[0144] Auf diesen Aspekt der Erfindung wird an anderer Stelle noch einmal eingegangen.

[0145] Am vorderen Ende des Pumpengehäuses 41 befindet sich das Pumpensystem mit dem feststehenden Spiralbauteil 11 und dem beweglichen Spiralbauteil 13. Das auch als Spiralgehäuse bezeichnete feststehende Spiralbauteil 11 ist auf das vordere Ende des Pumpengehäuses 41 stirnseitig aufgeschraubt und von einer ebenfalls am Pumpengehäuse 41 angebrachten Haube 105 umgeben, in der außerdem ein Lüfter 95 untergebracht ist.

[0146] Eine Besonderheit des Scrollvakuumpumpen-Systems besteht darin, dass ein Satz unterschiedlich leistungsfähiger Lüfter 95 vorgesehen ist, die jedoch die gleichen Abmessungen aufweisen. Dabei sind nicht nur Lüfter 95 mit einer Versorgungsspannung von 24V, sondern auch solche mit einer Versorgungsspannung von beispielsweise 48V oder 230V vorgesehen. Dies erhöht die Variabilität des Systems.

[0147] Das bewegliche Spiralbauteil 13 ist über ein als Wälz lager ausgebildetes Flanschlager 91 mit dem Exzenterabschnitt 19 verbunden. Axial zwischen dem beweglichen Spiralbauteil 13 und dem Exzenterabschnitt 19 befindet sich eine Druckscheibe 93. Zwischen einer umlaufenden Schulter der Antriebswelle 17 am Übergang in den Exzenterabschnitt 19 und dem Flanschlager 91 befindet sich eine Passscheibe 94. Die korrekte Ausrichtung in Umfangsrichtung zwischen

dem feststehenden Spiralbauteil 11 und dem Pumpengehäuse 41 ist durch einen Positionierstift 97 gewährleistet.

[0148] Bei jeder Scrollvakuumpumpe des Systems ist das Pumpengehäuse 41 auf einer Basis abgestützt, die von einem Elektronikgehäuse 43 gebildet ist. Das Elektronikgehäuse 43 umfasst ein Gehäuseteil 43a, das an seiner Unterseite mit Füßen 107 aus Gummi versehen ist, die in an der Unterseite ausgebildeten Vertiefungen aufgenommen und insofern versenkt angeordnet sind.

[0149] Die Elektronikgehäuse 43 der unterschiedlichen Scrollvakuumpumpen unterscheiden sich unter anderem hinsichtlich eines die untere Abdeckung des Gehäuseteils 43a bildenden Gehäusedeckels 43b. Hierauf wird an anderer Stelle näher eingegangen.

[0150] In den Elektronikgehäusen 43 ist jeweils eine Elektronikausstattung 45 untergebracht, die elektronische, elektrische und elektromechanische Komponenten umfasst, die unter anderem zur Stromversorgung und zur Steuerung der jeweiligen Scrollvakuumpumpe dienen. Auch hinsichtlich der Elektronikausstattung 45 unterscheiden sich die Scrollvakuumpumpen des erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpen-Systems voneinander.

[0151] Eine Besonderheit des erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpen-Systems besteht darin, dass die Gehäuseteile 43a der unterschiedlichen Scrollvakuumpumpen baugleich sind. Die Gehäuseteile 43a sind jeweils als Gussteil ausgebildet. Trotz unterschiedlicher Elektronikausstattungen 45 für die einzelnen Scrollvakuumpumpen wird folglich nur ein Gehäuseteil 43a benötigt.

[0152] Dieses Baukastenprinzip reduziert Aufwand und Kosten bei der Herstellung der Scrollvakuumpumpen. Geringfügig unterscheiden sich die Gehäuseteile 43a hinsichtlich einer Nachbearbeitung zur Anpassung an die jeweilige Elektronikausstattung 45. Eine solche Nachbearbeitung dient z.B. zur Anpassung von Durchbrüchen an die Geometrie von Steckern oder Leitungen der Elektronikausstattung 45, die am Gehäuseteil aufgenommen oder durch eine Wandung des Gehäuseteils hindurchgeführt werden müssen. Ferner kann eine Nachbearbeitung darin bestehen, dass innere Wandungen eines jeweiligen Gehäuseteils 43a durch eine Fräsbearbeitung teilweise oder vollständig entfernt werden, um auf diese Weise den im Gehäuseteil 43a zur Verfügung stehenden Bauraum an den jeweiligen Platzbedarf der Elektronikausstattung 45 anzupassen.

[0153] Das Pumpengehäuse 41 ist mit dem Elektronikgehäuse 43 verschraubt.

[0154] In den Fig. 1a, 2a und 3a ist jeweils in einem Schnitt B-B unten in der Mitte der Bereich der Scrollvakuumpumpe dargestellt, an dem ein Gasballast-Ventil angeordnet ist. Die Gasballast-Ventile 79 sind bei den einzelnen Scrollvakuumpumpen unterschiedlich ausgebildet. Bei der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 1a und 1b ist das Gasballast-Ventil 79 mit einem Verschlussdeckel 81 versehen. Bei den Scrollvakuumpumpen nach Fig. 2a und 2b sowie 3a und 3b weist das Gasballast-Ventil 79 jeweils einen Drehknopf 82 zur Vornahme von Einstellungen auf.

[0155] Den Darstellungen oben rechts in den Fig. 1a, 2a und 3a, die jeweils eine Ansicht der Scrollvakuumpumpe auf die Haube 105 zeigen, ist jeweils die Anordnung eines Einlassflansches 77 und die Anordnung eines Auslassflansches 78 zu entnehmen.

[0156] Über den Einlassflansch 77 gelangt das zu pumpende Gas in das die beiden Spiralbauteile 11, 13 umfassende Pumpensystem und wird über den Auslassflansch 78 ausgestoßen.

[0157] Die beiden Scrollvakuumpumpen nach Fig. 1a und 1b sowie 2a und 2b sind jeweils mit einem dreiphasigen Asynchronmotor 21, 23 zum Antrieben der Antriebswelle 17 versehen. Die beiden Scrollvakuumpumpen unterscheiden sich unter anderem hinsichtlich ihrer Baugröße. Das Pumpensystem mit den beiden Spiralbauteilen 11, 13 sowie der Asynchronmotor mit Rotor 21 und Stator 23 besitzen bei der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 1a und 1b einen kleineren Durchmesser als bei der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 2a und 2b, wobei - wie bereits erwähnt - die beiden Antriebswellen 17 baugleich sind und somit die gleiche Größe aufweisen. Der Durchmesser der Antriebswelle 17 im Bereich des Hülsenelementes 33 beträgt in diesem Ausführungsbeispiel 24 mm. Zur Anpassung des Durchmessers der Antriebswelle 17 in diesem Bereich an den jeweiligen Innendurchmesser des Motorrotors 21 dient - wie bereits erwähnt - das jeweils entsprechend bemessene, mit dem Motorrotor 21 verpresste Hülsenelement 33.

[0158] Bei der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 3a und 3b besitzt das Pumpensystem ebenfalls einen Durchmesser, der größer ist als beim Pumpensystem der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 1a und 1b. Als Drehantrieb für die Antriebswelle 17 dient allerdings kein Asynchronmotor, sondern ein einphasiger IPM-Motor (IPM = Internal Permanent Magnet).

[0159] Das erfindungsgemäße Scrollvakuumpumpen-System ist allerdings nicht auf diese elektrischen Antriebsmotoren beschränkt. Beispielsweise kann als Drehantrieb für die Antriebswelle 17 auch ein Synchron-Reluktanzmotor vorgesehen sein.

[0160] Die Wahl eines jeweiligen Antriebsmotors erfolgt im Hinblick auf die gewünschte Leistungsfähigkeit, einen jeweils angestrebten Energieverbrauch sowie auf Kundenwünsche und Applikationsbedingungen.

[0161] Das erfindungsgemäß vorgesehene Baukastenprinzip ist im Hinblick auf diese in der Praxis gewünschte Variabilität aufgrund seiner vielfältigen Anpassbarkeit von besonderem Vorteil.

[0162] Wie bereits erwähnt, umfasst das Wuchtsystem zum Auswuchten des insbesondere die Antriebswelle 17 und das bewegliche Spiralbauteil 13 des Pumpensystems umfassenden rotierenden Systems jeweils ein vorderes Wuchtgewicht 29 und ein hinteres Wuchtgewicht 31. Bei der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 1a und 1b befindet sich das hintere Wuchtgewicht 31 vor der hinteren Lagerstelle 27. Das Druckelement 87 zum Einspannen des Motorrotors 21 ist hier

rotationssymmetrisch ausgeführt.

[0163] Bei den Scrollvakuumpumpen nach Fig. 2a und 2b sowie Fig. 3a und 3b bildet das auf das hintere Ende der Antriebswelle 17 stirnseitig aufgesetzte Druckelement gleichzeitig das hintere Wuchtgewicht 31. Da bei diesen beiden Scrollvakuumpumpen - wie erwähnt - das Pumpsystem einen größeren Durchmesser besitzt, ist aufgrund des im Bereich des Exzenterabschnitts 19 der Antriebswelle 17 vergleichsweise beschränkten zur Verfügung stehenden Bauraumes das vordere Wuchtgewicht 29 aus einem Material gefertigt, das eine größere Dichte besitzt als das Material des hinteren Wuchtgewichts 31. Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist dementsprechend vorgesehen, dass das vordere Wuchtgewicht 29 aus Messing und das hintere Wuchtgewicht 31 aus Stahl gefertigt ist. Bei der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 1a und 1b bestehen dagegen die beiden Wuchtgewichte 29, 31 aus dem gleichen Material, nämlich aus Stahl.

[0164] Wie bereits im Einleitungsteil erwähnt, befindet sich der von der Antriebswelle 17 mit dem Exzenterabschnitt 19 gebildete Exzenterantrieb innerhalb des Pumpengehäuses 41 und ist von einer verformbaren Hülse in Gestalt eines Wellbalgs 89 umgeben. Der Wellbalg 89 dient einerseits zur Abdichtung des Exzenterantriebs gegenüber dem Ansaugbereich der Scrollvakuumpumpe und andererseits als Drehsicherung für das bewegliche Spiralbauteil 13. Hierzu ist der Wellbalg 89 an der dem Antrieb zugewandten Seite des beweglichen Spiralbauteils 13 befestigt. Das hintere Ende des Wellbalgs 89 ist innerhalb des Pumpengehäuses 41 an einem Gehäusegrund mittels Schrauben angebracht.

[0165] Das Wuchtkonzept der erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpen wird nachstehend näher erläutert, und zwar am Beispiel der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 3a und 3b. Diese Erläuterungen gelten auch für die Scrollvakuumpumpe nach Fig. 2a und 2b sowie hinsichtlich des vorderen Wuchtgewichts 29 auch für die Scrollvakuumpumpe nach Fig. 1a und 1b.

[0166] Fig. 3c zeigt in Schnitten senkrecht zur Drehachse 15 der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 3a und 3b in der linken Darstellung (Schnitt B-B in Fig. 3b) eine Ansicht auf das hintere Wuchtgewicht 31 und in der rechten Darstellung (Schnitt A-A in Fig. 3b) die Anordnung eines Wuchtabschnitts des vorderen Wuchtgewichts 39 in Bezug auf den Wellbalg 89, das Flanschlager 91 sowie den Exzenterabschnitt 19 der Antriebswelle 17.

[0167] Auf die konkrete Ausgestaltung der Wuchtgewichte 31, 29 wird nachstehend in Verbindung mit den Fig. 3d und 3e näher eingegangen.

[0168] Die linke Darstellung in Fig. 3c zeigt, dass sich das hintere Wuchtgewicht, das mittels der zentralen Schraube 83 mit der Antriebswelle 17 verschraubt ist und den Motorrotor 21 in der vorstehend erläuterten Weise einspannt, radial nach außen konisch erweitert. Unter Beibehaltung der grundsätzlichen Geometrie dieses hinteren Wuchtgewichts 31 kann bei dessen Herstellung vergleichsweise einfach eine optimale Anpassung an unterschiedliche Antriebsmotoren erfolgen.

[0169] Wie die rechte Darstellung zeigt, ist der im Schnitt dargestellte Wuchtabschnitt des vorderen Wuchtgewichts 29 teilringförmig derart ausgebildet, dass der Innenradius an den Außenradius des Flanschlagers 91 angepasst ist. Der zur Verfügung stehende Bauraum wird hierdurch optimal ausgenutzt.

[0170] In der linken Darstellung unten ist das hintere Wuchtgewicht 31 in einer Seitenansicht dargestellt. Unter anderem sind die Bohrungen 39a für die zentrale Schraube 83 sowie das Sackloch 39b zur Aufnahme des Positionierstiftes 85 dargestellt.

[0171] Fig. 3d zeigt in den beiden Darstellungen links den Aufbau des vorderen Wuchtgewichts 39, das einstückig ausgebildet ist und - wie vorstehend erwähnt - aus unterschiedlichen Materialien gefertigt sein kann, insbesondere aus Materialien unterschiedlicher Dichte wie Messing einerseits und Stahl andererseits.

[0172] Die Darstellung rechts in Fig. 3d zeigt in einem vergrößerten Ausschnitt der Fig. 3b die Anordnung des vorderen Wuchtgewichts 29 im Bereich des Exzenterabschnitts 19 der Antriebswelle 17 und des Flanschlagers 91.

[0173] Das Wuchtgewicht 29 umfasst drei Wuchtabschnitte 35, die im eingebauten Zustand entlang der Drehachse 15 der Antriebswelle 17 aufeinanderfolgen. Jeder Wuchtabschnitt 35 weist jeweils eine Teilringform auf, wobei im eingebauten Zustand jeder Wuchtabschnitt mit seiner Öffnung 37 zur Antriebswelle 17 hinweist und diese umfasst.

[0174] Eine Besonderheit besteht darin, dass sich die Wuchtabschnitte 35 hinsichtlich der Weite ihrer Öffnungen 37 voneinander unterscheiden. Dies ist sowohl der perspektivischen Ansicht oben links in Fig. 3d als auch der Draufsicht unten links in Fig. 3d zu entnehmen.

[0175] Eine weitere Besonderheit dieses vorderen Wuchtgewichts 29 besteht darin, dass die Öffnung 37 jedes Wuchtabschnitts 35 in einer Ebene E senkrecht zur Drehachse 15 (im eingebauten Zustand) durch einen Teilkreis mit einem entlang der Mittelachse konstanten Radius definiert ist. Ein Wuchtabschnitt 35 mit einem Radius R1 umfasst im eingebauten Zustand einen Abschnitt 17b der Antriebswelle 17, der unmittelbar hinter dem Exzenterabschnitt 19 liegt. Der angrenzende Wuchtabschnitt 35 mit dem Radius R2 umfasst das Flanschlager 91. Der dritte Wuchtabschnitt 35 befindet sich in einem axialen Bereich, an dem Köpfe von Befestigungsschrauben zur Anbringung des Flanschlagers 91 am beweglichen Spiralbauteil 13 angeordnet sind. Der Radius dieses Wuchtabschnitts 35 ist daher deutlich größer als die Radien R1, R2 der beiden anderen Wuchtabschnitte.

[0176] Eine Besonderheit besteht darin, dass die beiden Radien R1, R2 nicht gleich groß sind und zudem die beiden Teilkreise nicht konzentrisch angeordnet sind, wie insbesondere der Darstellung unten links in Fig. 3d entnommen werden kann. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel gilt $R1 = 22 \text{ mm}$ und $R2 = 28,3 \text{ mm}$, wobei die Mittelpunkte der beiden Teilkreise gegeneinander versetzt sind, dabei jedoch in der Ebene E liegen, in der die Halbierenden der von den

Teilkreisen umfassten Winkel liegen. Diese Winkel betragen in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils 180° . Der Mittelpunkt des im eingebauten Zustand hinteren Wuchtabschnitts 35 liegt dabei auf der Drehachse 15, da dieser Wuchtabschnitt den zentralen Abschnitt 17b der Antriebswelle 17 umfasst. Der andere Mittelpunkt des Teilkreises mit dem größeren Radius R2 liegt dementsprechend außerhalb der Öffnungen 37 der Wuchtabschnitte 35.

5 [0177] Dieser Aufbau des Wuchtgewichts 29 hat den Vorteil, dass ohne Vergrößerung des Außendurchmessers der Massenschwerpunkt des Flanschlager 91 umfassenden mittleren Wuchtabschnitts 35 weiter nach radial außen gelegt werden kann, als dies der Fall wäre, wenn die beiden Mittelpunkte zusammenfallen würden. Anders ausgedrückt kann eine höhere exzentrische Masse für diesen mittleren Wuchtabschnitt 35 realisiert werden, ohne die Außenabmessungen des Wuchtgewichts 29 zu vergrößern.

10 [0178] Hierdurch wird in vorteilhafter Weise erreicht, dass der zur Verfügung stehende Bauraum optimal ausgenutzt und eine ausreichend hohe Wuchtwirkung erzielt werden kann.

[0179] Fig. 3e zeigt links drei Ansichten des hinteren Wuchtgewichts 31, die dessen Aufbau veranschaulichen. Das Wuchtgewicht 31 ist einstückig ausgeführt.

[0180] Das Wuchtgewicht 31 umfasst zwei Wuchtabschnitte 39, die sich radial nach außen konisch erweitern. Die Wuchtabschnitte 39 erweitern sich jeweils V-förmig, wobei sie einen Öffnungswinkel von etwa 20° definieren.

15 [0181] Des Weiteren umfasst das Wuchtgewicht 31 einen Kreiszylinderabschnitt 40, dessen Mittelachse im eingebauten Zustand mit der Drehachse 15 der Antriebswelle 17 zusammenfällt. Die entlang der Drehachse 15 gemessene Dicke dieses Kreiszylinderabschnitts 40 ist wesentlich kleiner als die Dicke jedes Wuchtabschnitts 39. Wie beispielsweise Fig. 3b entnommen werden kann, ist im eingebauten Zustand das Wuchtgewicht 31 mit seinem Kreiszylinderabschnitt 40

20 dem hinteren Ende der Antriebswelle 17 zugewandt. Dem Beispiel der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 2a und 2b ist zu entnehmen, dass das Wuchtgewicht 31 mit seinem Kreiszylinderabschnitt 40 in das Hülsenelement 33 eingeführt ist.

[0182] Der zwischen dem Kreiszylinderabschnitt 40 und dem äußeren Wuchtabschnitt 39 gelegene Wuchtabschnitt 39 ist gegenüber dem äußeren Wuchtabschnitt 39 in radialer Richtung verkürzt, abgesehen davon aber zu diesem kongruent ausgebildet und überdeckend ausgerichtet. Beide Wuchtabschnitte 39 erweitern sich also V-förmig, d.h. in einer 25 Projektion entlang der Drehachse 15 sind die Umrisse der beiden Wuchtabschnitte 39 von zwei V-förmig radial nach außen divergierenden Geraden begrenzt. Zudem sind die beiden Umrisse der Wuchtabschnitte 39 von einem radial inneren Kreisabschnitt begrenzt, der einen kleineren Radius aufweist als ein jeweiliger radial äußerer Kreisabschnitt, der die radial äußere Begrenzung des jeweiligen Umrißes bildet.

30 [0183] Dieser Aufbau des hinteren Wuchtgewichts 31 ermöglicht eine einfache und kostengünstige Herstellung sowie eine einfache Anpassung an den jeweiligen Antriebsmotor. Eine Anpassung ist jedoch nicht in jedem Fall zwingend erforderlich. Das hintere Wuchtgewicht 31 kann derart ausgeführt werden, dass es sowohl mit dem Asynchronmotor einer Scrollvakuumpumpe nach Fig. 2a und 2b, insbesondere also mit dem Hülsenelement 33, als auch mit dem IPM-Motor einer Scrollvakuumpumpe nach Fig. 3a und 3b zusammenwirken kann.

[0184] In den Darstellungen der Fig. 3e sind zudem die Bohrung 39a für die zentrale Schraube 83 sowie das Sackloch 39b für den Positionierstift 85 zu erkennen.

[0185] Was die Herstellung des hinteren Wuchtgewichts 31 anbetrifft, so ermöglicht die Konusform eine Minimierung des Materialbedarfs. Rechts in Fig. 3e ist zur Veranschaulichung eine Herstellungsanordnung 109 gezeigt, bei der mehrere Wuchtgewichte 31 rosettenartig auf einem Kreis angeordnet sind. Hierdurch ist veranschaulicht, dass eine Mehrzahl von Wuchtgewichten 31 durch Trennen aus einer ebenen Materialscheibe und anschließende Einzelbearbeitung hergestellt werden können.

40 [0186] Fig. 4 zeigt eine Ansicht auf das hintere Ende einer Scrollvakuumpumpe nach Fig. 1a und 1b bei abgenommenem Motordeckel 103. Hierdurch ist die hintere Stirnseite des Motorrotors 21 erkennbar, die von einem Teil des Motorstators 23 umgeben ist.

[0187] Wie an anderer Stelle bereits erwähnt, besteht eine Besonderheit hier darin, dass der Motorrotor 21 nur an dieser hinteren Stirnseite mit in axialer Richtung vorstehenden Kühlvorsprüngen 47 versehen ist. Diese Kühlvorsprünge 47 sind derart ausgebildet und angeordnet, dass sie als Wuchtgewichte wirksam sind. Das Wuchtkonzept der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 1a und 1b umfasst also nicht nur das vordere Wuchtgewicht 91 und das vor der zweiten Lagerstelle 27 angeordnete hintere Wuchtgewicht 31, sondern zusätzlich die an der hinteren Stirnseite des Motorrotors 21 angeordneten Wuchtgewichte 47, die gleichzeitig zur Kühlung dienen. Diese Wuchtgewichte bzw. Kühlvorsprünge 47 sind plättchenförmig ausgebildet und derart angeordnet, dass sie jeweils mit ihrer breiteren Seite in Umfangsrichtung weisen. Hierdurch können die Kühlvorsprünge 47 während des Betriebs nach Art von Schaufeln vergleichsweise starke Luftbewegungen erzeugen, um eine Wärmeabfuhr zu begünstigen.

[0188] Die Fig. 5a zeigt das Elektronikgehäuse 43 der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 3a und 3b, deren Antriebsmotor ein einphasiger IPM-Motor mit einer Betriebsspannung von 24V/DC ist. Die Elektronikausstattung 45 umfasst dabei einen Sub-D-Stecker, einen Stand-by-Schalter, einen Ein- und Ausschalter sowie USB-Ports.

55 [0189] Fig. 5b zeigt das Elektronikgehäuse 43 der Scrollvakuumpumpen nach Fig. 1a und 1b sowie Fig. 2a und 2b, die jeweils einen dreiphasigen Asynchronmotor als Antriebsmotor aufweisen. Diese Asynchronmotoren können mit einer Betriebsspannung von bis zu 480V/AC betrieben werden.

[0190] Die dreiphasigen Asynchronmotoren erfordern eine höhere Schutzklasse (insbesondere IP44) als der einphasige IPM-Motor, für den eine geringere Schutzklasse (insbesondere IP40) genügt. Aus diesen unterschiedlichen Schutzklassen resultieren unterschiedliche Konzepte zur Abdichtung des Elektronikgehäuses 43.

[0191] Bei dem Elektronikgehäuse 43 für die Scrollvakuumpumpe mit einphasigem IPM-Motor gemäß Fig. 5a genügt als Abdeckung ein beispielsweise aus Aluminium hergestellter Gehäusedeckel 43b ohne eigene Dichtung. Hier ist für den Gehäusedeckel 43b im Gehäuseteil 43a eine versenkte Anordnung vorgesehen, wobei gegenüber der Unterseite einer umlaufenden Außenwand nach innen zurückversetzte Flächen als Auflage für den Gehäusedeckel 43b dienen und jeweils mit einem Dichtungsmaterial versehen sind. Aufgrund seiner versenkten Anordnung ist der Gehäusedeckel 43b von der Seite nicht zu erkennen.

[0192] Anders ist dies bei dem Elektronikgehäuse 43 für die Scrollvakuumpumpen mit den dreiphasigen Asynchronmotoren. Der beispielsweise aus Aluminium hergestellte Gehäusedeckel 43b ist hier auf die Unterseite des Gehäuseteils 43a aufgesetzt. Die Unterseite ist - wie die zurückversetzten Auflageflächen bei dem Gehäuseteil 43a gemäß Fig. 5a - mit einem Dichtungsmaterial versehen, wobei zusätzlich die Innenseite des Gehäusedeckels 43b vollflächig mit einem beispielsweise aus Zellkautschuk bestehenden Dichtungsmaterial bedeckt ist.

[0193] Hierdurch wird eine besonders wirksame Abdichtung des Elektronikgehäuses 43 bewirkt, um den Anforderungen der höheren Schutzklasse zu genügen.

[0194] Wie an anderer Stelle bereits erwähnt, unterscheiden sich die Elektronikgehäuse 43 auch durch die jeweilige Elektronikausstattung 45. So ist beispielsweise das Elektronikgehäuse 43 gemäß Fig. 5a mit einem Anschluss für einen Kaltgerätestecker 44 versehen, an den ein Netzteil zur Spannungsversorgung der Scrollvakuumpumpe angeschlossen werden kann. Dagegen ist das Elektronikgehäuse 43 gemäß Fig. 5b mit einem anderen Netzstecker 44 versehen, beispielsweise einem Netzstecker von Typ Harting.

[0195] Zusätzlich unterscheidet sich das Elektronikgehäuse 43 gemäß Fig. 5b von dem Elektronikgehäuse 43 gemäß Fig. 5a durch das Fehlen des Sub-D-Steckers, des Stand-by-Schalters, des Ein- und Ausschalters sowie der USB-Ports. Die im Gehäusebauteil 43a hierfür vorgesehenen Durchbrüche sind verdeckt, beispielsweise mit einer Folie. Hierdurch kann für das Elektronikgehäuse 43 gemäß Fig. 5b eine IP-Schutzklasse ermöglicht werden.

[0196] Fig. 6a zeigt in einer Übersicht verschiedene Ansichten eines auch als Spiralgehäuse bezeichneten feststehenden Spiralbauteils 11 einer erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe. Die drei oberen Darstellungen in Fig. 6a sind vergrößert in Fig. 6b gezeigt, wohingegen die drei unteren Darstellungen der Fig. 6a vergrößert in Fig. 6c gezeigt sind.

[0197] Entsprechend zeigt Fig. 7a eine Übersicht mit verschiedenen Darstellungen eines auch als Orbiter bezeichneten beweglichen Spiralbauteils 13 für das Spiralgehäuse 11 gemäß den Fig. 6a, 6b und 6c.

[0198] Das Zusammenwirken von Spiralgehäuse 11 und Orbiter 13 im Pumpsystem einer erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpe sowie die Anordnung der Gaskanäle im Pumpsystem zeigen die Fig. 8a, 8b, 8c und 8d.

[0199] Das feststehende Spiralbauteil 11 umfasst eine Spiralanordnung mit Spiralwänden 49 und Spiralgrund 51 sowie einen Träger 53 für die Spiralanordnung. Die beiden radial äußeren Spiralwände 49 liegen auf konzentrischen Kreisen und sind in Umfangsrichtung unterbrochen. Hierdurch entsteht eine Parallelpumpstruktur aus parallel pumpenden, von den betreffenden Spiralnuten 50 gebildeten Kanälen, die in einen schraubenförmigen Pumpkanal übergehen, der von einer schraubenförmig verlaufenden Spiralnut 50 gebildet wird und von einer schraubenförmig verlaufenden Spiralwand 49 begrenzt ist.

[0200] Die von radial außen betrachtet zweite teilkreisförmige Spiralwand 49 besitzt eine größere Dicke WD2 als die spiralförmig verlaufende Spiralwand 49, die in ihrem radial weiter innen liegenden Verlauf eine Wanddicke WD1 besitzt. In diesem Ausführungsbeispiel gilt WD2 = 3,71 mm und WD1 = 3,47 mm. Die Stabilität der in Umfangsrichtung unterbrochenen kreisförmigen Spiralwand 49 wird durch diese vergrößerte Dicke WD2 erhöht.

[0201] Die Spiralwände 49 sind jeweils an ihrem vom Spiralgrund 51 abgewandten Ende mit einem langgestreckten Dichtungselement 75 versehen, welches auch als Tip-Seal bezeichnet wird. Das Dichtungselement 75 für die am weitesten radial außen gelegene Spiralwand 49 besitzt eine vergleichsweise große Länge, da es zur weiter radial innen gelegenen, spiralförmig verlaufenden Spiralwand 49 weitergeführt wird und bis zum radial inneren, im Bereich der Mittelachse des Spiralgehäuses 11 gelegenen Ende dieser Spiralwand 49 reicht. Eine Besonderheit bei diesem langen Dichtelement 75 besteht darin, dass es radial außen bei der teilkreisförmigen Spiralwand 49 bis an das Ende 76 dieser Spiralwand 49 geführt ist, das bis an einem Gaseinlass 67 (vgl. Fig. 7a und 7b) des Pumpsystems heranreicht.

[0202] Das entlang der Spiralnuten 50 von radial außen nach radial innen gepumpte Gas kann aus den Spiralnuten 50 über eine mittige Eintrittsöffnung 55 und über zwei Bypassöffnungen 61a, 63a in ein nachstehend näher beschriebenes Kanalsystem des feststehenden Spiralbauteils 11 gelangen. Diese Öffnungen 55, 61a, 63a sind jeweils im Spiralgrund 51 ausgebildet. Die beiden Bypassöffnungen 61a, 63a, sind in Umfangsrichtung gegeneinander versetzt angeordnet und befinden sich auf dem gleichen Radius bezüglich einer Mittelachse des Spiralgehäuses 11.

[0203] Mit diesen Öffnungen 55, 61a, 63a ausgerichtet sind auf der von der Spiralanordnung abgewandten Seite des Trägers 53 ausgebildete Öffnungen 56a, 61c, 63c. Diese Öffnungen 56a, 61c, 63c dienen zur Aufnahme von Ventilen, worauf an anderer Stelle näher eingegangen wird.

[0204] Des Weiteren ist in dieser von der Spiralanordnung abgewandten Seite des Trägers 53 radial weiter außen eine

axiale Auslassöffnung 65 ausgebildet, die wahlweise entweder verschlossen oder einen axialen Gasauslass des Spiralgehäuses 11 und damit des Pumpsystems der Scrollvakuumpumpe bilden kann.

[0205] Die erwähnten Öffnungen kommunizieren mit einem Kanalsystem des Spiralgehäuses 11, das in den Darstellungen links und rechts in Fig. 6c gezeigt ist.

[0206] Die mittige Eintrittsöffnung 55 führt zu einem als gerade Bohrung ausgeführten Auslasskanal 59, der am radialen Auslass 57 des Spiralgehäuses 11 mündet. Die eine Bypassöffnung 63a führt direkt zu diesem Auslasskanal 59. Der von dort zum radialen Auslass 57 führende Kanalabschnitt ist somit nicht nur ein Abschnitt des Auslasskanals 59, sondern bildet außerdem einen Bypass-Kanal 63 für von der Bypassöffnung 63a stammendes Gas.

[0207] Ein weiterer Bypasskanal 61 (vgl. die rechte Darstellung in Fig. 6c) führt von der weiteren Bypassöffnung 61c zum Auslasskanal 59. Dieser Bypasskanal 61 ist Teil einer geraden Bohrung 64, die zur Herstellung des Bypasskanals 61 eingebracht wird. Diese Bohrung 64 und der Auslasskanal 69 verlaufen unter einem Winkel zueinander, der dem Winkelversatz der beiden Bypassöffnungen 61c, 63c in Umfangsrichtung entspricht.

[0208] Eine weitere Besonderheit des erfindungsgemäßen Pumpsystems, die sich sowohl beim Spiralgehäuse 11 als auch beim Orbiter 13 zeigt, besteht darin, dass die Nuttiefe NT vergleichsweise groß ist. Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt die Nuttiefe 50 mm. Hieraus ergeben sich vergleichsweise große Werte für das Verhältnis aus Nuttiefe NT zu Nutbreite NB. Bei einer Nutbreite NB1 = 12,71 mm bei der spiralförmig verlaufenden Spiralnut 50 und bei einer Nutbreite NB2 = 12,92 mm bei einer radial weiter außen und kreisförmig verlaufenden Spiralnut 50 ergeben sich Verhältnisse von 3,93 bzw. 3,87. Eine Nuttiefe von 52 mm kann alternativ vorgesehen sein. Es ergeben sich dann noch größere Verhältnisse von Nuttiefe zu Nutbreite.

[0209] Das bewegliche Spiralbauteil 13 gemäß Fig. 7a und 7b umfasst ebenfalls eine Spiralanordnung mit Spiralwänden 69 und Spiralgrund 71 sowie einen plattenförmigen Träger 73 für die Spiralanordnung. Die beiden radial äußeren Spiralwände 69 verlaufen auf konzentrischen Kreisen und sind im Bereich eines Gaseinlasses 67 in Umfangsrichtung unterbrochen. Eine radial innenliegende Spiralwand 69 verläuft spiralförmig. Die Spiralwände 69 sind wiederum an ihrem vom Spiralgrund 71 abgewandten Ende mit einem Dichtungselement 75 (Tip-Seal) versehen.

[0210] Um die Stabilität der beiden radial außen gelegenen, in Umfangsrichtung unterbrochenen Spiralwände 69 zu erhöhen, sind diese Spiralwände 69 mit einer Dicke WD2 ausgeführt, die größer ist als die Dicke WD1 der spiralförmigen Spiralwand 69. In diesem Ausführungsbeispiel gilt WD2 = 3,71 mm und WD1 = 3,46 mm.

[0211] Wie der Darstellung rechts in Fig. 7b zu entnehmen ist, besitzt die radial äußere Spiralnut 70 zwischen den beiden teilkreisförmigen Spiralwänden 69 eine Nutbreite NB2, während die von der spiralförmigen Spiralwand 69 begrenzte, spiralförmig verlaufende Spiralnut 70 eine Nutbreite NB1 besitzt. In diesem Ausführungsbeispiel gilt NB2 = 12,92 mm und NB1 = 12,58 mm. Bei der vergleichsweise großen Nuttiefe NT = 50 mm ergeben sich hieraus vergleichsweise große Verhältnisse von Nuttiefe zu Nutbreite, nämlich 3,87 bzw. 3,97. Eine Nuttiefe von 52 mm kann alternativ vorgesehen sein. Es ergeben sich dann noch größere Verhältnisse von Nuttiefe zu Nutbreite.

[0212] Fig. 8a zeigt in einer Übersicht verschiedene Ansichten des des Spiralgehäuse von Fig. 6a, 6b und 6c und den Orbiter von Fig. 7a und 7b umfassenden Pumpsystems der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 3a und 3b. Das Pumpsystem der Scrollvakuumpumpen nach Fig. 1a und 1b sowie Fig. 2a und 2b ist entsprechend ausgebildet.

[0213] Fig. 8b zeigt vergrößert die Darstellung oben links (Schnitt A-A) von Fig. 8a. Fig. 8c zeigt vergrößert die Darstellung oben rechts (Schnitt B-B) von Fig. 8a. Fig. 8d zeigt vergrößert die Darstellung unten rechts (Schnitt C-C) von Fig. 8a.

[0214] In Fig. 8b ist das Zusammenwirken der ineinandergesteckten Spiralwände 49, 69 zu erkennen, die abschnittsweise halbmond- bzw. sichelförmige Volumina umschließen. Während des Betriebs gelangt über den Gaseinlass 67, der in Fig. 8b nur hinsichtlich seiner Position angedeutet ist (vgl. beispielsweise Fig. 7b), einströmendes Gas zur Mitte des Pumpsystems und über die Eintrittsöffnung 55 in den Auslasskanal 59, wenn sich das Auslassventil 56 (vgl. z.B. Fig. 8d) bei ausreichend hohem Druck öffnet. Über den Auslasskanal 59 gelangt das gepumpte Gas zu dem radialen Auslass 57 und somit zum Auslassflansch 78, wenn - wie in Fig. 8d gezeigt - die axiale Auslassöffnung 65 mittels eines Stopfens 66 verschlossen ist.

[0215] Wie im Einleitungsteil erwähnt, kann in einer alternativen Konfiguration der radiale Auslass 57 verschlossen und der Stopfen 66 entfernt werden, um auf diese Weise einen axialen Auslass aus dem Pumpsystem zu schaffen.

[0216] Entsteht während des Betriebs im Pumpsystem ein Überdruck, kann dieser durch die Überdruckventile 61b, 63b abgebaut werden, um eine übermäßig hohe Leistungsaufnahme der Scrollvakuumpumpe zu vermeiden. Eine Besonderheit dieser Anordnung besteht darin, dass mehrere - hier zwei - Bypasskanäle 61, 63 mit jeweils genau einem Überdruckventil 61b bzw. 63b vorgesehen sind. Hierdurch wird erreicht, dass die erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpen bei vergleichsweise geringer Leistungsaufnahme ein relativ hohes Saugvermögen besitzen.

[0217] Fig. 9 zeigt ein Konzept, das als konische Spaltauslegung bezeichnet wird und bei den erfindungsgemäßen Scrollvakuumpumpen gemäß der vorliegenden Offenbarung vorgesehen sein kann, und zwar in dem Bereich, wo die spiralförmig verlaufende Spiralwand 49 des feststehenden Spiralbauteils mit der spiralförmig verlaufenden Spiralwand 69 des beweglichen Spiralbauteils zusammenwirkt.

[0218] Für jeden von drei Zuständen I, II und III der Scrollvakuumpumpe ist in einer Abwicklung der Verlauf der

beweglichen Spiralwand 69 in Pumprichtung P relativ zu den feststehenden Spiralwänden 49 gezeigt. Dabei liegt jeweils die obere feststehende Spiralwand 49 radial weiter außen als die untere feststehende Spiralwand 49, was durch den Pfeil r (radiale Richtung) angedeutet ist.

[0219] Die Zahlenwerte bezeichnen jeweils den radialen Abstand (in mm) zwischen den einander zugewandten 5 Wandflächen, also die Größe der Radialspalte zwischen den Wandflächen.

[0220] Im Zustand I ist die Scrollvakuumpumpe nicht im Betrieb, d.h. die Antriebswelle rotiert nicht und der Orbiter und somit dessen Spiralwand 69 steht. Das Spiralgehäuse und der Orbiter befinden sich auf Umgebungstemperatur.

[0221] Die hier beschriebene Besonderheit besteht darin, dass in diesem Ausgangszustand die bewegliche Spiralwand 69 derart angeordnet ist, dass die Spalte zwischen beweglicher Spiralwand 69 und feststehenden Spiralwänden 49 10 jeweils einen konischen Verlauf in Pumprichtung P aufweisen.

[0222] Dabei ist der Verlauf der beweglichen Spiralwand 69 derart gewählt, dass bei laufender Scrollvakuumpumpe, 15 also während des Betriebs, gemäß Zustand II die Verformung der beweglichen Spiralwand 69 die Konizität der Spalte verringert, wie den Abstandswerten zu entnehmen ist. Die bewegliche Spiralwand 69 verläuft im Zustand II also nahezu parallel zu den beiden feststehenden Spiralwänden 49. Die Verformung der beweglichen Spiralwand 69 resultiert aus den höheren Temperaturen und der Bewegung des Orbiters.

[0223] Bei noch höherer Drehzahl, beispielsweise bei einer Drehzahl der Antriebswelle von 1.800 Umdrehungen pro Minute, gemäß Zustand III bewirken die Zentrifugalkräfte, dass die bewegliche Spiralwand 69 sich der radial äußeren feststehenden Spiralwand 49 annähert, was dort zu einem sehr kleinen Radialspalt führt.

[0224] Fig. 10 zeigt verschiedene Außenansichten einer Scrollvakuumpumpe nach Fig. 3a und 3b.

[0225] Wie bereits erläutert, sitzt das Pumpengehäuse 41 auf dem Elektronikgehäuse 43 und ist motorseitig durch den Motordeckel 103 und auf der gegenüberliegenden Seite durch die Haube 105 verschlossen. Dargestellt sind zudem der Auslassflansch 78 sowie der Einlassflansch 77.

[0226] Die Besonderheit dieses Pumpengehäuses 41 besteht darin, dass der auch als Ansaugflansch bezeichnete

Einlassflansch 77 gegenüber dem höchsten Punkt des Pumpengehäuses 41 an dieser axialen Position zurückversetzt ist.

[0227] Hierdurch wird Bauhöhe eingespart. Besonders vorteilhaft ist dies insbesondere dann, wenn ein alternativer, nicht 25 dargestellter Flansch eingesetzt wird, der von einem Winkelflansch gebildet ist.

[0227] Eine solche zurückversetzte Anordnung des Einlassflansches 77 ist auch bei der Scrollvakuumpumpe nach Fig. 2a und 2b vorgesehen.

30 **Bezugszeichenliste**

[0228]

11	feststehendes Spiralbauteil, Spiralgehäuse
35	bewegliches Spiralbauteil, Orbiter
13	
15	Drehachse
17	Antriebswelle
17a	Schulter
19	Exzenterabschnitt
40	21 Motorrotor
23	Motorstator
25	vordere Lagerstelle (Festlager)
27	hintere Lagerstelle (Loslager)
29	vorderes Wuchtgewicht
45	31 hinteres Wuchtgewicht
33	Hülsenelement
35	Wuchtabschnitt des vorderen Wuchtgewichts
36	Bohrung
37	Öffnung des Wuchtabschnitts
50	38 Schraube
39	Wuchtabschnitt des hinteren Wuchtgewichts
39a	Bohrung
39b	Sackloch
40	Kreiszylinderabschnitt
55	41 Pumpengehäuse
43	Elektronikgehäuse
43a	Gehäuseteil
43b	Gehäusedeckel

44	Stecker
45	Elektronikausstattung
47	Kühlvorsprung
49	Spiralwand des feststehenden Spiralbauteils
5	50 Spiralnut
	51 Spiralgrund
	53 Träger
	55 Eintrittsöffnung
	56 Auslassventil
10	56a Öffnung
	57 Auslass
	59 Auslasskanal
	61 Bypasskanal
	61a Bypassöffnung
15	61b Überdruckventil
	61c Öffnung
	62 Stopfen
	63 Bypasskanal
	63a Bypassöffnung
20	63b Überdruckventil
	63c Öffnung
	64 Bohrung
	65 axiale Auslassöffnung
	66 Stopfen
25	67 Gaseinlass des Pumpsystems
	69 Spiralwand des beweglichen Spiralbauteils
	70 Spiralnut
	71 Spiralgrund
	73 Träger
30	75 Dichtungselement
	76 Ende der Spiralwand
	77 Einlassflansch
	78 Auslassflansch
	79 Gasballast-Ventil
35	81 Verschlussdeckel des Gasballast-Ventils
	82 Drehknopf
	83 zentrale Schraube
	85 Positionierelement, Positionierstift
	87 Druckelement
40	89 Wellbalg
	91 FlanschLAGER
	93 Druckscheibe
	94 Passscheibe
	95 Lüfter
45	97 Positionierstift
	99 Wellfeder
	101 radialer Einstich als Markierung
	103 Motordeckel
	105 Haube
50	107 Fuß
	109 Herstellungsanordnung
	NT Nuttiefe
55	NB1 Nutbreite
	NB2 Nutbreite
	WD1 Dicke der Spiralwand
	WD2 Dicke der Spiralwand
	E Ebene

P Pumprichtung
r radiale Richtung

Patentansprüche

- 5 1. Scrollvakuumpumpe mit
- einem Pumpensystem (11, 13), das ein feststehendes Spiralbauteil (11) und ein mit diesem pumpwirksam zusammenwirkendes Spiralbauteil (13) (13) umfasst,
 - 10 - einer im Betrieb um eine Drehachse (15) rotierenden Antriebswelle (17) mit einem Exzenterabschnitt (19) zum Anreiben des beweglichen Spiralbauteils (13), und
 - einem elektrischen Antriebsmotor (21, 23) für die Antriebswelle (17),
- wobei auf das hintere Ende der Antriebswelle (17) stirnseitig ein Wuchtgewicht (31) aufgesetzt ist.
- 15 2. Scrollvakuumpumpe nach Anspruch 1,
wobei sich das Wuchtgewicht (31) hinter der Antriebswelle (17) befindet und mit der Antriebswelle (17) derart verbunden ist, dass das Wuchtgewicht (31) während des Betriebs gemeinsam mit der Antriebswelle (17) rotiert.
- 20 3. Scrollvakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2,
wobei das Wuchtgewicht (31) mit der Antriebswelle (17) verschraubt ist.
4. Scrollvakuumpumpe nach Anspruch 3,
wobei zum Verschrauben des Wuchtgewichts (31) mit der Antriebswelle (17) eine zentrale Schraube (83) vorgesehen ist, deren Schaft mit der Drehachse (15) zusammenfällt.
- 25 5. Scrollvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Positionierung des Wuchtgewichts (31) in Umfangsrichtung relativ zur Antriebswelle (17) durch eine Positionierhilfe (85) vorgegeben ist.
- 30 6. Scrollvakuumpumpe nach Anspruch 5,
wobei die Positionierhilfe ein mit radialem Abstand von der Drehachse (15) angeordnetes Positionierelement (85) sowie eine Positionieraufnahme für einen Teil des Positionierelements (85) umfasst, wobei das Positionierelement (85) an der Antriebswelle (17) angeordnet und die Positionieraufnahme am Wuchtgewicht (31) ausgebildet ist, oder umgekehrt.
- 35 7. Scrollvakuumpumpe nach Anspruch 6,
wobei das Positionierelement (85) stiftförmig ausgebildet ist und sich parallel zur Drehachse (15) erstreckt.
- 40 8. Scrollvakuumpumpe nach Anspruch 6 oder 7,
wobei das Positionierelement (85) bei der Montage in axialem Abstand von der Drehachse (15) einschiebbar ist, insbesondere wobei die Aussparung in der Antriebswelle (17) ausgebildet ist oder die Aussparung gemeinsam von der Antriebswelle (17) einerseits und einem Motorrotor (21) des Antriebsmotors (21, 23) oder einem mit dem Motorrotor (21) des Antriebsmotors (21, 23) drehfest verbundenen, radial inneren Hülsenelement (33) andererseits gebildet ist.
- 45 9. Scrollvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Antriebsmotor (21, 23) einen radial inneren Motorrotor (21) und einen radial äußeren Motorstator (23) umfasst, wobei der Motorrotor (21) zwischen einem Widerlager und dem auf das hintere Ende der Antriebswelle (17) aufgesetzten Wuchtgewicht (31) eingespannt ist.
- 50 10. Scrollvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Antriebsmotor (21, 23) einen radial inneren Motorrotor (21) umfasst, der direkt oder mittels eines mit dem Motorrotor (21) drehfest verbundenen, radial inneren Hülsenelement (33) auf die Antriebswelle (17) aufgeschoben ist, insbesondere mit einer Spielpassung, wobei zwischen dem Motorrotor (21) und dem Hülsenelement (33) einerseits und der Antriebswelle (17) andererseits eine in Umfangsrichtung wirksame Formschlussverbindung vorgesehen ist.

11. Scrollvakuumpumpe nach Anspruch 10,
wobei die Formschlussverbindung durch ein Positionierelement (85) einer Positionierhilfe gebildet ist, durch welche die Positionierung des Wuchtgewichts (31) in Umfangsrichtung relativ zur Antriebswelle (17) vorgegeben ist.
- 5 12. Scrollvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Motorrotor (21) des Antriebsmotors (21, 23) mit einem radial inneren Hülsenelement (33) versehen ist, das mit dem Motorrotor (21) drehfest verbunden und mit dem Motorrotor (21) auf die Antriebswelle (17) aufgeschoben ist, insbesondere mit einer Spielpassung.
- 10 13. Scrollvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Antriebsmotor (21, 23) einen radial inneren Motorrotor (21) und einen radial äußeren Motorstator (23) umfasst, und wobei der Motorrotor (21) mit einem radial inneren Hülsenelement (33) versehen ist, das mit dem Motorrotor (21) drehfest verbunden und mit dem Motorrotor (21) auf die Antriebswelle (17) aufgeschoben ist, insbesondere mit einer Spielpassung.
- 15 14. Scrollvakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei zumindest zwei entlang der Drehachse (15) voneinander beabstandete Lagerstellen (25, 27) zur Drehlagerung der Antriebswelle (17) vorgesehen sind, und
20 wobei sich alle Lagerstellen (25, 27) auf der dem Exzenterabschnitt (19) zugewandten Seite des Antriebsmotors (21, 23) und/oder zwischen einem vorderen Wuchtgewicht (29) und einem hinteren Wuchtgewicht (31) der Antriebswelle (17) befinden.
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

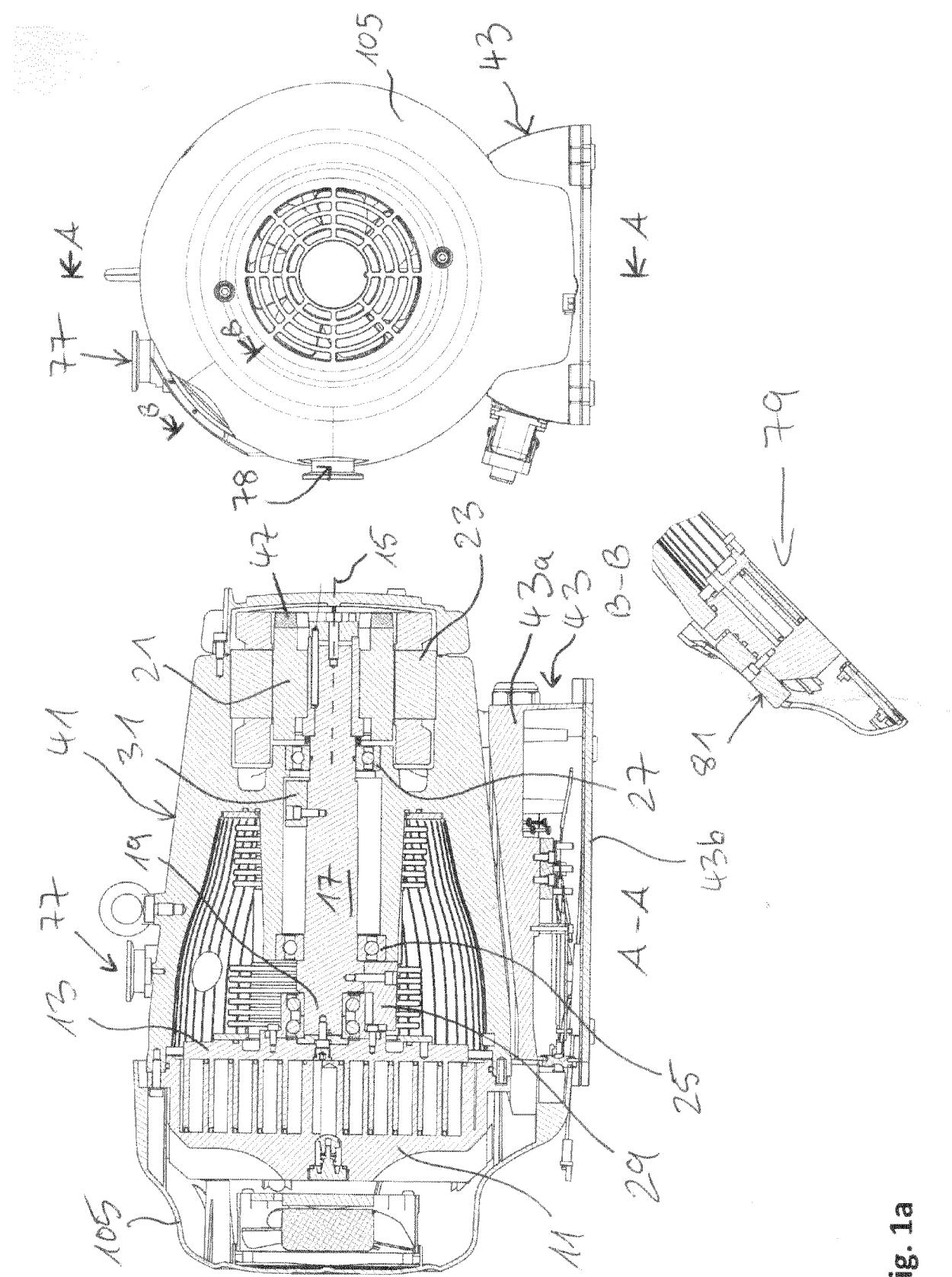
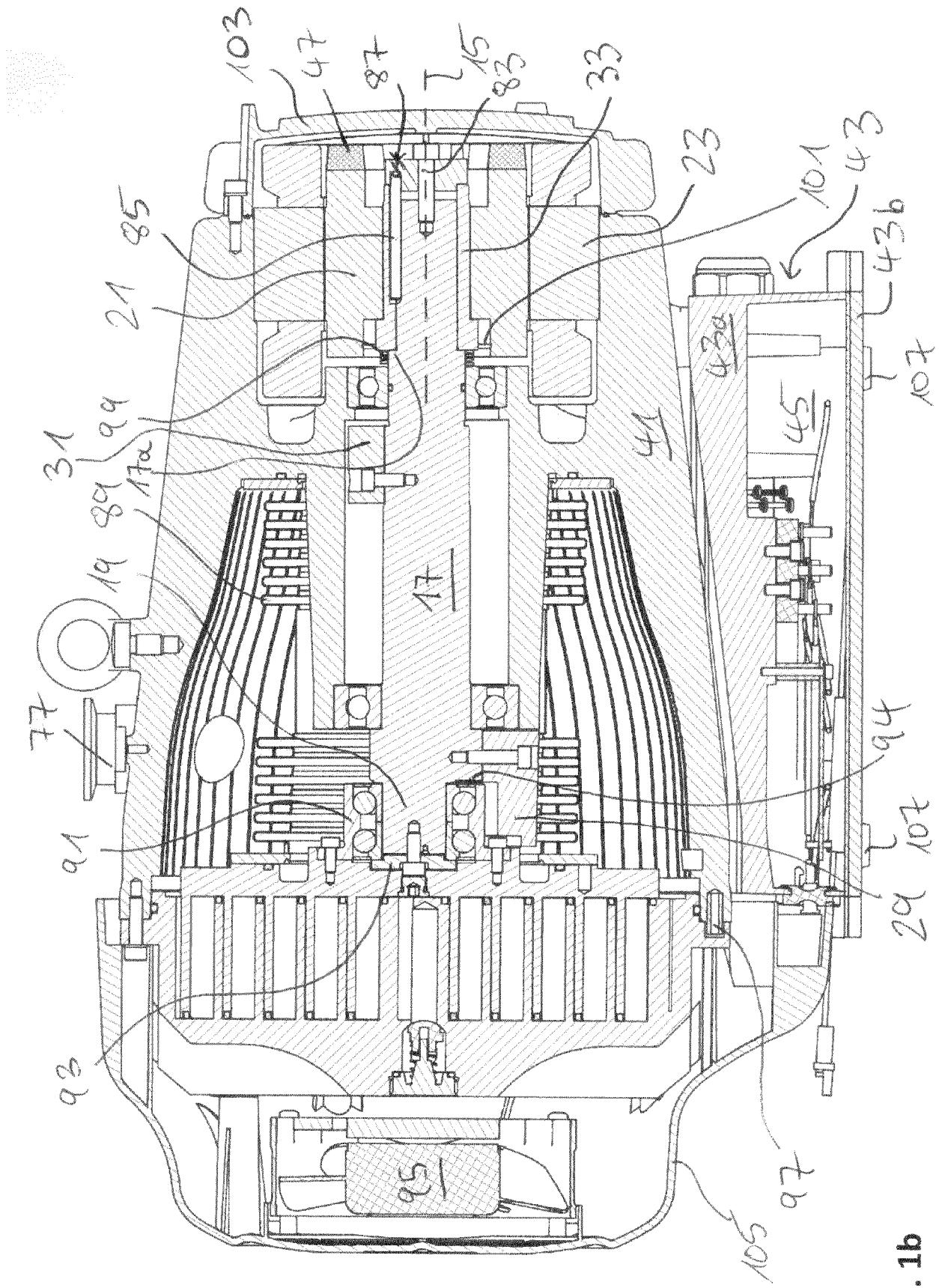


Fig. 1a



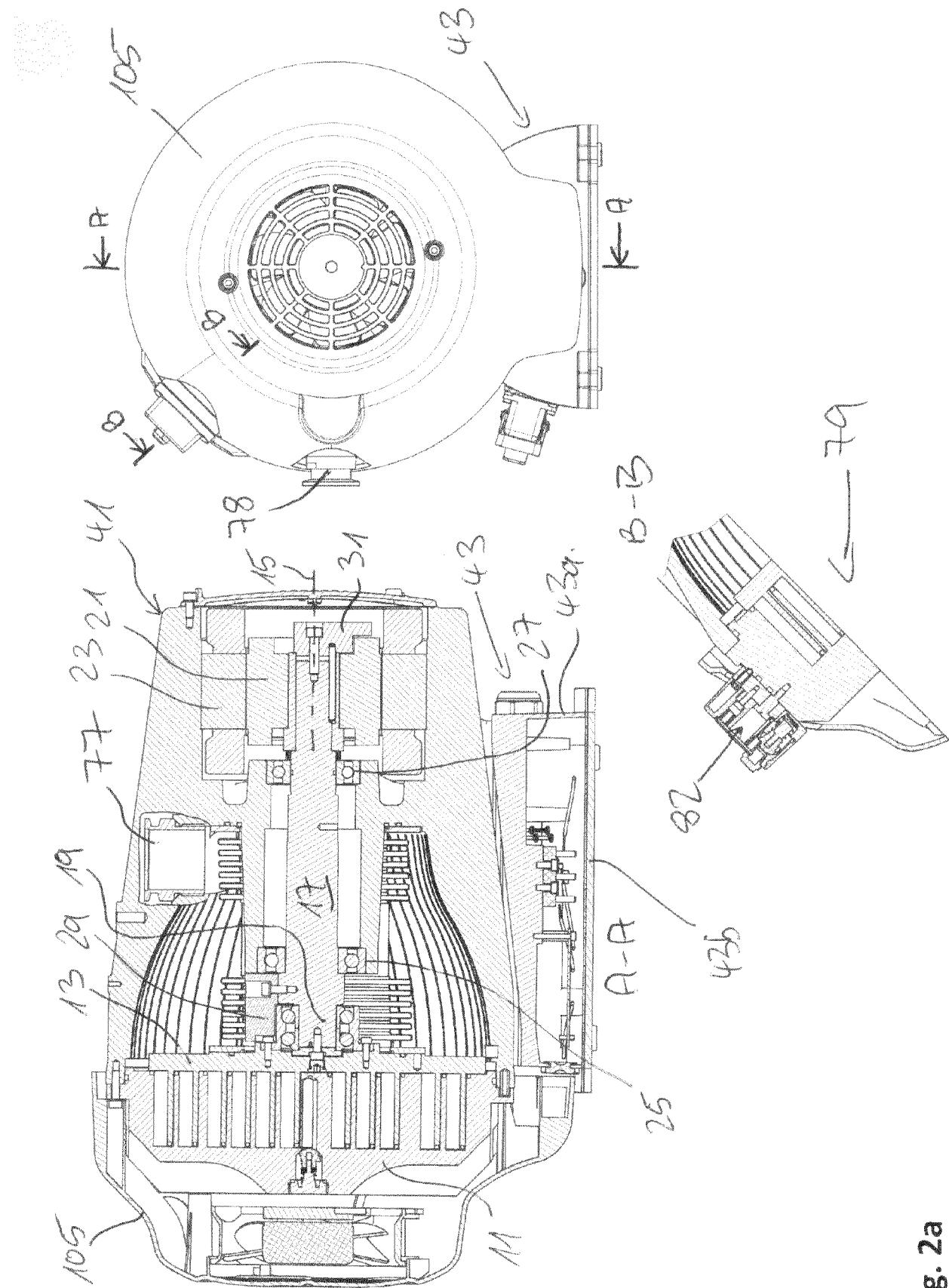


Fig. 2a

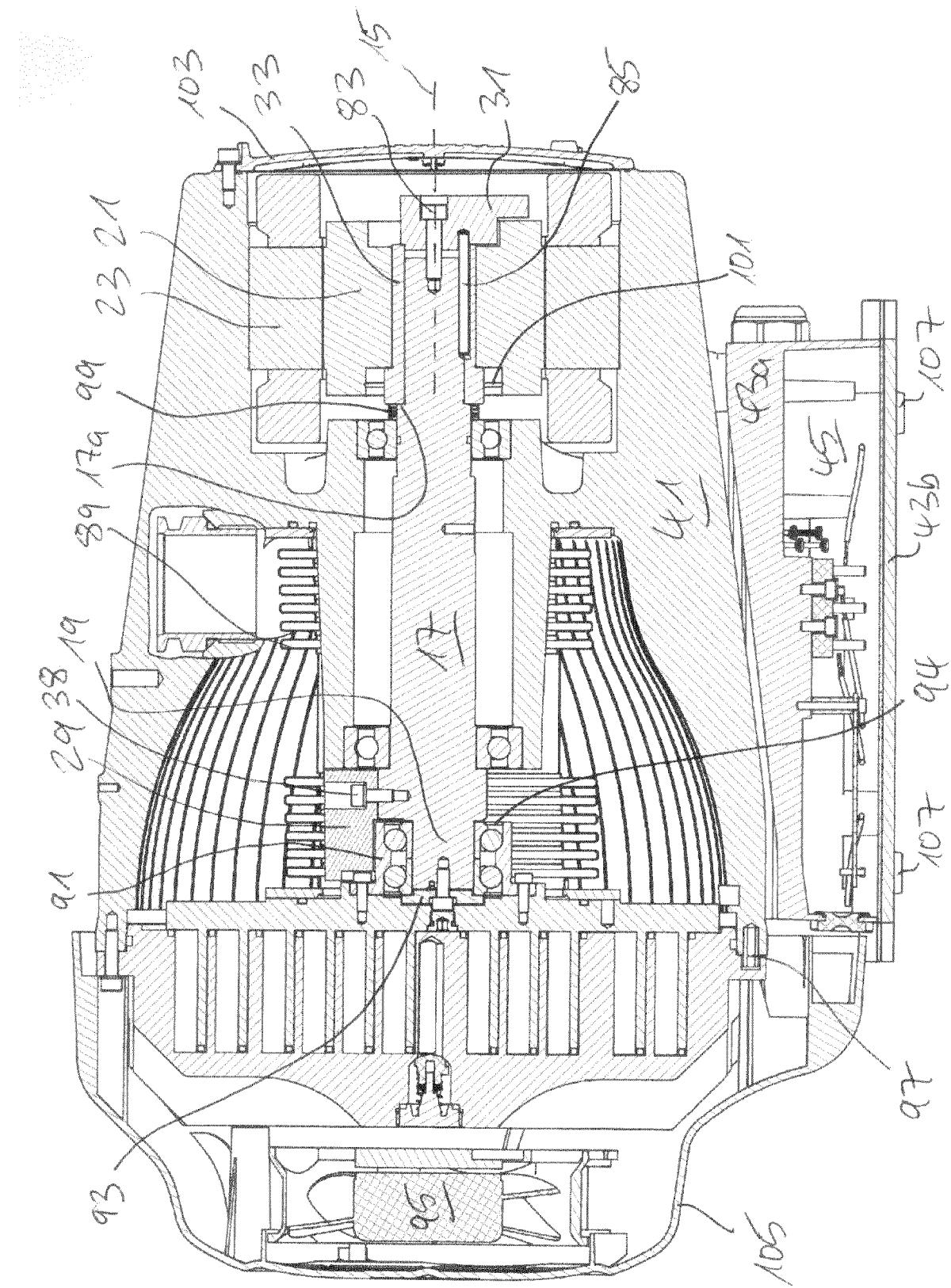


Fig. 2b

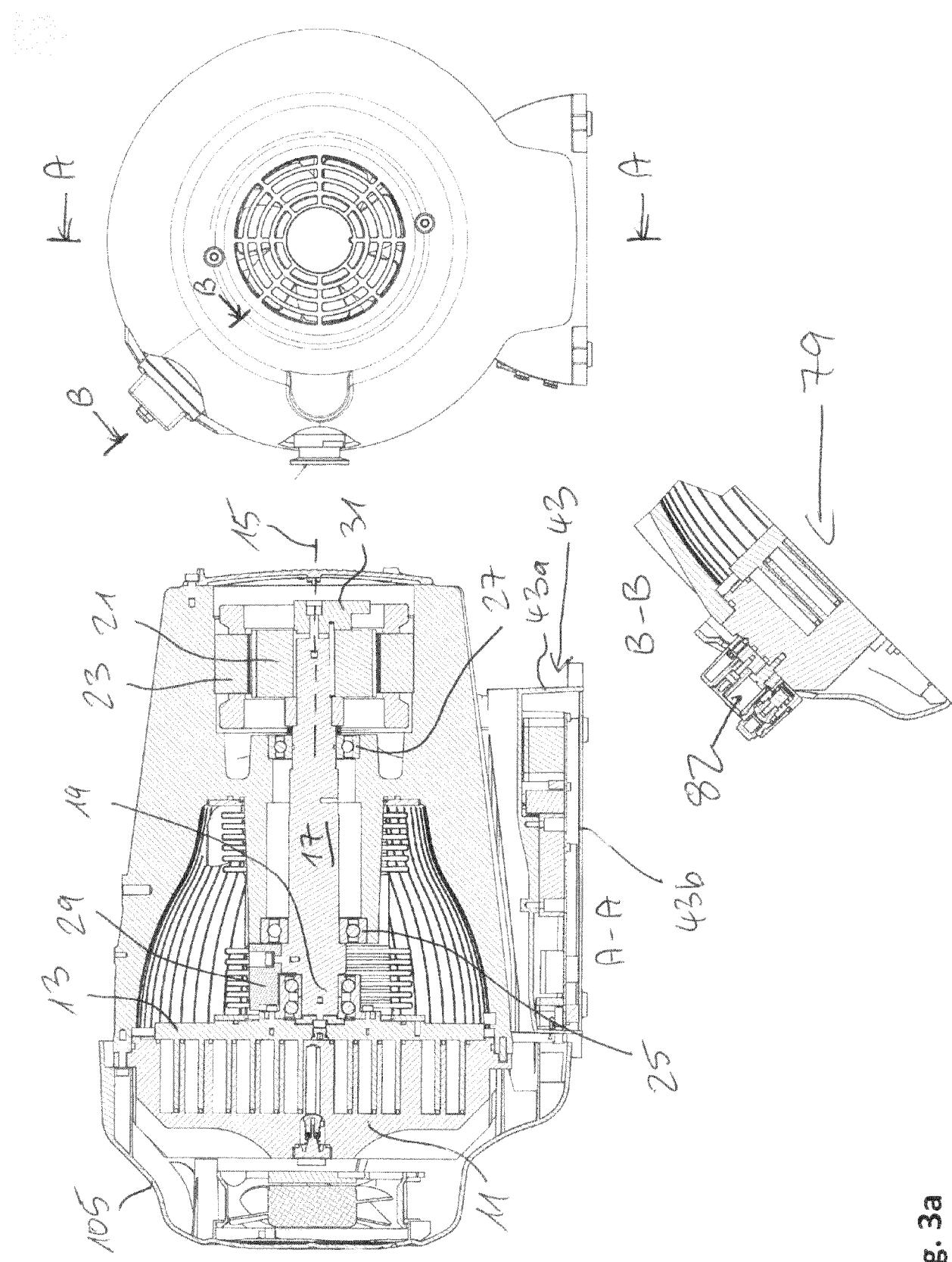
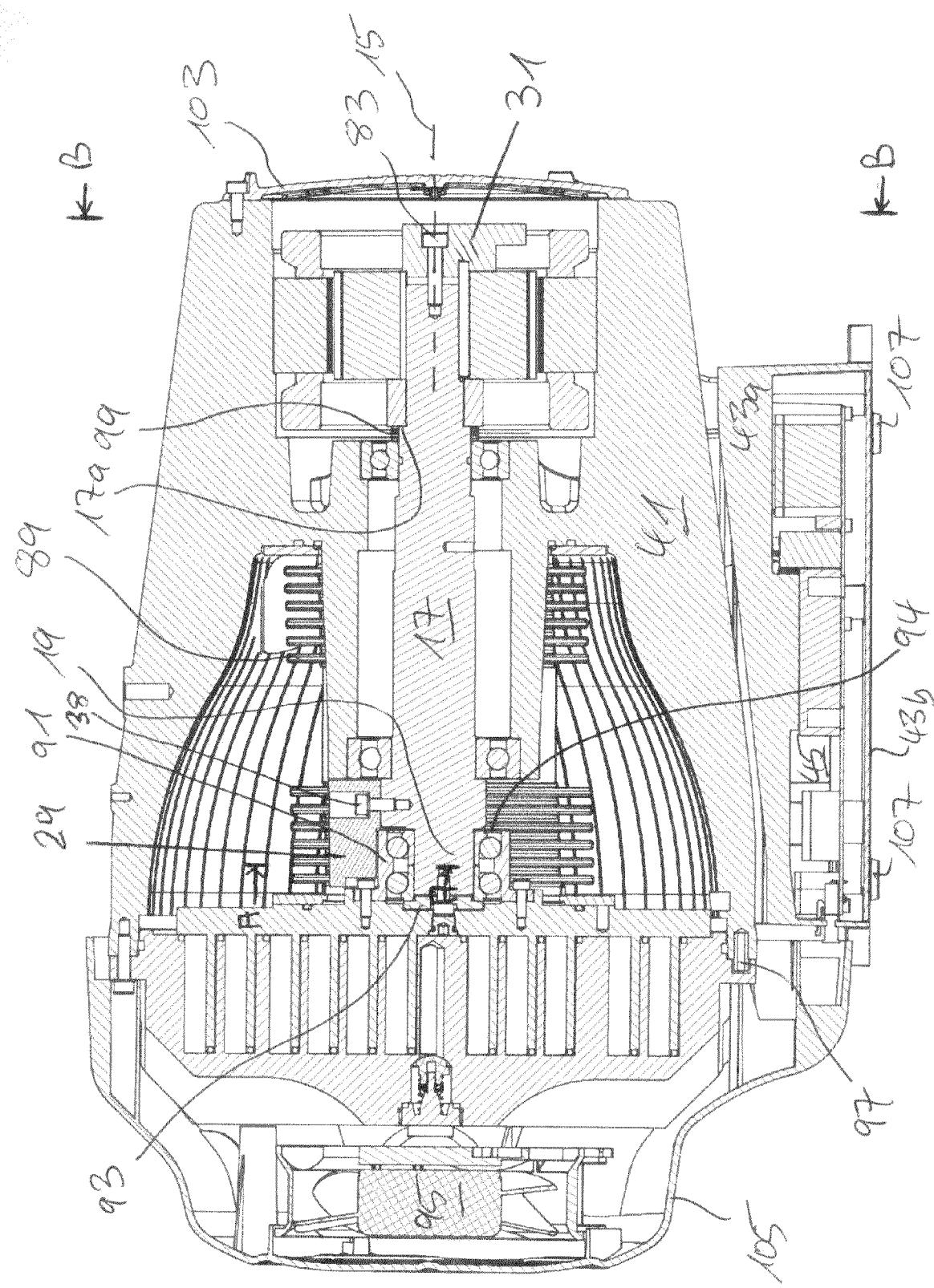


Fig. 3a



૩૮

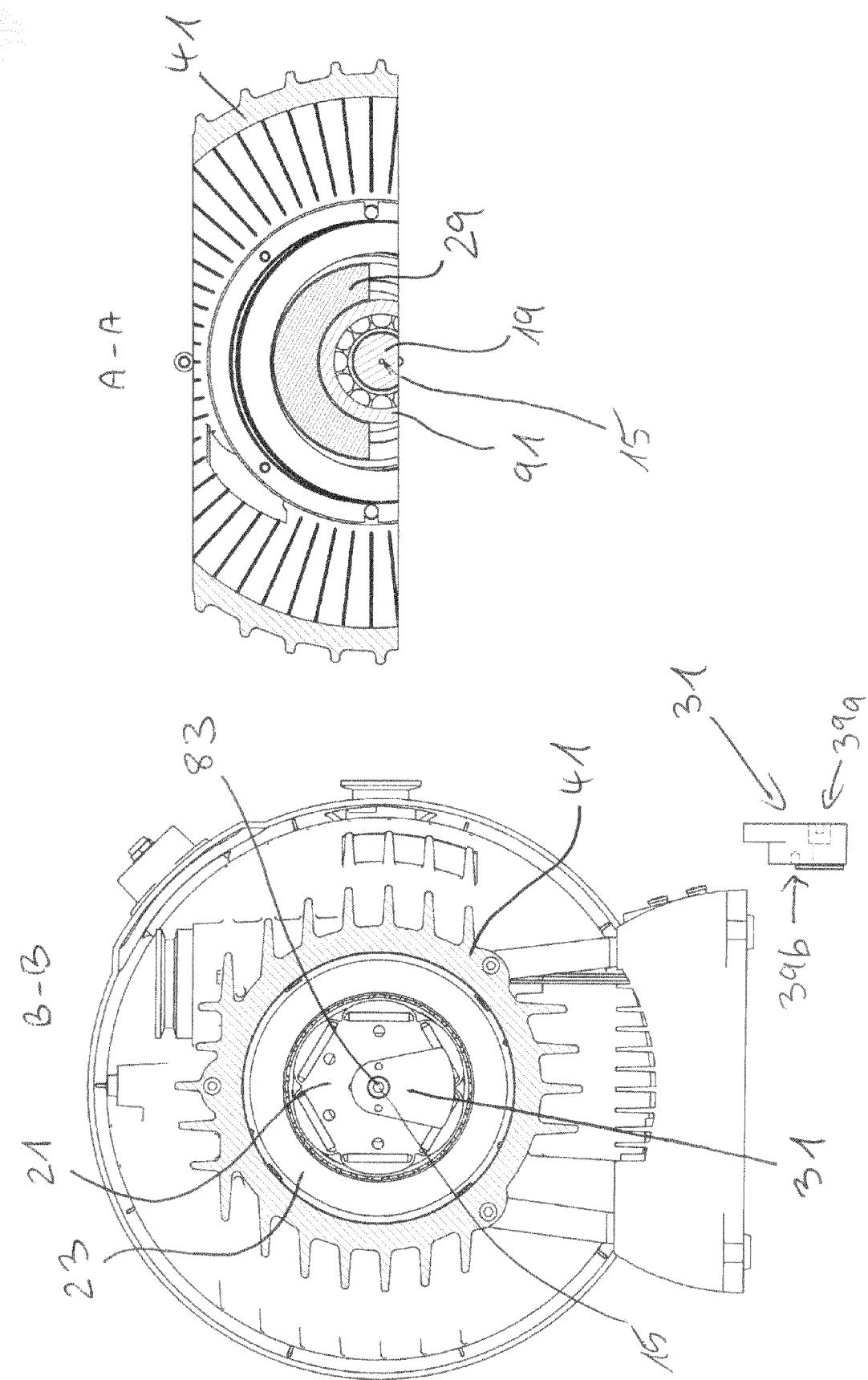


Fig. 3c

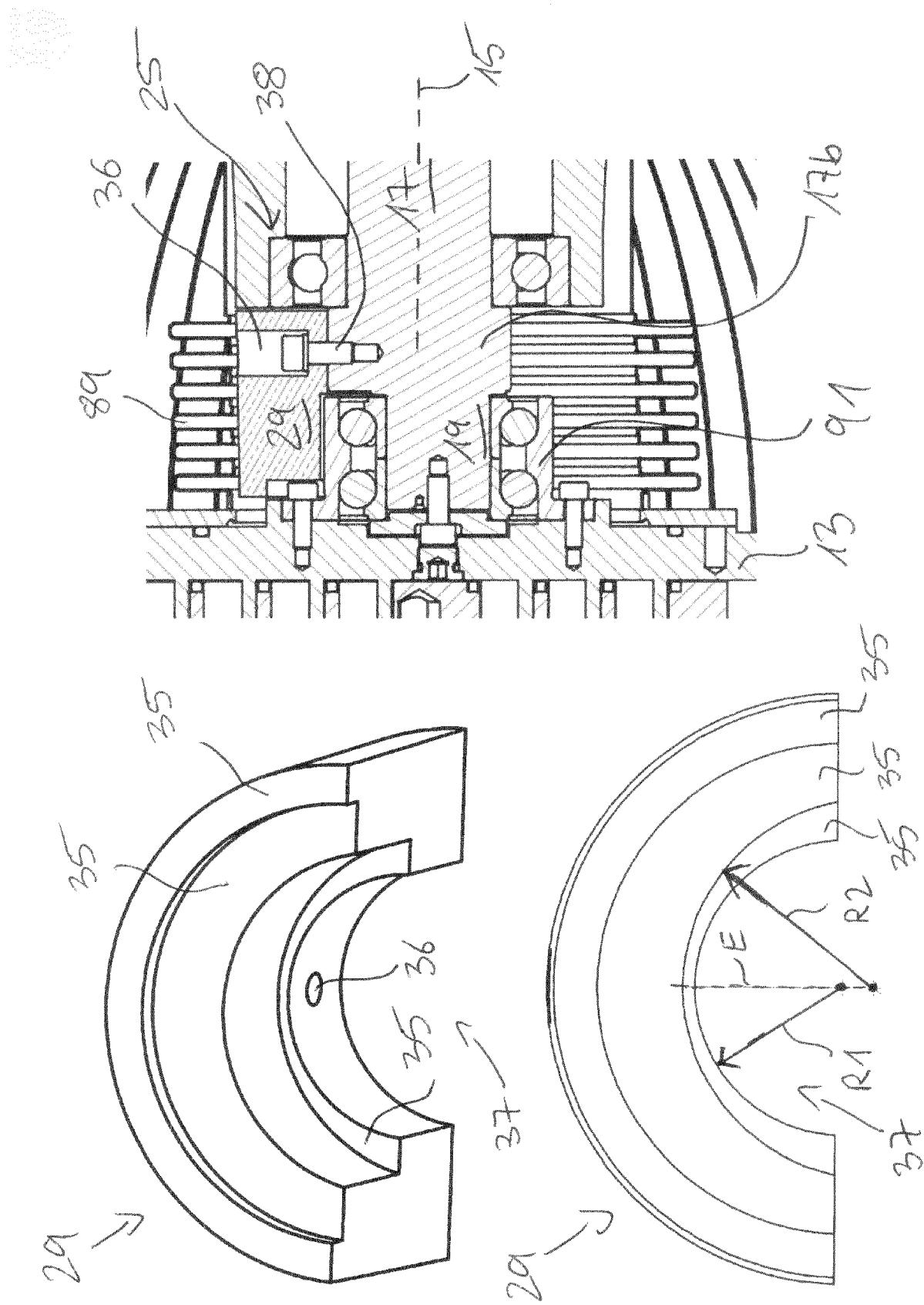


Fig. 3d

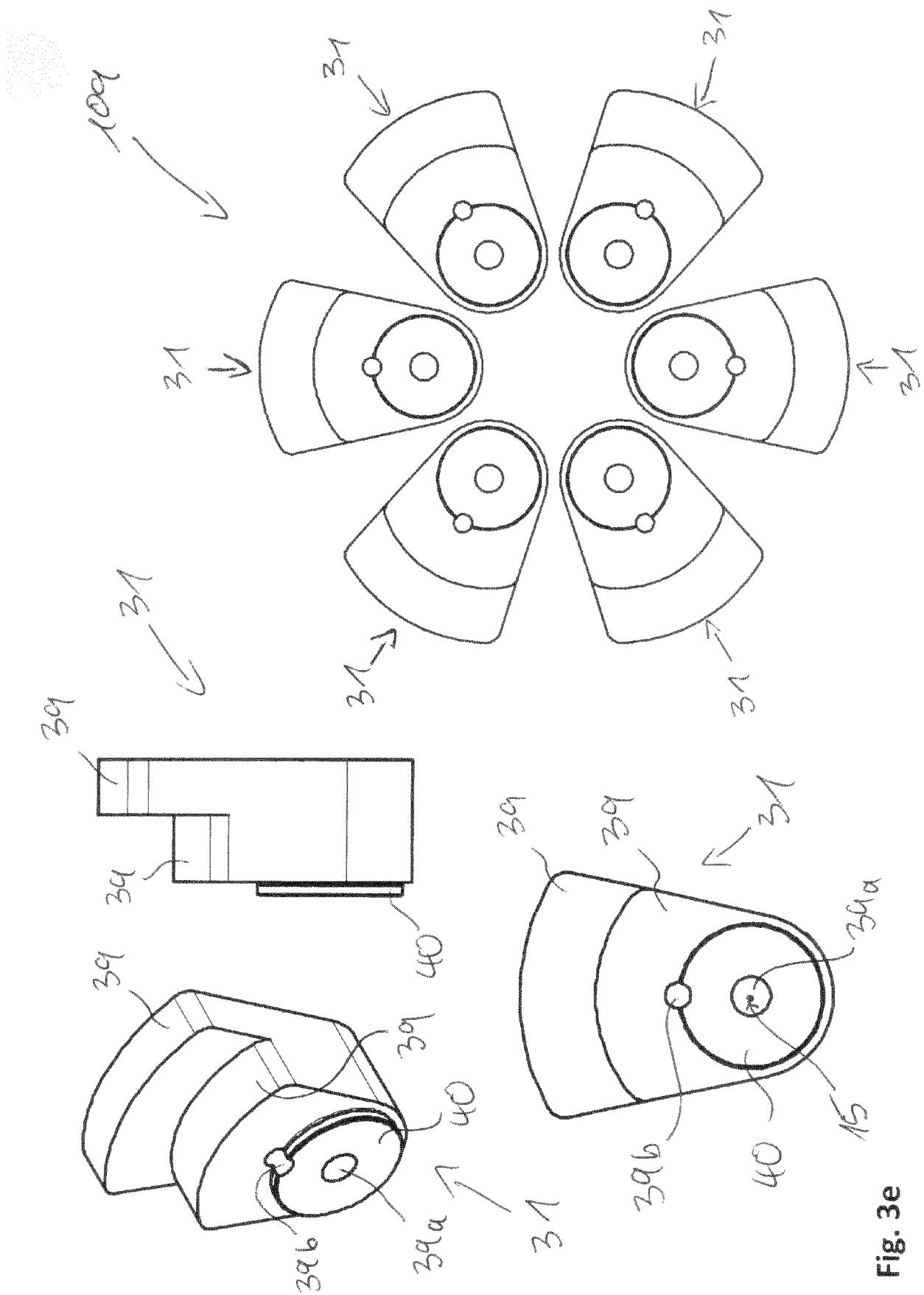


Fig. 3e

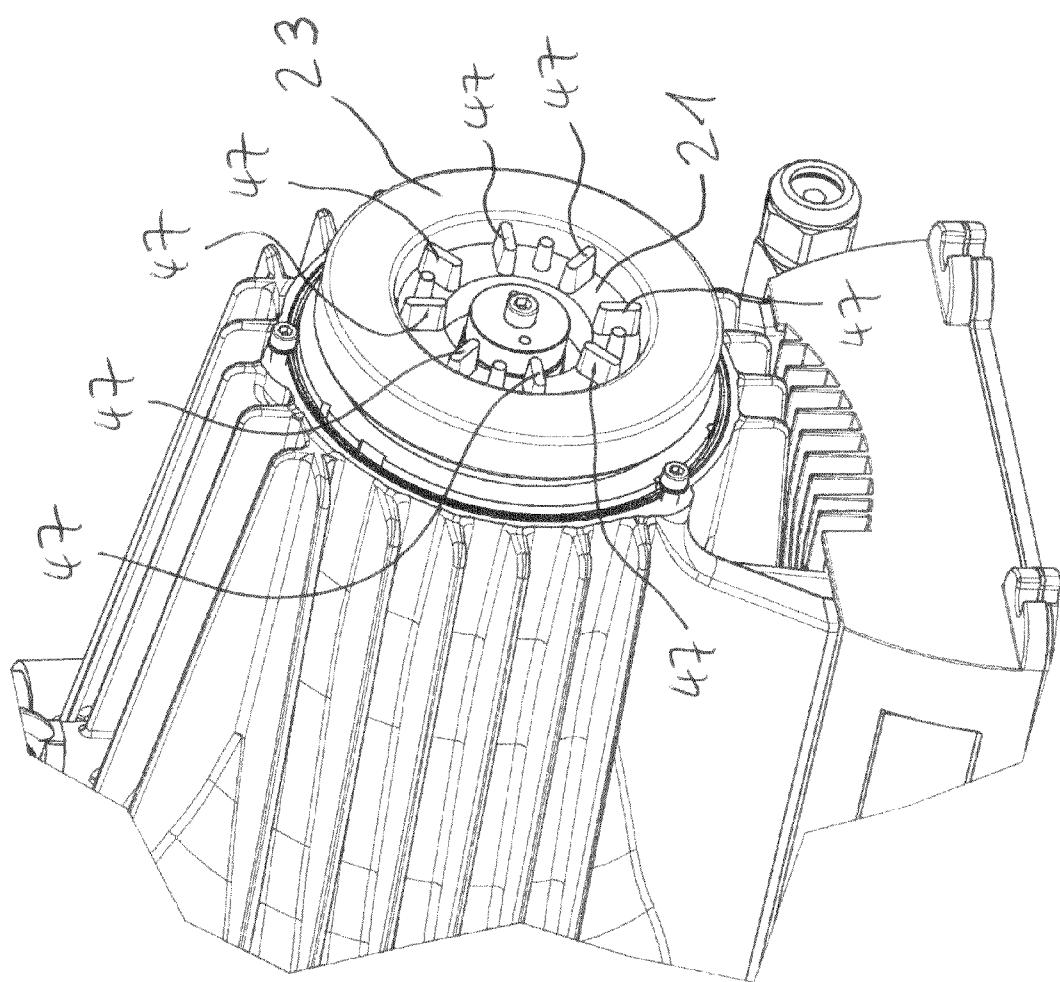


Fig. 4

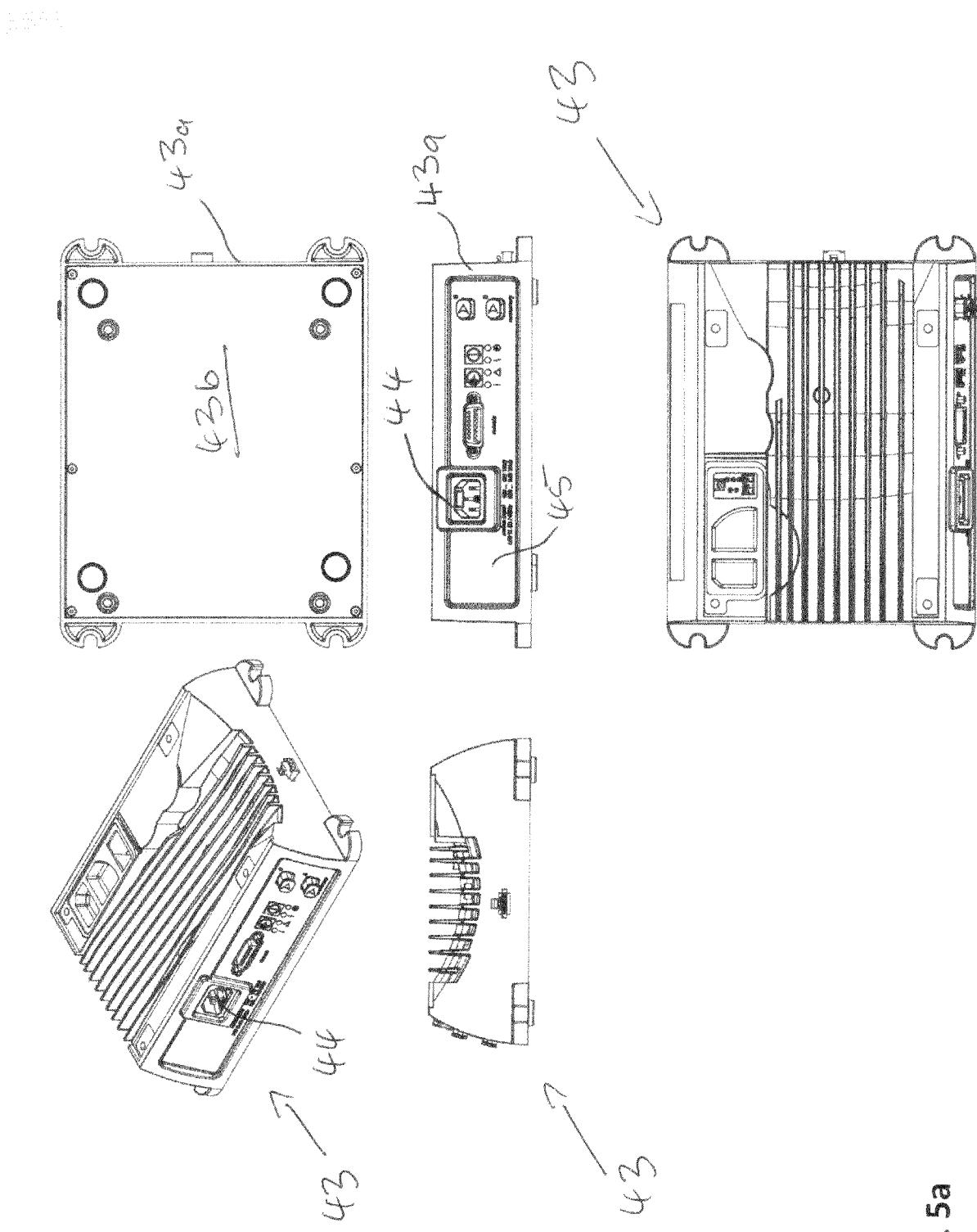


Fig. 5a

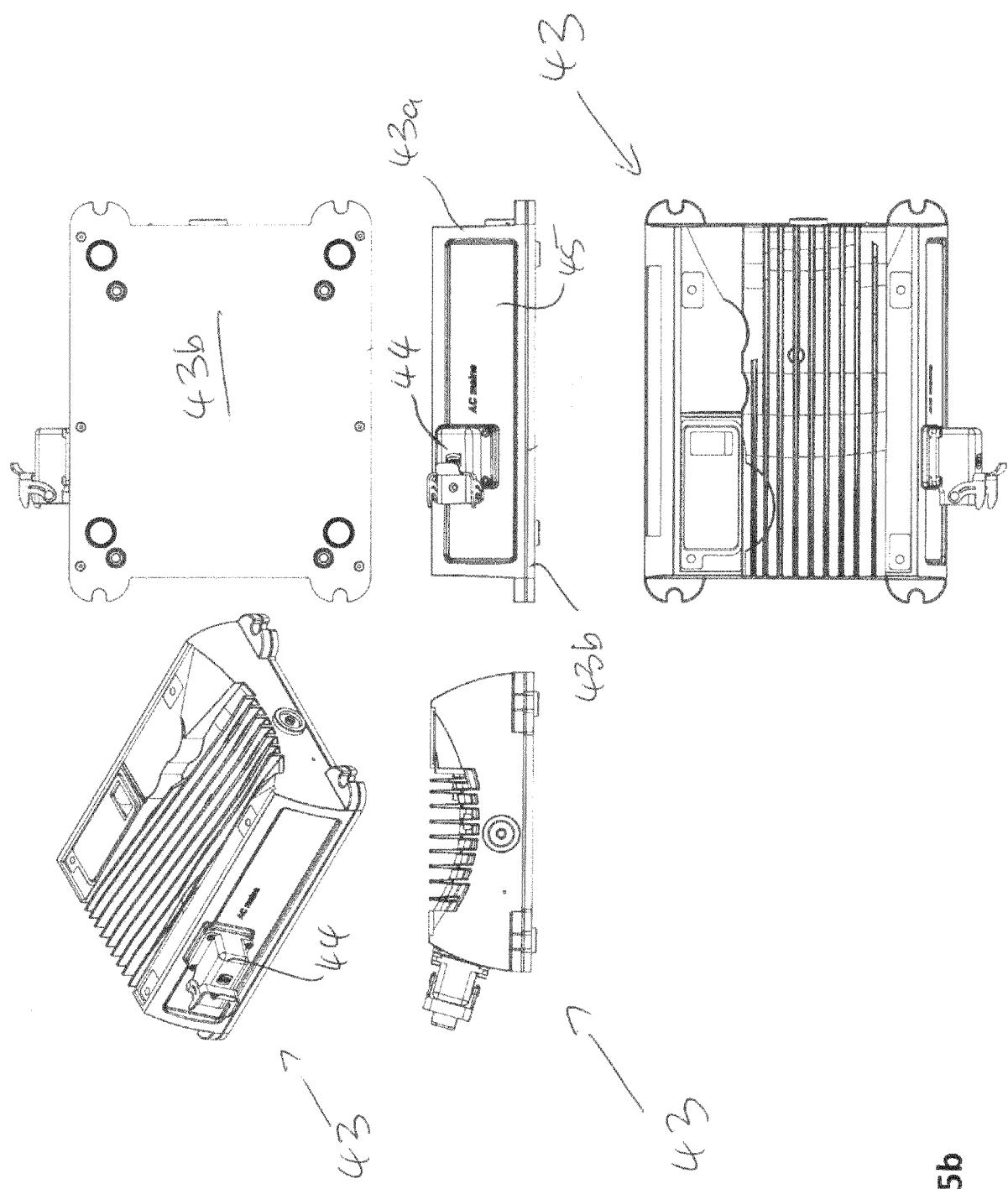


Fig. 5b

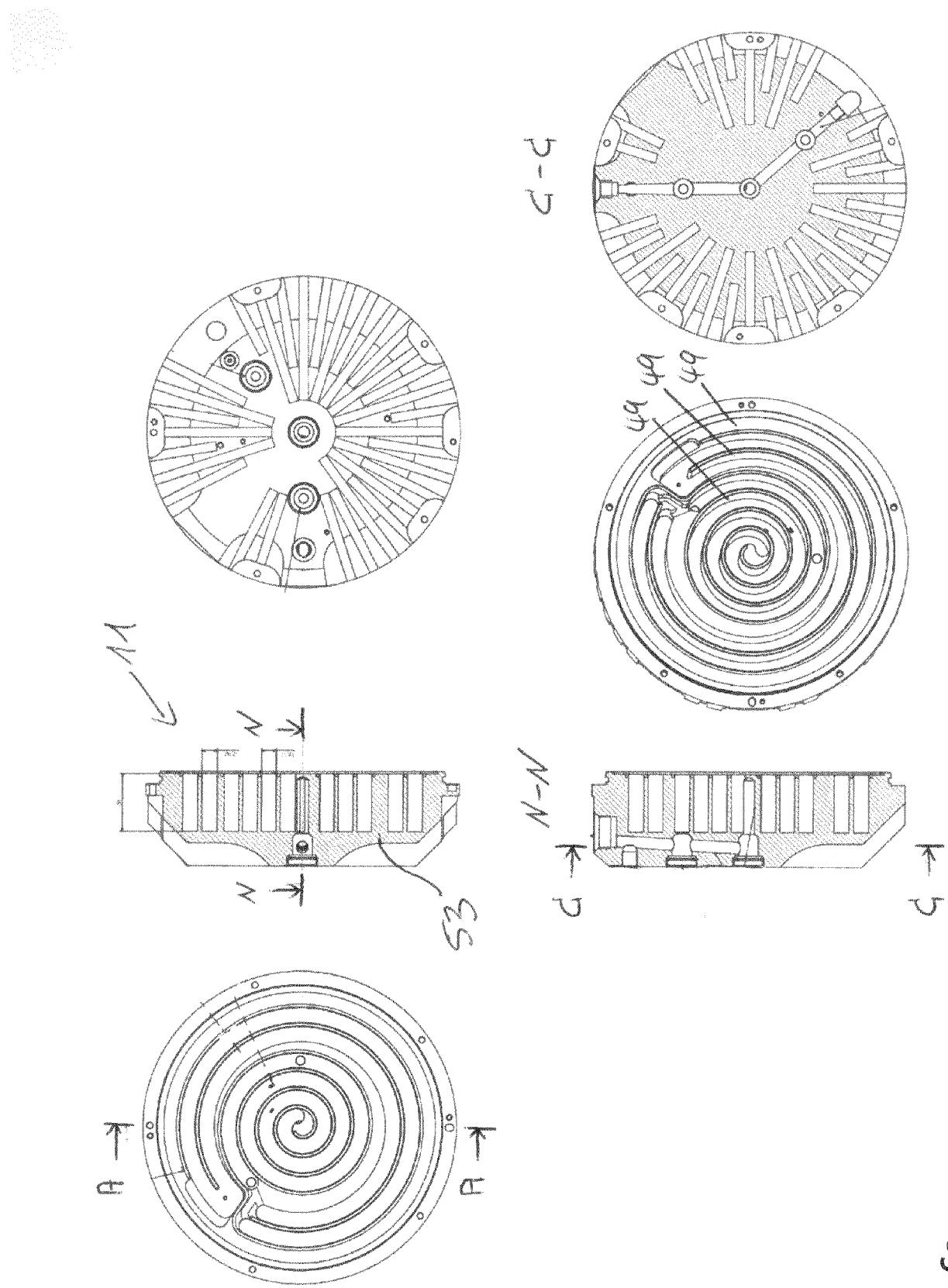


Fig. 6a

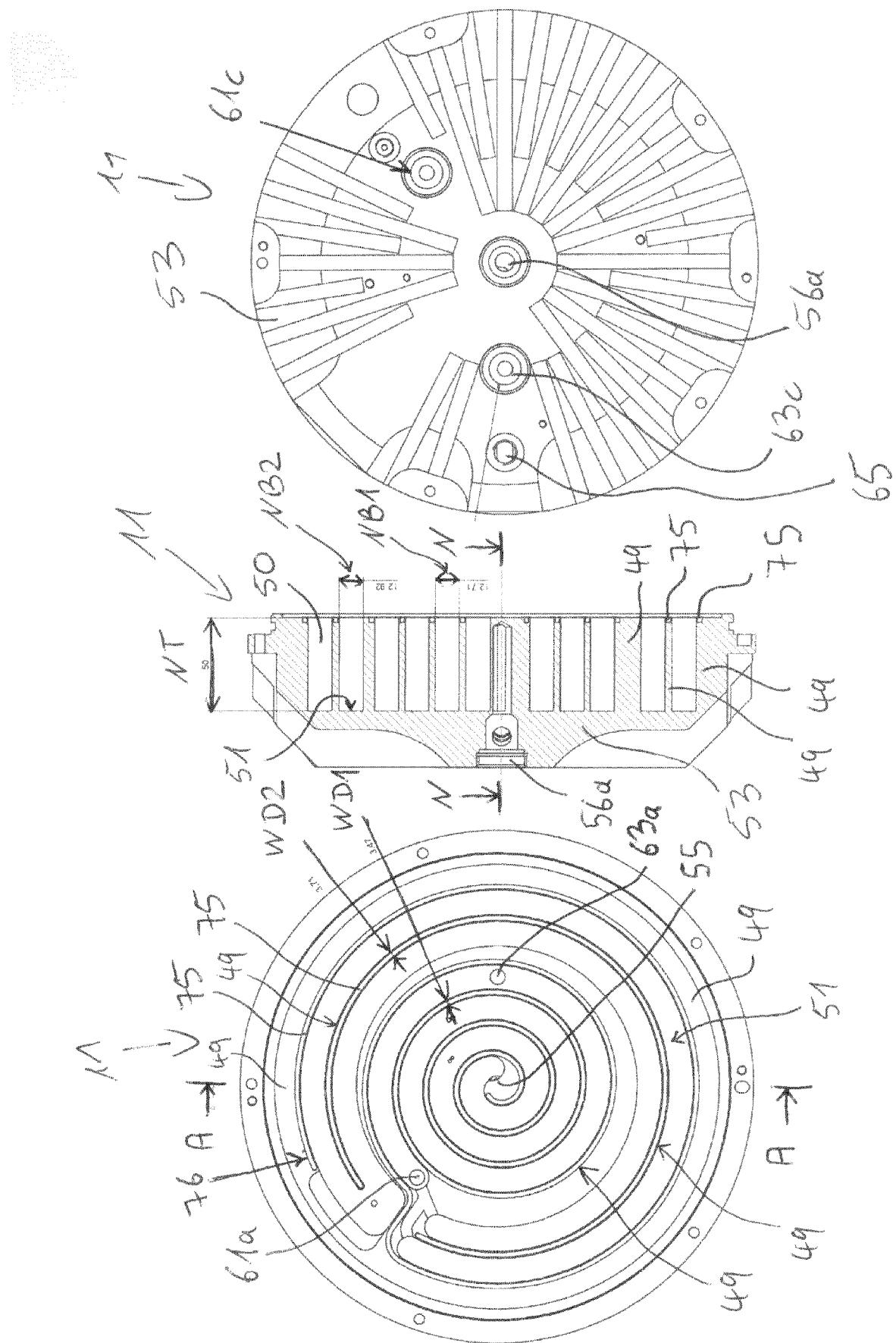


Fig. 6b

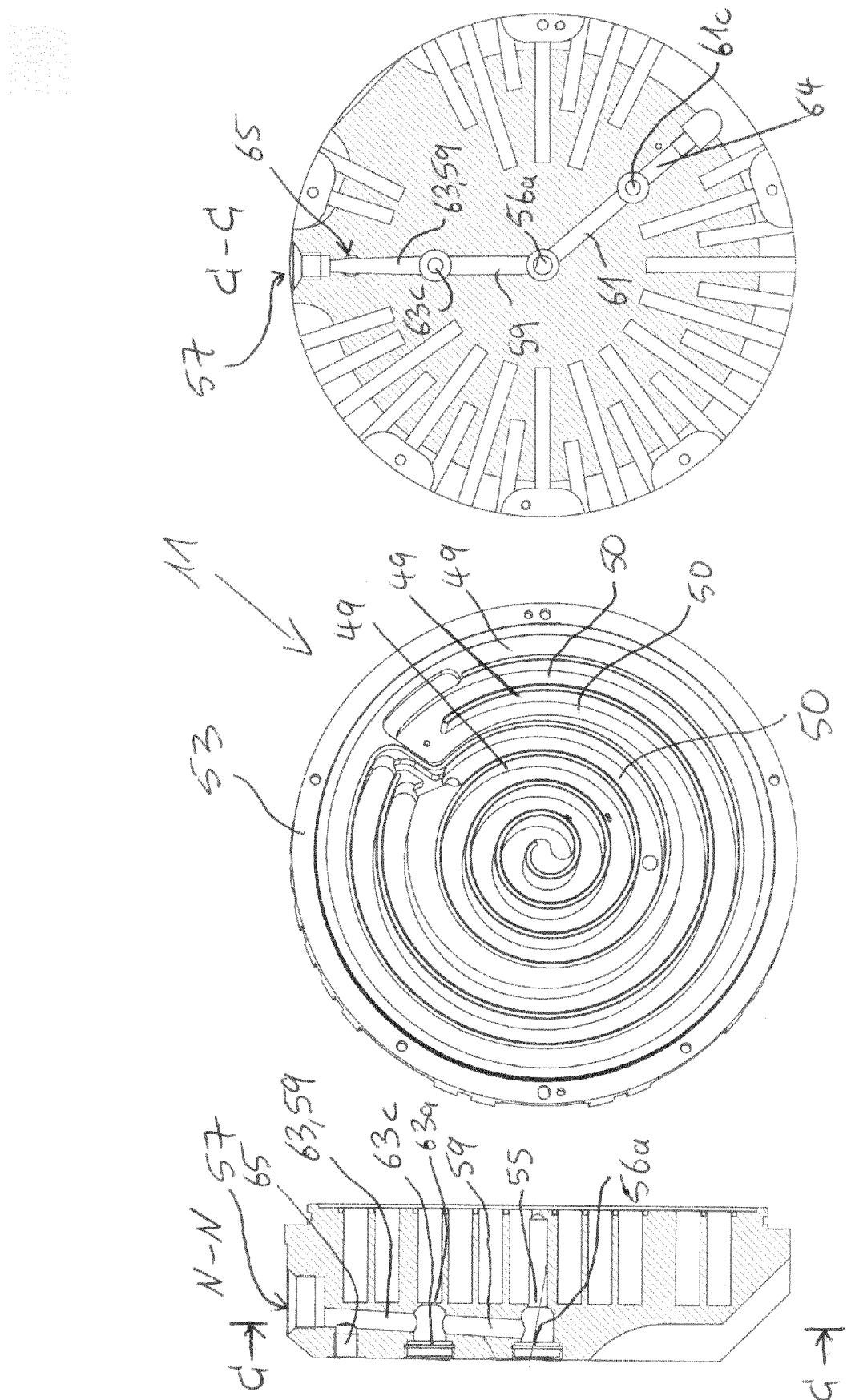


Fig. 6c

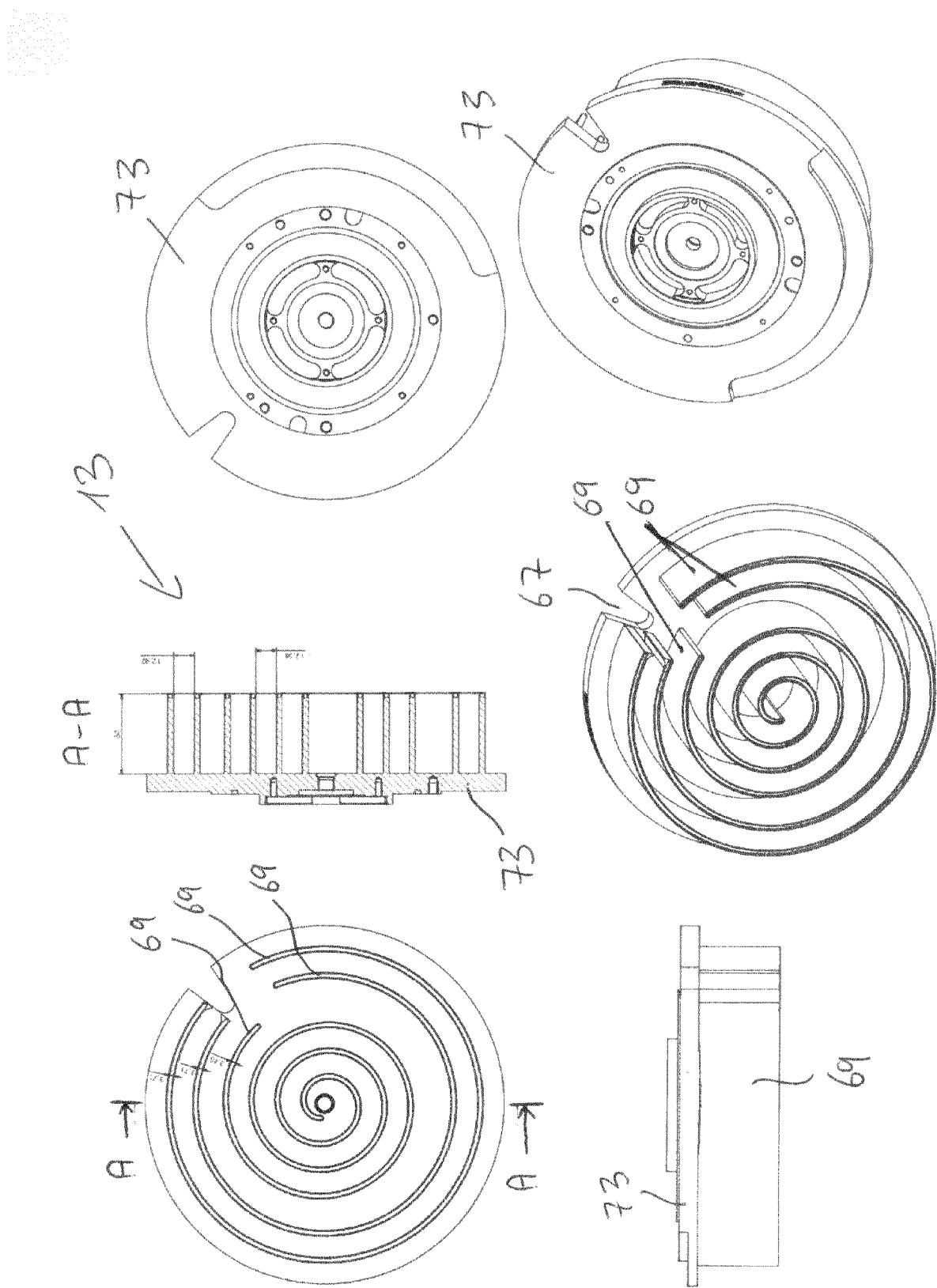


Fig. 7a

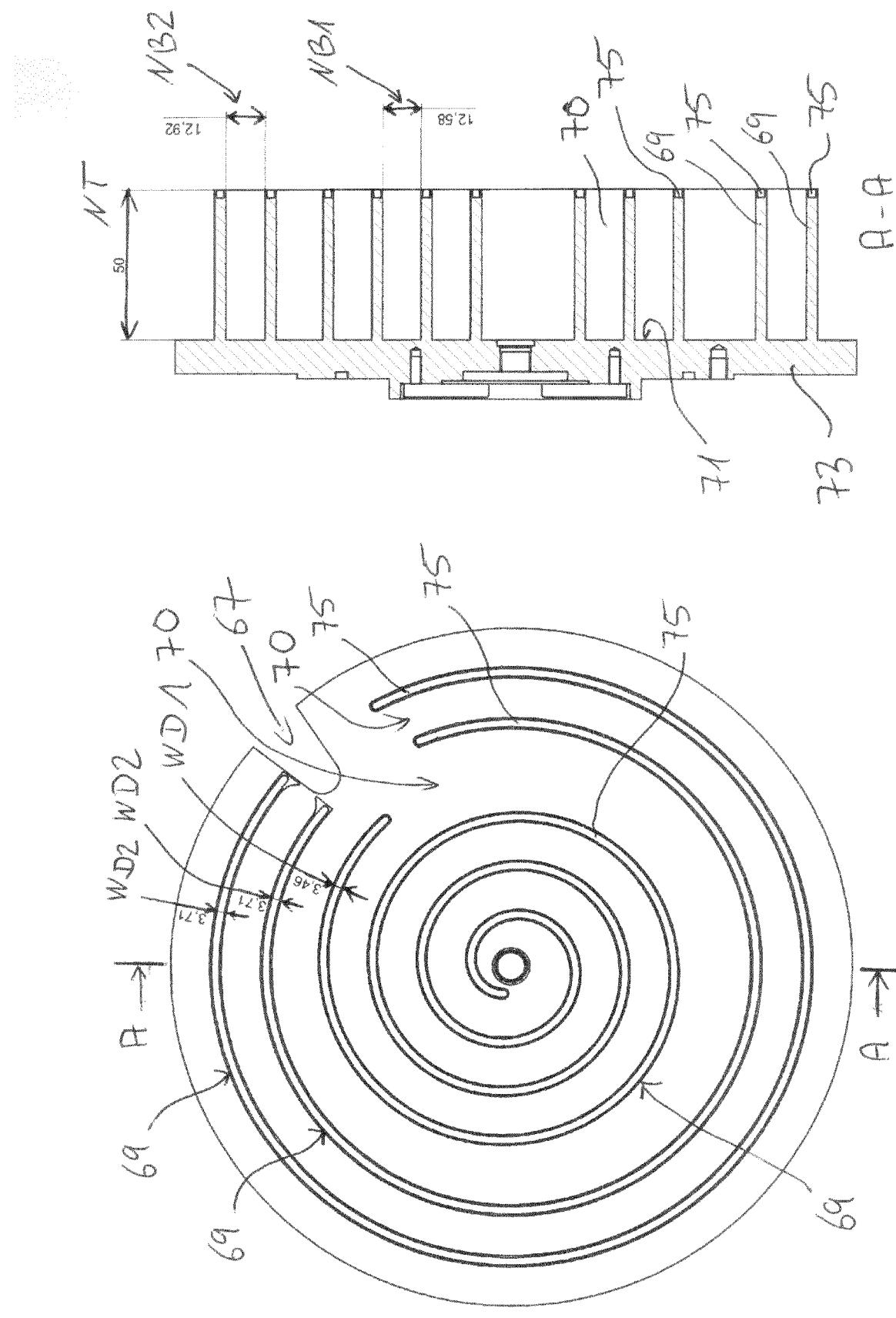


Fig. 7b

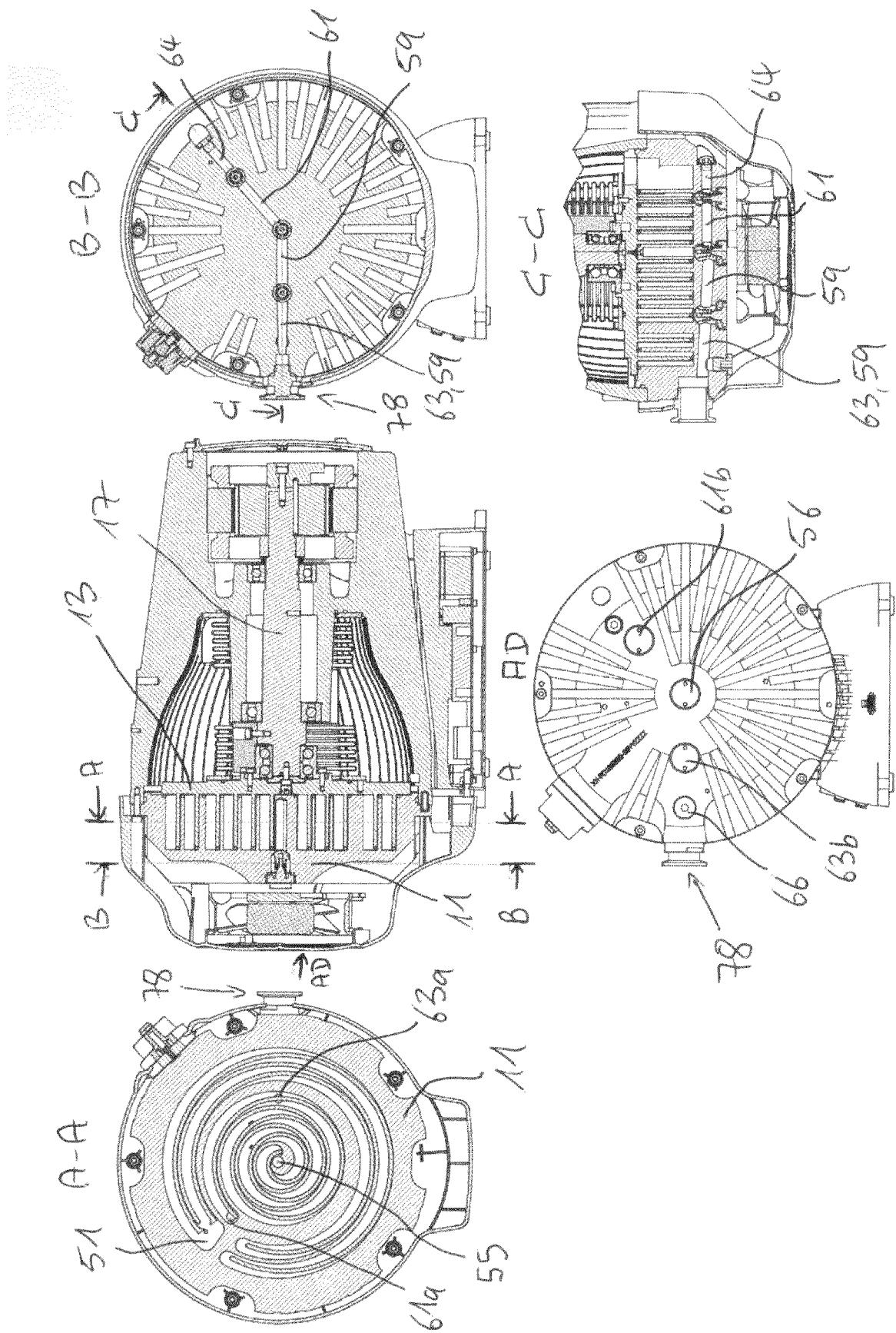
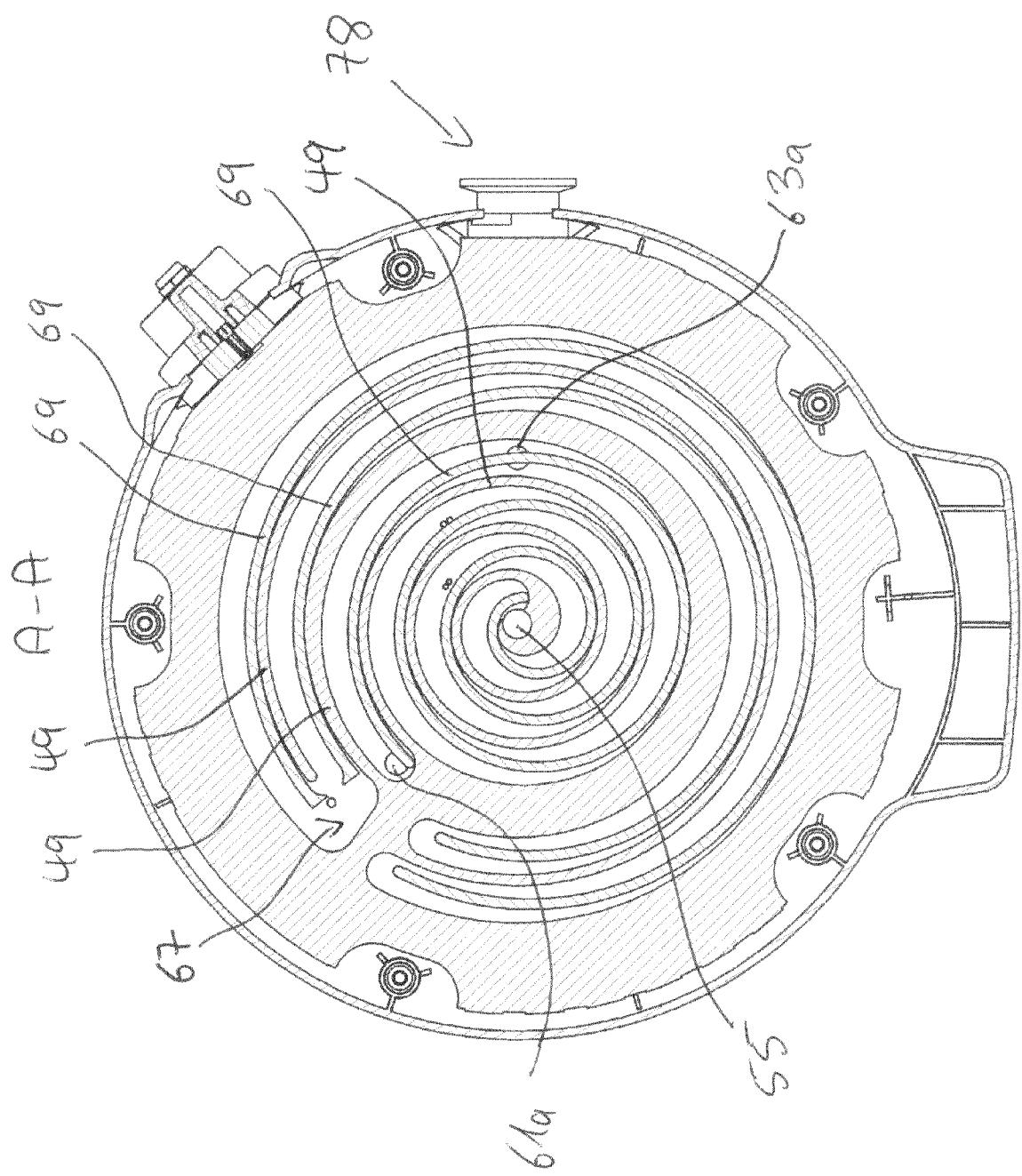
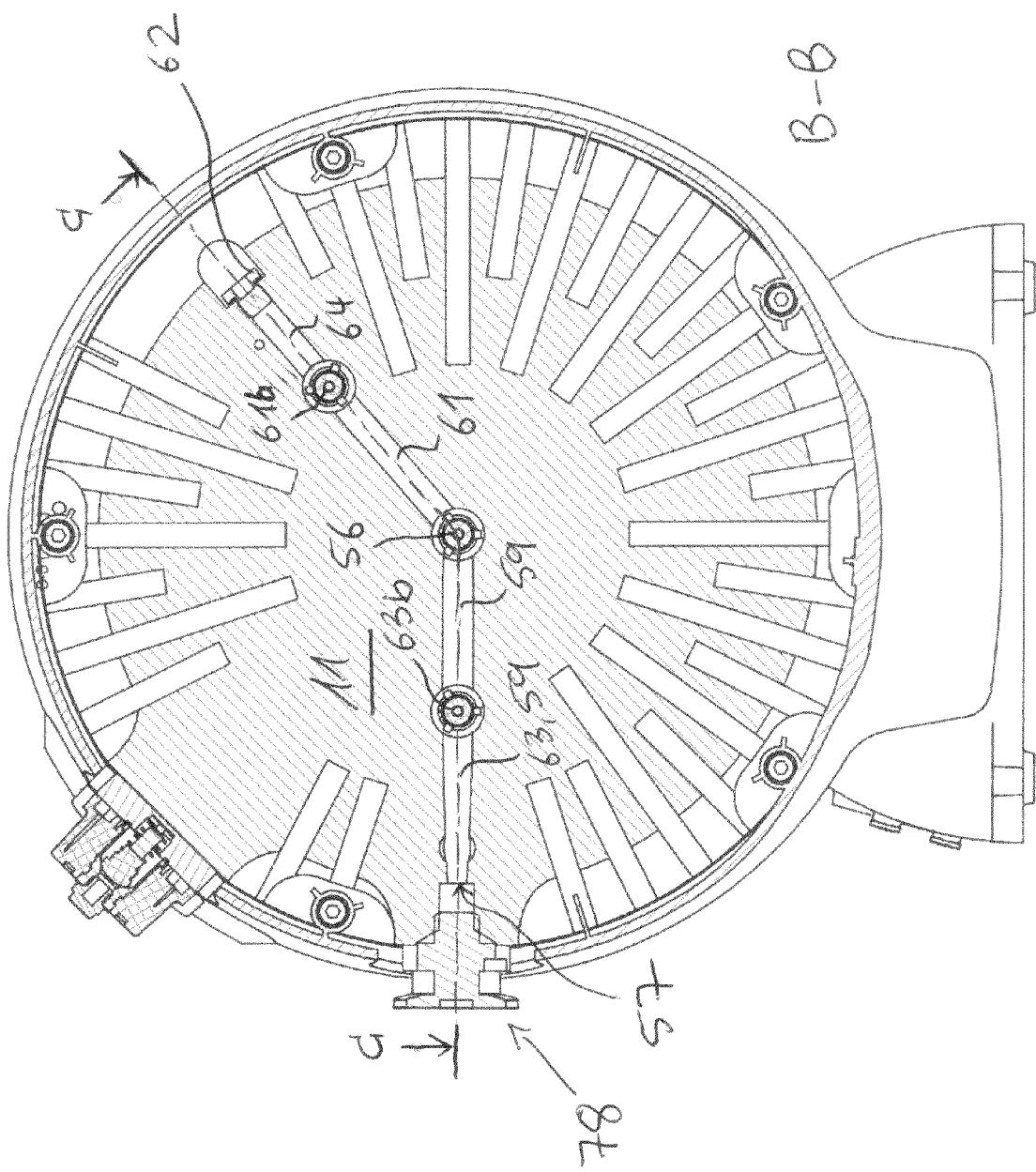


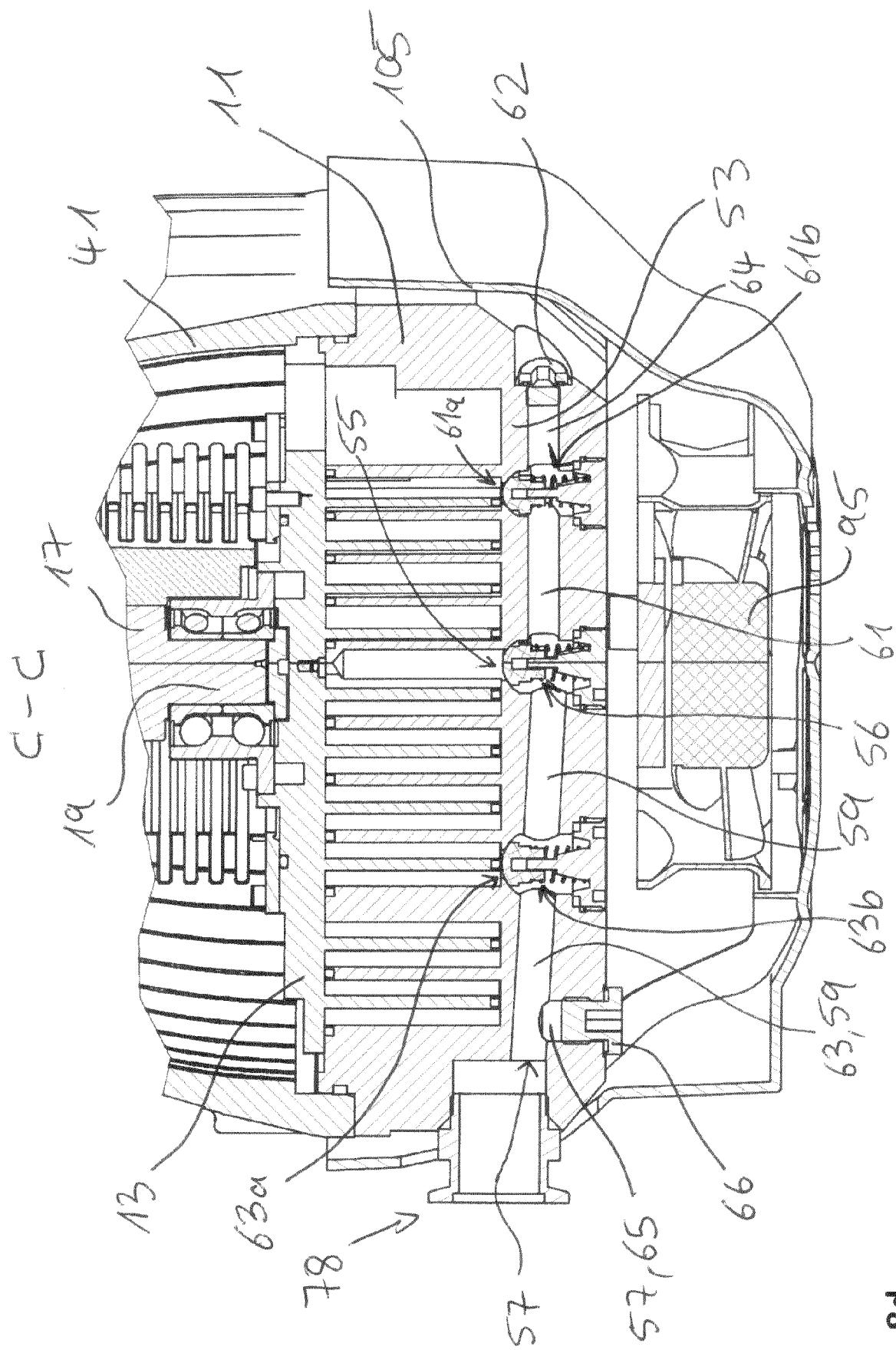
Fig. 8a



८८



80
Fig.



8d
Fig

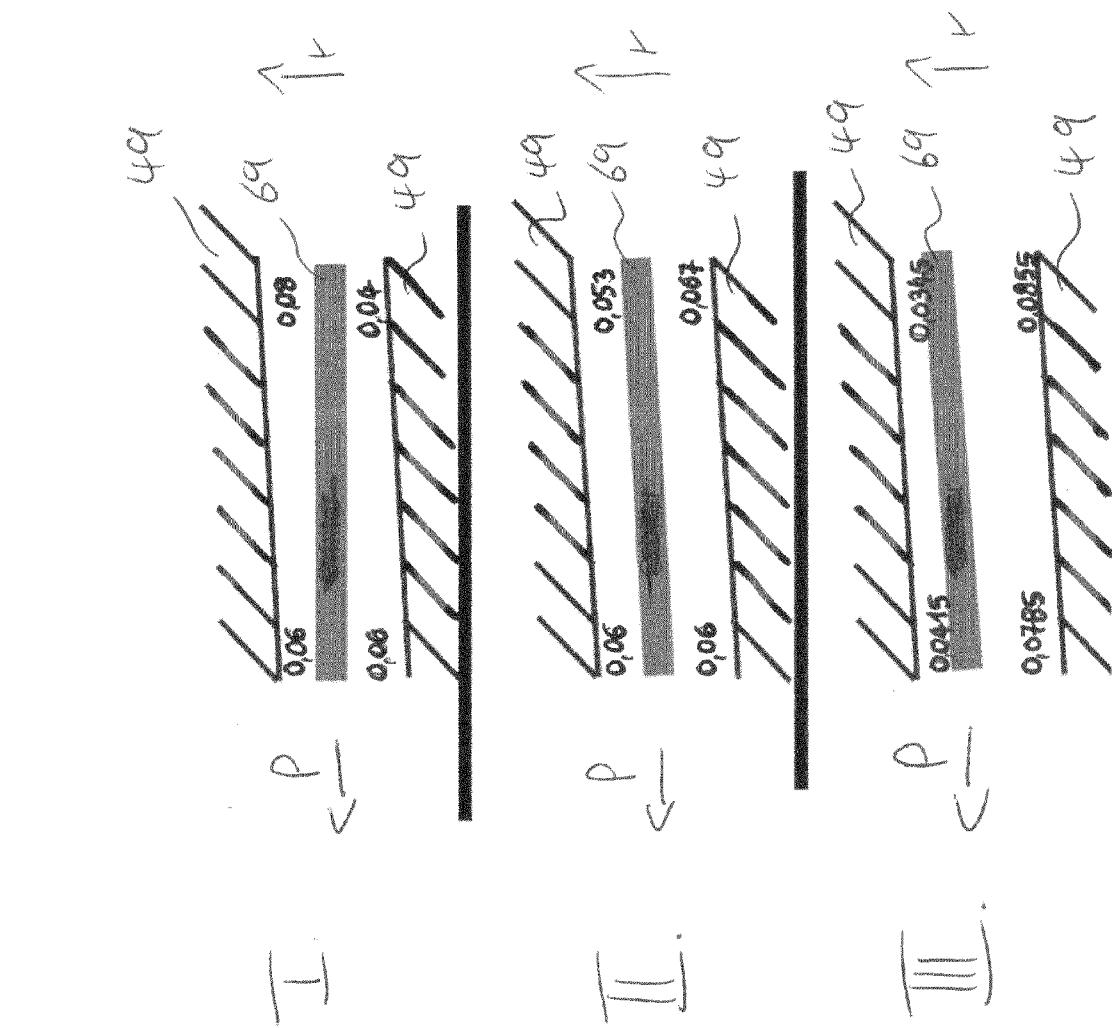


Fig. 9

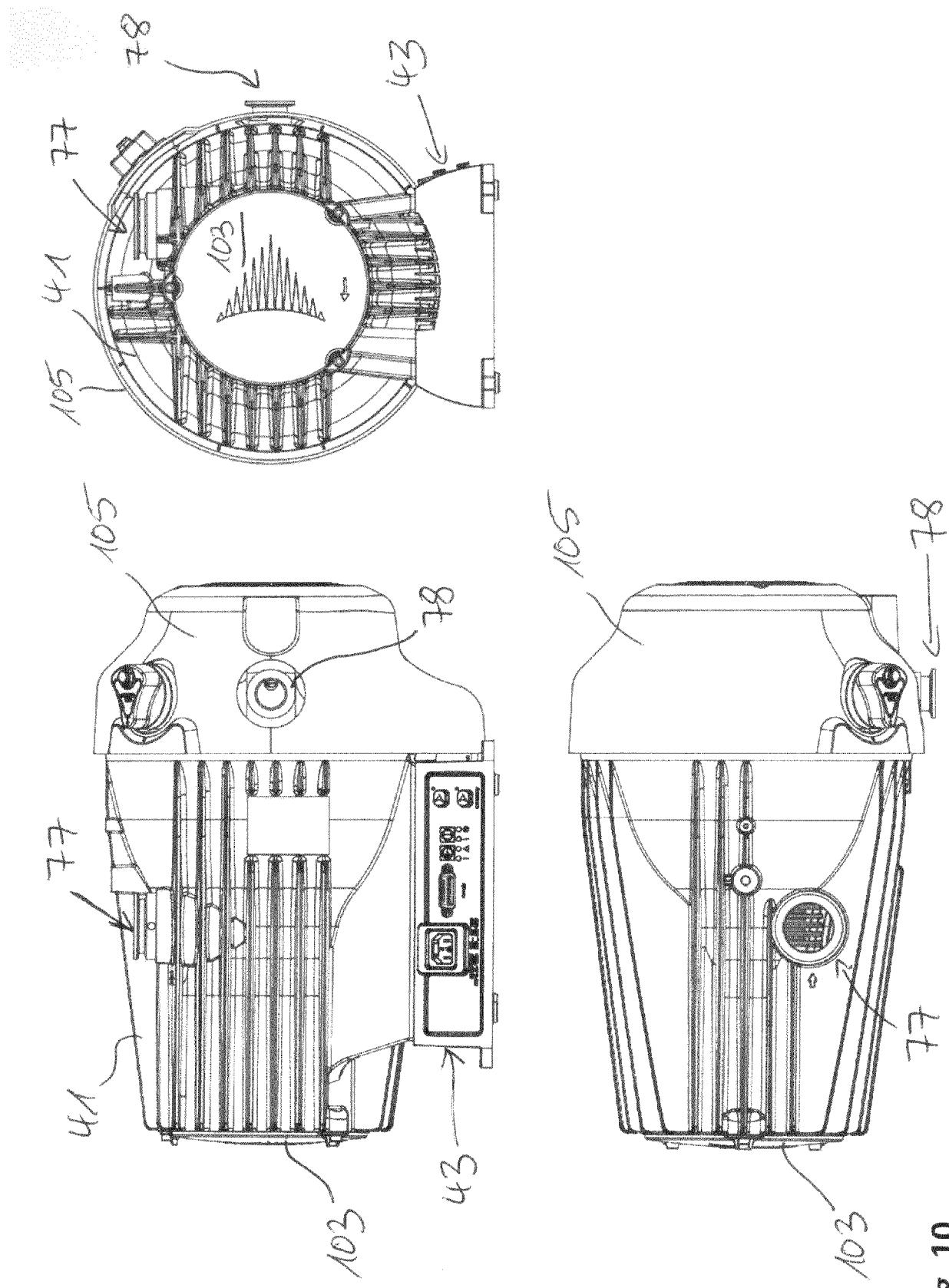


Fig. 10

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 3153708 A2 **[0003]**
- EP 3617511 A2 **[0003]**
- EP 3647599 A2 **[0003]**