

(19)



(11)

EP 3 499 040 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.06.2019 Patentblatt 2019/25

(51) Int Cl.:
F04C 25/02 (2006.01) **F04C 18/08** (2006.01)
F04C 18/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17207550.9**

(22) Anmeldetag: **15.12.2017**

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

(72) Erfinder:
• **Huber, Peter**
35510 Butzbach (DE)
• **Martin, Harald**
35578 Wetzlar (DE)

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

(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**
35614 Asslar (DE)

(54) **SCHRAUBENVAKUUMPUMPE**

(57) Rotationsverdrängervakuumpumpe, Werkzeug und Verfahren zum Herstellen einer Rotationsverdrängervakuumpumpe, insbesondere Schraubenvakuumpumpe, mit den Schritten: Bereitstellen eines Gehäuses; Bereitstellen von zwei pumpaktiv ausgebildeten Rotoren zur Anordnung in dem Gehäuse; Vorsehen von jeweils

einer Ausrichtfläche an den Rotoren derart, dass die Ausrichtflächen in einem ausgerichteten Zustand der Rotoren in einer vorbestimmten Orientierung relativ zu einander stehen; Ausrichten der Rotoren anhand der Ausrichtflächen mittels eines an die Ausrichtflächen in der vorbestimmten Orientierung angepassten Werkzeugs.

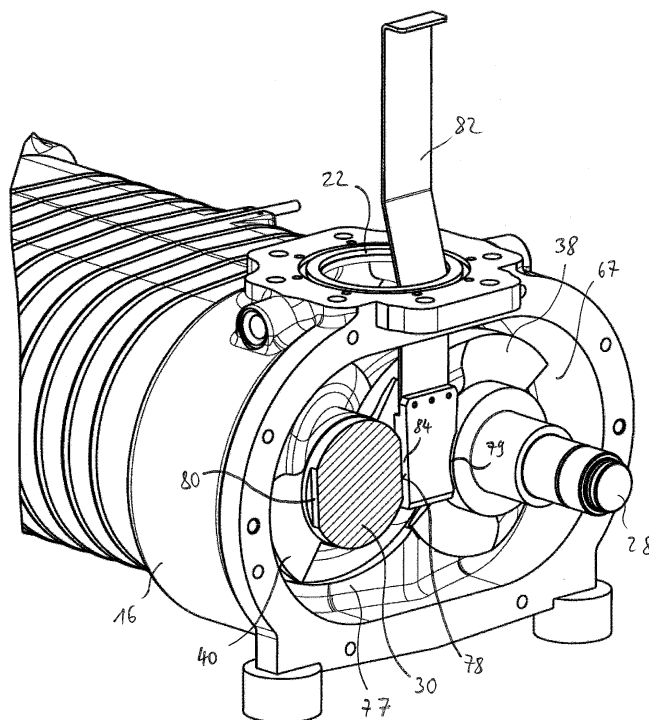


Fig. 7

EP 3 499 040 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Rotationsverdrängervakuumpumpe, insbesondere Schraubenvakuumpumpe, bei dem ein Gehäuse und zwei pumpaktiv ausgebildete Rotoren zur Anordnung in dem Gehäuse bereitgestellt werden.

[0002] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Ausrichten von Rotoren einer Rotationsverdrängervakuumpumpe, insbesondere Schraubenvakuumpumpe.

[0003] Ferner betrifft die Erfindung eine Rotationsverdrängervakuumpumpe, insbesondere Schraubenvakuumpumpe, mit einem Gehäuse und zwei pumpaktiv ausgebildeten Rotoren, die in dem Gehäuse angeordnet sind.

[0004] Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Werkzeug zum Ausrichten zweier Rotoren einer Rotationsverdrängervakuumpumpe.

[0005] Außerdem betrifft die Erfindung ein System umfassend eine Rotationsverdrängervakuumpumpe der vorstehend genannten Art und ein Werkzeug der vorstehend genannten Art.

[0006] Rotationsverdrängervakuumpumpen mit zwei Rotoren weisen üblicherweise komplexe Rotorgeometrien auf. Die Rotoren müssen gegenüber einander möglichst genau ausgerichtet werden, um einen sicheren, wirksamen und effizienten Betrieb zu gewährleisten.

[0007] Zwei Schraubenrotoren einer beispielhaften Schraubenvakuumpumpe bilden zwischeneinander und gegenüber dem Gehäuse enge Spalte aus, die zwar zur Vermeidung von Kollision bzw. Reibung unvermeidbar sind, jedoch möglichst klein zu halten sind. Derartige Spalte betragen üblicherweise wenige Zehntelmillimeter. Daraus resultieren hohe Anforderungen an Fertigungstoleranzen und Montagegenauigkeit. Die Rotoren werden dafür relativ zueinander ausgerichtet und beispielsweise durch Aufbringen von Zahnrädern eines Synchronisierungsgetriebes in der entsprechenden Relativorientierung festgelegt.

[0008] Die Ausrichtung kann beispielsweise dadurch erschwert werden, dass bei der Montage von Zahnrädern auf den Rotoren Drehmomente auftreten, die z.B. eine Torsion der Rotoren hervorrufen und/oder Spalte in ihrer Größe beeinflussen können.

[0009] Im Allgemeinen erfordert die Ausrichtung von zwei Rotoren, insbesondere sowohl bei einer Herstellung als auch bei einer Wartung oder Reparatur, einer Rotationsverdrängervakuumpumpe einen großen Aufwand. Bei einem beispielhaften Verfahren zum Ausrichtung von zwei Rotoren einer Rotationsverdrängervakuumpumpe des Standes der Technik werden die Rotoren ausgerichtet, indem zwischen Rotorprofilen vorhandene Spalte durch Fühlerlehren definiert werden, die Rotoren, z.B. gegenüber einem Gehäuse, festgelegt werden und anschließend Synchronisationszahnäder aufgebracht werden. Ein solches Verfahren erfordert also viele, insbesondere manuelle, Einzelschritte. Hierfür sind außerdem eine Vielzahl von speziellen Werkzeugen und besondere

manuelle Fertigkeiten nötig.

[0010] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, die Ausrichtung von zwei Rotoren einer Rotationsverdrängervakuumpumpe, insbesondere Schraubenvakuumpumpe, zu vereinfachen.

[0011] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst, und insbesondere durch die Schritte: Vorsehen von jeweils einer Ausrichtfläche an den Rotoren derart, dass die Ausrichtflächen in einem ausgerichteten Zustand der Rotoren in einer vorbestimmten Orientierung relativ zueinander stehen, Ausrichten der Rotoren anhand der Ausrichtflächen mittels eines an die Ausrichtflächen in der vorbestimmten Orientierung angepassten Werkzeugs.

[0012] Durch das Werkzeug werden also die Rotoren in besonders einfacher Weise ausgerichtet. Das erfindungsgemäße Verfahren benötigt prinzipiell keine Vielzahl von Werkzeugen, sondern lediglich eines. Auch dieses kann zwar ein Spezialwerkzeug sein, jedoch wird auch hierdurch schon die Ausrichtung vereinfacht. Auch sind grundsätzlich keine besonderen manuellen Fertigkeiten dafür nötig, das Werkzeug mit den Ausrichtflächen zusammenzubringen. Diejenige Person, welche die Ausrichtung durchführt, benötigt also beispielsweise keine besondere oder nur eine kürzere entsprechende Ausbildung bzw. Einlernung.

[0013] Grundsätzlich ist es vorteilhaft, die Ausrichtflächen derart anzuordnen und/oder auszubilden, dass sie eine Pumpwirkung der Rotationsverdrängervakuumpumpe nicht oder nur unwesentlich beeinflussen oder beeinträchtigen.

[0014] Wenigstens eine der Ausrichtflächen kann z.B. als Abflachung ausgebildet werden. Diese sind besonders einfach herstellbar. Ebenfalls einfach lässt sich wenigstens eine der Ausrichtflächen herstellen, wenn sie durch einen Schlitz gebildet wird. Beispielsweise kann die Ausrichtfläche mittels eines Fräasers ausgebildet werden, insbesondere indem dieser quer, insbesondere zumindest im Wesentlichen senkrecht zur Rotorachse bewegt wird.

[0015] Insoweit im Rahmen dieser Offenbarung Merkmale in Bezug auf wenigstens eine der Ausrichtflächen beschrieben werden, können diese Merkmale insbesondere für zwei, insbesondere beide, oder mehrere Ausrichtflächen vorgesehen sein.

[0016] Bei einer Weiterbildung werden die Ausrichtflächen in zumindest im Wesentlichen gleicher axialer Position an den Rotoren angeordnet. Hierdurch muss durch das Werkzeug kein Abstand längs der Rotoren ausgeglichen werden. Das Werkzeug kann also verhältnismäßig klein ausgebildet sein. Außerdem führt dies zu einer vorteilhaften Kraftverteilung im Werkzeug.

[0017] Beispielsweise kann wenigstens eine der Ausrichtflächen eben ausgebildet sein. Eine ebene Ausrichtfläche ist, beispielsweise durch einen Fräser, ebenfalls einfach zu fertigen und ist für eine Anlage des Werkzeugs und eine Kraftverteilung vorteilhaft.

[0018] Insbesondere kann wenigstens eine der Aus-

richtflächen senkrecht zu einer Rotorachse des entsprechenden Rotors verlaufen.

[0019] Gemäß einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass wenigstens eine der Ausrichtflächen an dem Rotor während eines Arbeitsschrittes vorgesehen wird, in dem ein Pumpprofil des Rotors ausgebildet wird. Hierdurch kann die Ausrichtfläche besonders präzise in Relation zu dem Pumpprofil angeordnet und ausgebildet werden. Insbesondere bleibt während dieses Arbeitsschrittes eine Einspannung des Rotors bestehen, und zwar insbesondere für ein Fräsen der Ausrichtfläche und ein Fräsen des Pumpprofils, insbesondere Schraubenprofils.

[0020] Bei noch einer Weiterbildung werden die Ausrichtflächen jeweils an einer Position am Rotor vorgesehen, die sich in einem montierten Zustand der Pumpe in einem Schöpfraum, insbesondere in einem Ausstoßraum, befindet. Der Begriff "Schöpfraum" bezieht sich auf das gesamte Prozessgasvolumen innerhalb des Gehäuses der Pumpe. Im Schöpfraum und insbesondere im Ausstoßraum ist verhältnismäßig viel Platz, sodass das Werkzeug hierdurch einfach und zuverlässig eingesetzt werden kann.

[0021] Insbesondere kann das Werkzeug zum Ausrichten der Rotoren durch einen Einlass oder einen Auslass der Pumpe in das Gehäuse eingeführt werden. Dies hat den Vorteil, dass die Rotoren bei der Ausrichtung, insbesondere vollständig, im Gehäuse angeordnet sein können. Beispielsweise kann vor der Ausrichtung und/oder vor Aufbringen von Drehmomentübertragungselementen und/oder Synchronisierungselementen auf die Rotoren eine Lagerung und/oder eine Dichtung montiert werden. Dabei sind Gehäuse, Lagerung und/oder Dichtung insbesondere für die Rotationsverdrängervakuumpumpe im fertigen Zustand vorgesehen und werden nach der Ausrichtung, insbesondere vor der Fertigstellung, nicht mehr demontiert. Außerdem lässt sich somit das Werkzeug besonders einfach durch Öffnungen, also Einlass und Auslass, einführen, die ohnehin bei einer Vakuumpumpe vorgesehen sind. Es muss also insbesondere kein zusätzlicher Zugang vorgesehen sein.

[0022] Mit Vorteil kann vorgesehen sein, dass die Ausrichtflächen jeweils im ausgerichteten Zustand der Rotoren in Bezug auf einen Rotorquerschnitt symmetrisch angeordnet sind.

[0023] An wenigstens einem Rotor kann gegenüber seiner Ausrichtfläche eine korrespondierende Form vorgesehen werden. Hierdurch wird eine entsprechende Unwucht im Rotor vermieden.

[0024] Bei einer Weiterbildung wird wenigstens eine der Ausrichtflächen in axialer Richtung auf einer Seite eines pumpaktiven Bereichs des Rotors vorgesehen, auf der auch ein Drehmomentübertragungselement, insbesondere Synchronisierungselement, insbesondere ein Zahnrad eines Synchronisierungsgetriebes, am Rotor vorgesehen, insbesondere befestigt, wird. Somit wird vermieden, dass bei Montage des Drehmomentübertragungselements auftretende Drehmomente über den pumpaktiven Bereich des Rotors, insbesondere sein

Pumpprofil, geleitet wird. Stattdessen wird das Drehmoment vom Werkzeug aufgenommen. Dies erlaubt für den Fall, dass Drehmomente bei der Montage zu erwarten sind, eine präzisere Ausrichtung. Beispielsweise kann wenigstens eine der Ausrichtflächen in axialer Richtung zwischen einem Zahnradsitz und einem pumpaktiven Bereich des Rotors vorgesehen werden.

[0025] Eine Weiterbildung zeichnet sich dadurch aus, dass das Werkzeug zur Anlage an die Ausrichtflächen der Rotoren im ausgerichteten Zustand jeweils eine Kooperationsfläche aufweist, wobei die Kooperationsflächen eine Keilform bilden. Hierdurch lässt sich das Werkzeug besonders präzise an die Ausrichtflächen anlegen. Beispielsweise bei parallelen Ausricht- und Kooperationsflächen muss ein gewisses Spiel zum Einführen des Werkzeugs vorgesehen werden. Dagegen lässt sich die Keilform praktisch spielfrei herstellen bzw. an die Ausrichtflächen anlegen. Es lässt sich also eine besonders genaue Ausrichtung der Rotoren gewährleisten.

[0026] Insbesondere kann die Keilform selbstthemend ausgebildet sein. In diesem Fall werden etwaige Drehmomente in den Rotoren automatisch vom Werkzeug aufgenommen und die Ausrichtung lässt sich noch präziser durchführen. Außerdem muss das Werkzeug hierdurch nicht gesondert in Position gehalten werden, wofür gegebenenfalls ein zusätzliches Haltewerkzeug nötig wäre.

[0027] Die Keilform kann beispielsweise einen Winkel zwischen 1° und 10°, insbesondere über 3° und/oder unter 8°, insbesondere etwa 6° aufweisen. Dabei sind die Begriffe "über" und "unter" inklusive der angegebenen Werte zu verstehen.

[0028] Insbesondere kann das Werkzeug zur Anlage an die Ausrichtflächen der Rotoren im ausgerichteten Zustand jeweils eine Kooperationsfläche aufweisen, wobei die Rotoren dadurch ausgerichtet werden, dass die Kooperationsflächen in Anlage mit den Ausrichtflächen gebracht werden.

[0029] Beispielsweise können die Rotoren durch das Werkzeug in eine ausgerichtete Position gedreht werden. Z.B. kann das Werkzeug zur Ausrichtung zwischen die Rotoren geführt werden, insbesondere in einer Richtung zumindest im Wesentlichen senkrecht zur Rotorachse. Dabei kann die nötige Kraft zur Drehung der Rotoren beispielsweise ausschließlich über Werkzeug eingeleitet werden. Alternativ kann z.B. an zugänglichen Rotorenden manuell die Drehung unterstützt werden.

[0030] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch ein Verfahren gemäß Anspruch 12 gelöst, und insbesondere dadurch, dass die Rotoren anhand von an den Rotoren vorgesehenen Ausrichtflächen mittels eines an die Ausrichtflächen angepassten Werkzeugs ausgerichtet werden.

[0031] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch eine Rotationsverdrängervakuumpumpe gemäß Anspruch 13 gelöst, und zwar insbesondere dadurch, dass die Rotoren jeweils eine Ausrichtfläche zum Ausrichten der Rotoren aufweisen.

[0032] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch ein Werkzeug gemäß Anspruch 14 gelöst, und insbesondere dadurch, dass das Werkzeug zwei Kooperationsflächen jeweils zur Anlage an eine Ausrichtfläche eines jeweiligen Rotors der Rotationsverdrängervakuumpumpe aufweist.

[0033] Das Werkzeug kann beispielsweise einen Ausrichtabschnitt und/oder einen Halteabschnitt aufweisen. Beide können z.B. als separate Teile ausgebildet sein und beispielsweise fest verbunden, beispielsweise verschraubt und/oder verschweißt sein. Der Ausrichtabschnitt, insbesondere dessen Kooperationsfläche, kann insbesondere durch spanende Bearbeitung ausgebildet sein, wodurch eine hohe Präzision erreicht werden kann. Der Halteabschnitt kann beispielsweise mit geringer Präzision hergestellt werden und beispielsweise als, insbesondere gebogenes, Blechteil ausgebildet sein.

[0034] Die Kooperationsflächen können insbesondere eine, beispielsweise symmetrische, Keilform bilden. Insbesondere können die Kooperationsflächen und Ausrichtflächen an den Rotoren eben und/oder im ausgerichteten Zustand zumindest im Wesentlichen spielfrei aneinander anlegbar ausgebildet sein.

[0035] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch ein System gemäß Anspruch 15 gelöst.

[0036] Die hierin beschriebenen Verfahren, Pumpen, Werkzeuge und Systeme lassen sich im Sinne von beliebigen Merkmalen der hierin beschriebenen Ausführungsformen bzw. Weiterbildungen von Verfahren, Pumpen, Werkzeugen und Systemen vorteilhaft weiterbilden.

[0037] Ein erfindungsgemäßes Werkzeug bzw. eine erfindungsgemäße Ausrichtung kann beispielsweise auch ein Verfahren zum Vermessen von Schraubenrotoren einer Schraubenvakuumpumpe vereinfachen. Bei einem beispielhaften solchen Vermessungsverfahren werden gepaarte Rotoren auf einem Rollenbock abgelegt und drehbar gelagert. Die Rotoren werden über das Werkzeug ausgerichtet. Synchronisierungszahnräder, insbesondere Dummy-Zahnräder, werden auf die Rotoren aufgebracht. Das Werkzeug wird entfernt. Die Rotoren werden gegeneinander abgewälzt, wobei mit Fühlerlehren ein Mindestspaltmaß entlang der Rotoren ermittelt wird. Ein maximales Spaltmaß muss z.B. nicht ermittelt werden, da es für einen Enddruck der Pumpe entscheidend ist und hierüber leicht bestimmbar ist und insbesondere ohnehin im Rahmen einer Endkontrolle bestimmt wird. Die Erfindung erleichtert also nicht nur die Herstellung einer Pumpe, sondern auch die Vermessung von Rotoren.

[0038] Ein beispielhaftes Verfahren zur Herstellung einer beispielhaften Schraubenvakuumpumpe mit zwei in einem Gehäuse angeordneten Rotoren wird im Folgenden beschrieben.

[0039] Die Rotoren werden zunächst in einen Schöpfraum der Pumpe bzw. in das Gehäuse eingesetzt. Vor einer Ausrichtung bzw. Synchronisation werden zwei Lagerschilde mit jeweiligen Lagern, einschließlich Fest- und Loslagern, und Dichtung montiert, sodass die Roto-

ren vollständig mittels der endgültigen Lageranordnung gelagert sind.

[0040] Je nach Anordnung von Ausrichtflächen wird ein Ausrichtwerkzeug durch einen Einlass- oder Auslassflansch in den Schöpfraum eingeführt. Der Einlassflansch ist in der Regel größer als der Auslassflansch. Daher sind die Ausrichtflächen insbesondere in einem Einlass- oder Ansaugbereich des Schöpfraumes vorgesehen, um einen besonders leichten Zugang zu gewährleisten. Die Anordnung von Komponenten auf den jeweiligen Rotoren wird vorteilhafterweise so gewählt, dass eine Torsion der Rotoren durch montagebedingte Drehmomente minimal ist, also z.B. derart, dass Zahnräder am gleichen Rotorende und in der Nähe der Ausrichtflächen bzw. der Werkzeugposition angeordnet sind.

[0041] Die Rotoren weisen z.B. Abflachungen als Ausrichtflächen zur Anlage des Werkzeugs auf. Um Unwuchten zu vermeiden, weist jeder Rotor ein symmetrisch angeordnetes Paar von Abflachungen auf, also eine zusätzliche Abflachung zum Ausgleich der als Ausrichtfläche dienenden Abflachung. Insbesondere bei einem zweigängigen Schraubenprofil kann dadurch eine besonders hohe Wuchtgüte, insbesondere bereits vor einem Wuchten der Rotoren erreicht werden.

[0042] Die Ausrichtflächen der Rotoren werden vor der Montage gemeinsam mit deren Schraubenprofil spanend gefertigt. Dabei kann eine jeweilige Ausrichtfläche als Bezug für die Fertigung des Profils dienen. Dies kann die Grundlage für eine besonders präzise Ausrichtung bilden. Die Ausrichtfläche kann beispielsweise auch als Bezug für eine Vermessung eines jeweiligen Rotors, z. B. durch eine 3D-Koordinatenmessmaschine, genutzt werden.

[0043] Zur Ausrichtung der Rotoren wird das Werkzeug zwischen die Rotoren geführt. Ein Ausrichtabschnitt des Werkzeugs ist z.B. keilförmig ausgebildet und verdreht die beiden Rotoren gegeneinander bis das Werkzeug beidseitig eben anliegt. Dies ermöglicht eine spielfreie Anlage des Werkzeugs, eine hohe Ausrichtgenauigkeit und verhältnismäßig große Fertigungstoleranzen für Werkzeug und Ausrichtflächen, insbesondere im Vergleich zu parallelen Ausrichtflächen bzw. Kooperationsflächen des Werkzeugs. Winkel und/oder Abstand der Flächen sind insbesondere so zu wählen, dass Drehmomente während der Montage aufgenommen werden können und nur eine verhältnismäßig geringe Einstecktiefe für das Werkzeug nötig ist. Beispielsweise kann ein selbsthemmender Winkel zwischen 1° und 10°, insbesondere zwischen 3° und 8°, insbesondere etwa 6° zwischen den Ausrichtflächen im ausgerichteten Zustand bzw. zwischen Kooperationsflächen des Werkzeugs zur Anlage mit Ausrichtflächen vorgesehen sein.

[0044] Das Werkzeug umfasst einen präzise gefertigten Ausrichtabschnitt und einen kostengünstig hergestellten Halteabschnitt, der mit dem Ausrichtabschnitt z. B. über Schrauben verbunden oder verschweißt ist.

[0045] Zahnräder eines Synchronisierungsgetriebes werden nach Montage der Rotoren im Gehäuse am Rotor

montiert, wobei eingeleitete Drehmomente über das Werkzeug aufgenommen werden. Durch die Zahnräder bzw. das Synchronisierungsgetriebe werden die Rotoren zueinander synchronisiert. Anschließend wird das Werkzeug entfernt.

[0046] Die Erfindung wird nachfolgend lediglich beispielhaft anhand der schematischen Zeichnung erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Schraubenvakuumpumpe in perspektivischer Ansicht.

Fig. 2 zeigt die Schraubenvakuumpumpe der Fig. 1 in einer Draufsicht.

Fig. 3 zeigt die Schraubenvakuumpumpe der Fig. 1 und 2 in einer Seitenansicht.

Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht der Schraubenvakuumpumpe entlang einer in Fig. 3 angedeuteten Schnittebene A-A.

Fig. 5 zeigt einen Tauchkühler der Schraubenvakuumpumpe der Fig. 1 bis 4.

Fig. 6 zeigt in einer perspektivischen Schnittdarstellung einen Ansaugbereich der Schraubenvakuumpumpe der Fig. 1 bis 4.

Fig. 7 zeigt den Ansaugbereich in einer weiteren Schnittdarstellung mit einem Werkzeug zur Ausrichtung von zwei Rotoren der Schraubenvakuumpumpe der Fig. 1 bis 4.

Fig. 8 zeigt die Schnittdarstellung der Fig. 7 in einer Vorderansicht.

Fig. 9 zeigt ein Werkzeug zum Ausrichten von Rotoren, wie es in den Fig. 7 und 8 bei einem Ausrichtvorgang gezeigt ist.

[0047] In den Fig. 1 bis 3 ist eine Schraubenvakuumpumpe 10 gezeigt, die einen Motor 12, einen Getriebekasten 14, ein Gehäuse 16, einen Lagerschild 18 sowie einen Deckel 20 aufweist. Die Schraubenvakuumpumpe 10 fördert ein Prozessgas von einem Einlass 22 zu einem nach unten gerichteten, in Fig. 3 sichtbaren Auslass 24.

[0048] Für den Motor 12 ist eine aktive Flüssigkeitskühlung vorgesehen, die aus einem Gehäuse des Motors 12 austritt. Für im Inneren des Gehäuses 16 angeordnete und in Fig. 4 sichtbare Schraubenrotoren 28 und 30 ist ebenfalls eine aktive Flüssigkeitskühlung vorgesehen, die zwei Kühlleitungen aufweist, welche in Fig. 1 nicht dargestellt sind, deren Verlauf aber durch entsprechende Nuten 32 des Gehäuses 16 angedeutet ist, in die die Kühlleitungen eingepresst werden. Des Weiteren sind aktive Flüssigkeitskühlungen im Getriebekasten 14 und im Deckel 20 vorgesehen und hier jeweils als Tauchküh-

ler 34 ausgebildet, die unten anhand von Fig. 5 näher erläutert werden.

[0049] Wie es in den Fig. 1 bis 4 ersichtlich ist, weist das Gehäuse 16 der Schraubenvakuumpumpe 10 eine Taillierung 36 auf. Die Taillierung 36 ist im Bereich des Auslasses 24 angeordnet.

[0050] In Fig. 4 ist die Schraubenvakuumpumpe 10 in einer Schnittansicht gezeigt, deren Schnittebene der Linie A-A in Fig. 3 entspricht. Es sind zwei Schraubenrotoren 28 und 30 sichtbar, die jeweils zweigängige, ineinandergreifende Schraubenprofile 38 und 40 aufweisen, die mit Hilfe eines Zykloidenprofil generiert sind und eine zylindrische Hüllkontur sowie eine zylindrische Grundform des Schraubengrundes aufweisen. Die Schraubenprofile 38 und 40 bilden in Zusammenarbeit mit dem Gehäuse 16 einen pumpaktiven Bereich der Schraubenvakuumpumpe 10 und fördern wiederholt abgeschlossene Fördervolumina des Prozessgases vom Einlass 22 zum Auslass 24, in Fig. 4 also von links nach rechts.

[0051] Die Pumpleistung der Schraubenvakuumpumpe 10 hängt von Größe und Gestalt verschiedener Spalte im pumpaktiven Bereich ab, die aufgrund der Relativbewegung von Rotoren 28, 30 und Gehäuse 16 zwar unvermeidbar sind, jedoch zwecks guter Pumpleistung klein und möglichst konstant zu halten sind. Temperaturänderungen in den beteiligten Bauteilen führen zu deren Formänderung. Die hierin beschriebenen Maßnahmen zur Vermeidung, Abführung und im Allgemeinen Beherrschung von Wärme in der Pumpe 10 bewirken somit eine möglichst geringe Formänderung und in der Folge möglichst beherrschbare Spalte. Die Spalte können also präziser ausgelegt werden, was die Pumpleistung bzw. ihre Effizienz verbessert.

[0052] Der Schraubenrotor 28 wird direkt, also ohne zwischengeschaltete Kupplung, von dem Motor 12 angetrieben. Der Schraubenrotor 30 wird dagegen über ein Synchronisierungsgetriebe 42 mit Zahnrädern 43 in einem definierten Winkelverhältnis zum Schraubenrotor 28 angetrieben.

[0053] Der Motor 12 umfasst ein Gehäuse 44, welches zum Beispiel aus Aluminium hergestellt ist und in welchem Kühlleitungen 26 für die aktive Flüssigkeitskühlung ausgebildet sind. Der Motor 12 umfasst außerdem einen gewickelten Stator 46, der zusammen mit einem auf einem Wellenende des Schraubenrotors 28 angebrachten Magnetträger 48 einen elektrischen Motor und einen Direktantrieb für den Schraubenrotor 28 bildet. Der Schraubenrotor 28 bildet einen Läufer des Motors 12. Der Magnetträger 48 umfasst eine Mehrzahl an Permanentmagneten. Der Motor 12 bildet also eine Permanentmagnetsynchronmaschine mit innenliegenden Magneten, welche auch als IPMSM bezeichnet wird.

[0054] Der Stator 46 ist in einem Vergusskörper 50 angeordnet, welcher nicht näher dargestellte elektrische Leiter beim Stator 46 isoliert und diese isoliert zu einer Platine 52 führt. Der Vergusskörper 50 bildet hier in Verbindung mit der Platine 52 einen vakuumdichten Anschluss des Motors 12 an eine in einem Bereich atmos-

phärischen Drucks vorgesehene Steuerungselektronik. Es kann z.B. ein externer Frequenzumrichter für den Motor 12 vorgesehen sein. Alternativ oder zusätzlich kann auf der Platine 52 zumindest ein Teil einer Steuerungselektronik für den Motor 12 vorgesehen sein.

[0055] In dem Getriebekasten 14 ist das Synchronisierungsgetriebe 42 angeordnet. Im Getriebekasten 14 ist außerdem Öl als Schmiermittel vorgesehen, welches durch Spritzscheiben 54 über das Synchronisierungsgetriebe 42 und benachbarte Lager 56 verteilt wird.

[0056] Die Taillierung 36 bildet eine Abschirmung bzw. eine Wärmebarriere, und zwar insbesondere für Wärme, die im Bereich der Schraubenrotoren 28, 30 während des Pumpbetriebs produziert wird. Dadurch, dass ein geringer Materialquerschnitt verbleibt, und dadurch, dass durch die Formänderung ein Wärmepfad verlängert ist, wird die Wärme vom Schraubenrotor, die sich ansonsten im Gehäuse 16 ausbreitet, daran gehindert, in jenseitige Bereiche zu gelangen. So werden insbesondere das Öl im Getriebekasten 14 und die Lager 56 vor zu hohen Temperaturen geschützt. Der im Getriebekasten 14 angeordnete Tauchkühler 34 trägt ebenfalls zur Temperaturreduzierung bei. Dieser ist in einem nicht dargestellten Ölbad des Getriebekastens 14 angeordnet und kühlt somit das Öl direkt.

[0057] Für einen jeweiligen Schraubenrotor 28 bzw. 30 ist benachbart zu den Lagern 56, die hier eine Festlagerung bilden, eine als Deflektor 58 ausgebildete Schmiermittel-Abführeinrichtung vorgesehen. Ein jeweiliger Deflektor 58 bildet eine Barriere für das Öl im Getriebekasten, damit es nicht in einen pumpaktiven Bereich oder einen Vakuumbereich, hier insbesondere einen Auslassbereich, gelangt. Der Deflektor 58 umfasst eine nicht näher veranschaulichte Abschleuderkante für das Öl. Gegenüber der Abschleuderkante ist im Gehäuse 16 eine Ablaufnut ausgebildet, die abgeschleudertes Öl aufnimmt und dieses zurück in den Getriebekasten 14 bzw. in ein dortiges Ölbad leitet. Das Öl, welches durch die Spritzscheiben 54 auf Getriebe 42 und Lager 56 gefördert bzw. verteilt wird, wird somit durch die Deflektoren 58 wieder von den Rotoren 28 bzw. 30 abgeführt.

[0058] Als dynamische Fluidichtung sind Kolbenringe auf einem Kolbenringträger 60 vorgesehen. Diese bilden eine berührungslose Dichtung und vermeiden somit Reibungswärme. Die Deflektoren 58 führen möglichst viel Öl zum Getriebekasten 14 zurück, sodass bereits möglichst wenig Öl an den Kolbenringen ansteht. So wird eine insgesamt zuverlässige Dichtwirkung bei besonders geringer Wärmeproduktion erreicht.

[0059] Die Schraubenrotoren 28 und 30 weisen in ihrem jeweiligen Schraubenprofil 38 bzw. 40 drei Abschnitte unterschiedlicher Steigung auf. Ein in Pumprichtung erster Abschnitt 62, in Fig. 4 links, bildet einen Ansaugabschnitt und weist eine konstante und die größte Steigung unter den drei Abschnitten auf. Der erste Abschnitt 62 ist in Bezug auf eine Schraubenachse 63, die entlang eines jeweiligen Rotors 28 bzw. 30 verläuft, länger als ein abgeschlossenes Fördervolumen im ersten Abschnitt.

Ein zweiter Abschnitt 64 weist mehrere Unterabschnitte, die nicht näher referenziert sind, mit verschiedenen aber jeweils konstanten Steigungen im Schraubenprofil 38 bzw. 40 auf, wobei die Steigungen niedriger sind, als im ersten Abschnitt. Der zweite Abschnitt 64 bildet hier den längsten Abschnitt. Ein dritter Abschnitt 66 mit noch niedrigerer Steigung bildet einen Ausstoßabschnitt. Im dritten Abschnitt liegt wiederum eine konstante Steigung vor. Durch die entlang der Pumprichtung verminderte Steigung wird eine innere Verdichtung bewirkt, die das Prozessgas schon vor dem Ausstoßen verdichtet.

[0060] Die Rotoren 28, 30 bzw. die Schraubenprofile 38, 40 lassen sich durch das Vorsehen der konstanten Abschnitte besonders einfach auslegen und fertigen. Wie es anhand von Fig. 4 ersichtlich ist, führt ein verlängerter erster Abschnitt 62 zu entsprechend verlängerten Spalten zwischen den Schraubenprofilen 28, 30 und dem Gehäuse 16, sodass der Weg bzw. die Spalte von der inneren Verdichtung am Übergang der Abschnitte 62 und 64 hin zu einem Schöpfraum oder Ansaugbereich 67 länger ist. Entsprechend erhöht ist also die Dichtwirkung der Spalte, was insbesondere bei hohen Differenzdrücken zu einer verbesserten Abdichtung der inneren Verdichtung gegenüber dem Ansaugbereich 67 führt.

[0061] Die Schraubenvakuumpumpe 10 weist also eine innere Verdichtung auf. Die Schraubenrotoren 28, 30 der Pumpe 10 schließen in Zusammenarbeit mit dem Gehäuse 16 wiederholt abgeschlossene Fördervolumina ein. Deren Größe ist an einem einlassseitigen Ende bzw. im Abschnitt 62 größer als an einem auslassseitigen Ende bzw. im Abschnitt 62. Die Größe eines Fördervolumens wird durch einen Querschnitt eines Schraubenprofils 38, 40 und dessen Steigung bestimmt.

[0062] Die Größe eines Fördervolumens auf der Einlassseite bzw. im Abschnitt 62 bestimmt ein theoretisches Saugvermögen der Schraubenvpumpe 10. Die Steigung des Schraubenprofils 38, 40 ist einlassseitig über Abschnitt 62 konstant, damit das Fördervolumen erst nach Abschluss durch die innere Verdichtung komprimiert wird. Schließt ein jeweiliger Rotor 28, 30 ein jeweiliges Fördervolumen zu früh oder zu spät bzw. beginnt die innere Verdichtung zu früh, sinkt das theoretische Saugvermögen der Pumpe.

[0063] Die Größe eines jeweiligen Fördervolumens auf der Auslassseite bzw. im Abschnitt 66 bestimmt die Leistungsaufnahme der Pumpe im Betrieb bei einem erreichbaren Enddruck. Das Verhältnis der Größen des Fördervolumens an Einlassseite und Auslassseite bzw. in den Abschnitten 62 und 66 entspricht dem Verhältnis der inneren Verdichtung der Pumpe.

[0064] In Abschnitt 66 ist die Steigung über mehrere Umdrehungen des Schraubenprofils 38, 40 konstant. Die Steigung entspricht dabei in etwa dem Minimum der durch ein bestimmtes Bearbeitungswerkzeug erreichbaren Steigung und ist somit, insbesondere unter Kostenabwägung, fertigungstechnisch bedingt. Dadurch, dass mehrere Umdrehungen, also mehrere abgeschlossene Fördervolumina, im Abschnitt 66 vorgesehen sind, wird

eine Rückströmung infolge einer Druckdifferenz zwischen den Spalten ausgeglichen. Insgesamt bestimmen insbesondere der gesamte Steigungsverlauf entlang der Rotoren 28, 30 und die Größe der sich zwischen den Rotoren 28, 30 und zwischen Rotoren 28, 30 und dem Gehäuse 16 ausbildenden Spalte die vakuumtechnischen Leistungsdaten der Pumpe, also insbesondere das Saugvermögen und einen erreichbaren Enddruck.

[0065] Die Schraubenprofile 38, 40 weisen durch ihre zweigängige Ausgestaltung eine besonders geringe Unwucht auf. Es sind also beispielsweise keine Ausgleichselemente, wie z.B. Ausgleichsmassen, die zusätzlichen Bauraum erfordern, und/oder Ausgleichsbohrungen, in denen sich Material ablagern kann, notwendig. Die Pumpe kann mit den zweigängigen Zykloidschraubenprofilen 38, 40 in einem weiten Drehzahlbereich, insbesondere mit Drehzahlregelung, und/oder beispielsweise in einer Stand-By-Betriebsart betrieben werden.

[0066] Die Verdichtung des Prozessgases im Allgemeinen erzeugt Wärme, die bei der Schraubenpumpe 10 vornehmlich durch eine Flüssigkeitskühlung abgeführt wird. In Fig. 4 sind die hierfür vorgesehenen Nuten 32 sichtbar. Kühlleitungen der Flüssigkeitskühlung erstrecken sich hier und vorzugsweise in Längsrichtung über einen weiten Bereich der Schraubenprofile, insbesondere über wenigstens die Hälfte der Länge der Schraubenprofile. Insbesondere ist die Flüssigkeitskühlung im Bereich oder in der Nähe einer inneren Verdichtung angeordnet.

[0067] An einem einlassseitigen Ende des Gehäuses 16 ist der Lagerschild 18 befestigt. Dieser trägt unter anderem eine weitere Lagerung mit Lagern 68, die eine Loslagerung bilden. Im Gegensatz zu einem gegenüberliegenden, an einem auslassseitigen Gehäuseende angeordneten Lagerschild 70, der integral mit dem Gehäuse 16 ausgebildet ist aber auch separat ausgebildet sein kann, ist der Lagerschild 68 als separates Bauteil ausgebildet, kann jedoch auch integral ausgebildet sein.

[0068] Einlassseitig sind ebenfalls Spritzscheiben 54, Deflektoren 58 und ein Kolbenringträger 60 mit mehreren Kolbenringen vorgesehen, die entsprechend der auslassseitigen Anordnung arbeiten. Einlassseitig ist ein weiteres, separat ausgeführtes Ölbad im Deckel 20 vorgesehen. Auch für dieses Ölbad ist ein Tauchkühler 34 vorgesehen. Alternativ oder zusätzlich kann auch beispielsweise eine Kühlleitung in einer Wand des Lagerschildes 14 und/oder des Deckels 20 vorgesehen, insbesondere vergossen sein

[0069] Am Anfang eines Abpumpvorganges durch die Pumpe 10 herrscht gewöhnlich am Einlass 22 im Wesentlichen der gleiche Druck wie am Auslass. Während des Abpumpens sinkt dagegen der Druck am Einlass 22 bis hin zu einem Enddruck, der hinsichtlich resultierender Kräfte im Wesentlichen Null ist. Somit übt der Druck am Auslass 24 eine Kraft auf die Rotoren 28, 30 aus, die anders ist als am Anfang des Abpumpvorgangs. Um diese Kraft auszugleichen kann z.B. eine Vorspanneinrichtung, insbesondere eine Feder, vorgesehen sein, die ins-

besondere bei einem Loslager des Rotors und/oder einlassseitig vorgesehen ist. Die Vorspanneinrichtung kann beispielsweise auch durch schräg verzahnte Zahnräder auf die Rotoren wirkende Kräfte aufnehmen und/oder generell eine auslegungsgerechte Vorspannung der Lager unabhängig vom Betriebszustand bei sich verändernden Drücken bzw. Druckverhältnissen gewährleisten.

[0070] In Fig. 5 ist ein Tauchkühler 34 dargestellt, wie er im Getriebekasten 14 bzw. im Deckel 20 der Schraubenvakuumpumpe 10 angeordnet ist. In dieser Ausführungsform sind die Tauchkühler 34 also identisch ausgebildet, was zu einer geringen Teilevielfalt und geringen Herstellungskosten führt.

[0071] Der Tauchkühler 34 weist eine Kühlleitung 72 auf, die durch einen Kühlkörper 74 verläuft. Der Kühlkörper weist eine Strukturierung zur Erhöhung der Oberfläche des Kühlkörpers auf, um die Wärmeübertragung zu optimieren. Der Tauchkühler 34 weist außerdem einen Flansch 76 auf, mit dem der Tauchkühler 34 befestigt wird.

[0072] In Fig. 6 ist der Ansaugbereich 67 der Schraubenvakuumpumpe 10 in einer perspektivischen Schnittansicht veranschaulicht. Im Ansaugbereich 67 sind jeweilige ansaugseitige Enden der Schraubenprofile 38 und 40 angeordnet, die infolge ihrer Rotation und in Zusammenwirken mit einer Kante einer Abschlussfläche 77 wiederholt Fördervolumina abschließen und entlang der Rotorachsen zum Auslass 24 fördern.

[0073] Die Schraubenrotoren 28 und 30 weisen jeweils eine Ausrichtfläche 78 auf, von denen in Fig. 6 nur diejenige des Rotors 28 sichtbar ist. Außerdem weisen beide Rotoren 28 und 30 eine der Ausrichtfläche 78 jeweils gegenüberliegende korrespondierende Form bzw. eine Ausgleichsfläche 80 auf. Von den Ausgleichsflächen 80 ist in Fig. 6 wiederum nur diejenige des Rotors 30 sichtbar. Die Ausgleichsfläche 80 vermeidet eine Umwucht durch die entsprechende Ausrichtfläche 78.

[0074] Die Ausrichtfläche 78 ist hier jeweils als eine Abflachung ausgebildet, die durch einen gefrästen Schlitz im Rotor gebildet ist. Der Schlitz verläuft senkrecht zur Rotorachse. Die Ausrichtfläche 78 ist von Wänden 79 flankiert. Zweckmäßigerweise ist hier die Ausgleichsfläche 80 entsprechend ausgebildet.

[0075] In Fig. 7 ist ein Ausrichtvorgang für die Schraubenrotoren 28, 30 mittels eines Werkzeugs 82 gezeigt. Das Werkzeug 82 bzw. die Rotoren 28, 30 sind dabei in einer ausgerichteten Stellung bzw. einem ausgerichteten Zustand gezeigt. Kooperationsflächen 84 des Werkzeugs 82, von denen in Fig. 7 aufgrund der Perspektive nur diejenige sichtbar ist, die dem Rotor 30 zugewandt ist, befinden sich in Anlage mit den Ausrichtflächen 78.

[0076] Die Position des Werkzeugs 82 hinsichtlich einer Richtung senkrecht zu den Rotoren 28, 30, hier in Richtung oben-unten bzw. in Längsrichtung des Werkzeugs, bestimmt im Wesentlichen die Ausrichtung der Rotoren 28, 30. Um eine Bewegung des Werkzeugs 82 im Wesentlichen nur in dieser Richtung zu ermöglichen, bilden die Wände 79 eine Führung für das Werkzeug 82.

[0077] Das Werkzeug 82 ist zur Ausrichtung der Rotoren 28, 30 durch den Einlass 22 in den Schöpfraum, hier in den. Ansaugbereich 67 der Schraubenvakuumpumpe 10 eingeführt. Im Schöpfraum sind auch die Ausrichtflächen 78 angeordnet. Das Werkzeug 82 lässt sich also sehr einfach zur Ausrichtung der Rotoren 28, 30 einführen. Insbesondere sind die Rotoren 28, 30 zum Zeitpunkt der Ausrichtung bereits vollständig gelagert und abgedichtet und müssen nicht aufwendig vorher separat ausgerichtet werden.

[0078] Anhand der Seitenansicht der Fig. 8 wird das Zusammenwirken von Werkzeug 82 und Rotoren 28, 30 weiter veranschaulicht. Wie es in Fig. 8 ersichtlich ist, sind die Kooperationsflächen 84 eben und keilförmig in Bezug zueinander ausgebildet. In der gezeigten, ausgerichteten Stellung liegen die Kooperationsflächen 84 spielfrei an den Ausrichtflächen 78 an. In dieser Stellung sind entsprechend auch die Ausrichtflächen 78 V-förmig und symmetrisch ausgerichtet.

[0079] Um die Rotoren 28, 30 in die ausgerichtete Stellung zu bringen, bedarf es lediglich der Einführung des Werkzeugs 82 von oben mit einer gewissen Kraft. Durch das Werkzeug 82 werden die Rotoren 28, 30 dabei in die ausgerichtete Stellung verdreht.

[0080] Die Kooperationsflächen 84 sind derart zueinander ausgerichtet, dass das Werkzeug 82 selbsthemmend ausgebildet ist. Ein in einem Schraubenrotor 28, 30 auftretendes Drehmoment führt daher nicht zu einer Verschiebung des Werkzeugs 82 und zu einer Abweichung von der ausgerichteten Stellung. Stattdessen werden Drehmomente in den Rotoren 28, 30 automatisch durch das Werkzeug 82 aufgenommen.

[0081] Das Werkzeug 82 ist in Fig. 9 einzeln gezeigt. Es ist zweiteilig ausgebildet und umfasst einen Ausrichtabschnitt 86 und einen Halteabschnitt 88. Der Ausrichtabschnitt 86 ist präzise mittels eines Fräsverfahrens hergestellt. Der Halteabschnitt 88 ist als gebogenes Blechteil ausgebildet und lässt sich somit sehr kostengünstig herstellen. Der Ausrichtabschnitt 86 ist mit dem Halteabschnitt 88 verschraubt. Es ist ersichtlich, dass das Werkzeug 82 relativ klein und flach ist. Es ist sehr handlich und insgesamt relativ kostengünstig herstellbar.

Bezugszeichenliste

[0082]

10	Schraubenvakuumpumpe
12	Motor
14	Getriebekasten
16	Gehäuse
18	Lagerschild
20	Deckel
22	Einlass
24	Auslass
26	Kühlleitung
28	Schraubenrotor
30	Schraubenrotor

32	Nut
34	Tauchkühler
36	Taillierung
38	Schraubenprofil
5 40	Schraubenprofil
42	Synchronisierungsgetriebe
43	Zahnrad
44	Gehäuse
46	Stator
10 48	Magnetträger
50	Vergusskörper
52	Platine
54	Spritzscheibe
56	Lager
15 58	Deflektor
60	Kolbenringträger
62	erster Abschnitt
63	Schraubenachse
64	zweiter Abschnitt
20 66	dritter Abschnitt
67	Ansaugbereich
68	Lager
70	Lagerschild
72	Kühlleitung
25 74	Kühlkörper
76	Flansch
77	Abschlussfläche
78	Ausrichtfläche
79	Wand
30 80	Ausgleichsfläche
82	Werkzeug
84	Kooperationsfläche
86	Ausrichtabschnitt
88	Halteabschnitt
35	

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Rotationsverdrängervakuumpumpe, insbesondere Schraubenvakuumpumpe (10), mit den Schritten:

45 Bereitstellen eines Gehäuses (16),
Bereitstellen von zwei pumpaktiv ausgebildeten Rotoren (28, 30) zur Anordnung in dem Gehäuse (16),
Vorsehen von jeweils einer Ausrichtfläche (78) an den Rotoren (28, 30) derart, dass die Ausrichtflächen (78) in einem ausgerichteten Zustand der Rotoren (28, 30) in einer vorbestimmten Orientierung relativ zueinander stehen, Ausrichten der Rotoren (28, 30) anhand der Ausrichtflächen (78) mittels eines an die Ausrichtflächen (78) in der vorbestimmten Orientierung angepassten Werkzeugs (82).

2. Verfahren nach Anspruch 1,

- dadurch gekennzeichnet, dass**
wenigstens eine der Ausrichtflächen (78) als Abflachung ausgebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ausrichtflächen (78) in zumindest im Wesentlichen gleicher axialer Position an den Rotoren (28, 30) angeordnet werden.
4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
wenigstens eine der Ausrichtflächen (78) an dem Rotor (28, 30) während eines Arbeitsschrittes vorgesehen wird, in dem ein Pumpprofil (38, 40) des Rotors (28, 30) ausgebildet wird.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ausrichtflächen (78) jeweils an einer Position am Rotor (28, 30) vorgesehen werden, die sich in einem montierten Zustand der Pumpe (10) in einem Schöpfraum (67), insbesondere in einem Ausstoßraum, befindet.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Werkzeug (82) zum Ausrichten der Rotoren (28, 30) durch einen Einlass (22) oder einen Auslass der Pumpe in das Gehäuse eingeführt wird.
7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ausrichtflächen (78) jeweils im ausgerichteten Zustand der Rotoren (28, 30) in Bezug auf einen Rotorquerschnitt symmetrisch angeordnet sind.
8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
wenigstens eine der Ausrichtflächen (78) in axialer Richtung auf einer Seite eines pumpaktiven Bereichs des Rotors (28, 30) vorgesehen wird, auf der auch ein Drehmomentübertragungselement (43) am Rotor (28, 30) vorgesehen wird.
9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Werkzeug (82) zur Anlage an die Ausrichtflächen (78) der Rotoren (28, 30) im ausgerichteten Zustand jeweils eine Kooperationsfläche (84) aufweist, wobei die Kooperationsflächen (84) eine Keilform bilden
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Keilform selbsthemmend ausgebildet ist.
11. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Werkzeug (82) zur Anlage an die Ausrichtflächen (78) der Rotoren (28, 30) im ausgerichteten Zustand jeweils eine Kooperationsfläche (84) aufweist, wobei die Rotoren (28, 30) dadurch ausgerichtet werden, dass die Kooperationsflächen (84) in Anlage mit den Ausrichtflächen (78) gebracht werden.
12. Verfahren zum Ausrichten von Rotoren (28, 30) einer Rotationsverdrängervakuumpumpe, insbesondere Schraubenvakuumpumpe (10), wobei die Rotoren (28, 30) anhand von an den Rotoren (28, 30) vorgesehenen Ausrichtflächen (78) mittels eines an die Ausrichtflächen (78) angepassten Werkzeugs (82) ausgerichtet werden.
13. Rotationsverdrängervakuumpumpe, insbesondere Schraubenvakuumpumpe (10), insbesondere hergestellt durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit
einem Gehäuse (16) und zwei pumpaktiv ausgebildeten Rotoren (28, 30), die in dem Gehäuse (16) angeordnet sind,
wobei die Rotoren (28, 30) jeweils eine Ausrichtfläche (78) zum Ausrichten der Rotoren (28, 30) aufweisen.
14. Werkzeug (82) zum Ausrichten von Rotoren (28, 30) einer Rotationsverdrängervakuumpumpe (10), wobei das Werkzeug (82) zwei Kooperationsflächen (84) jeweils zur Anlage an eine Ausrichtfläche (78) eines jeweiligen Rotors (28, 30) der Rotationsverdrängervakuumpumpe (10) aufweist.
15. System umfassend eine Rotationsverdrängervakuumpumpe gemäß Anspruch 13 und ein Werkzeug gemäß Anspruch 14.

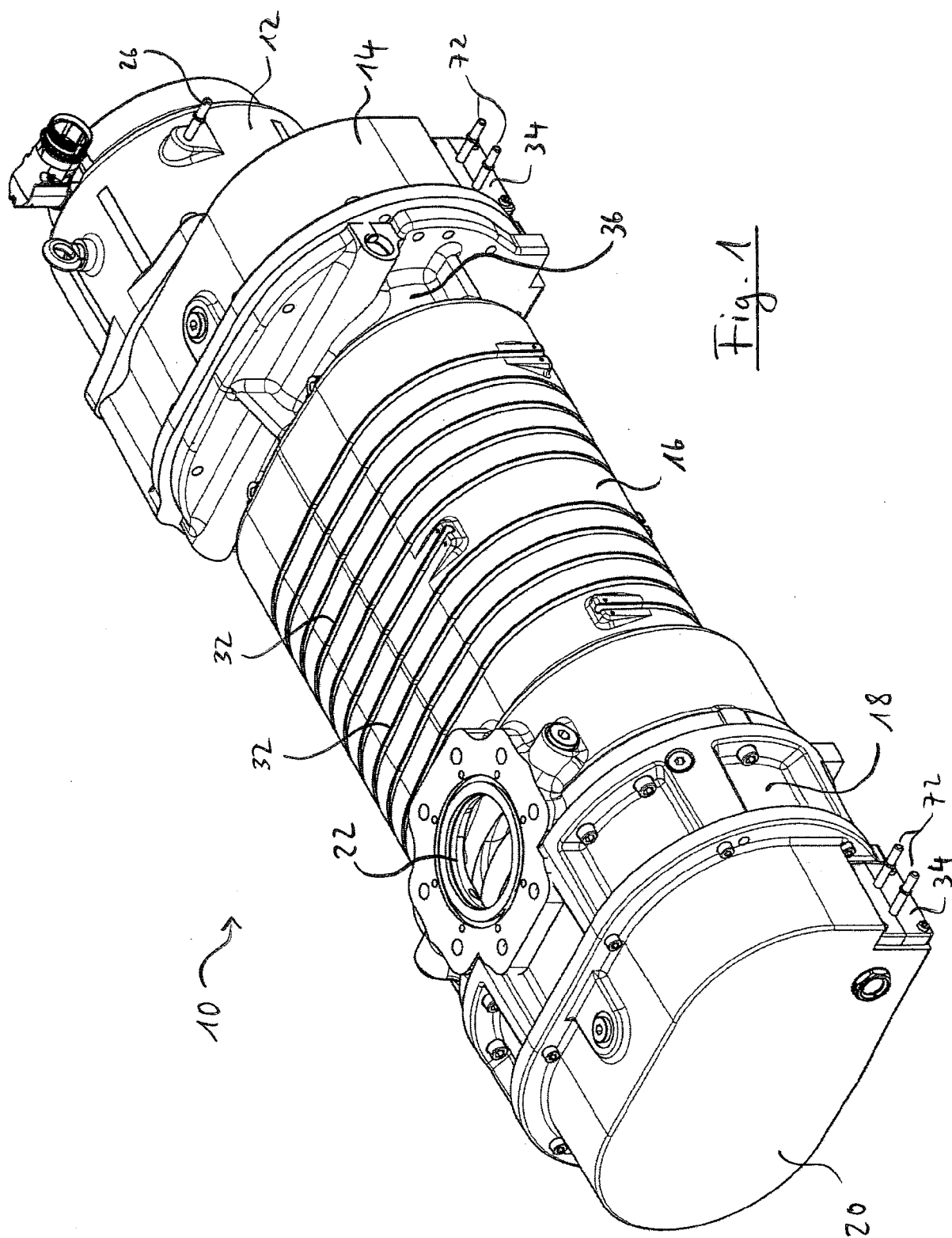
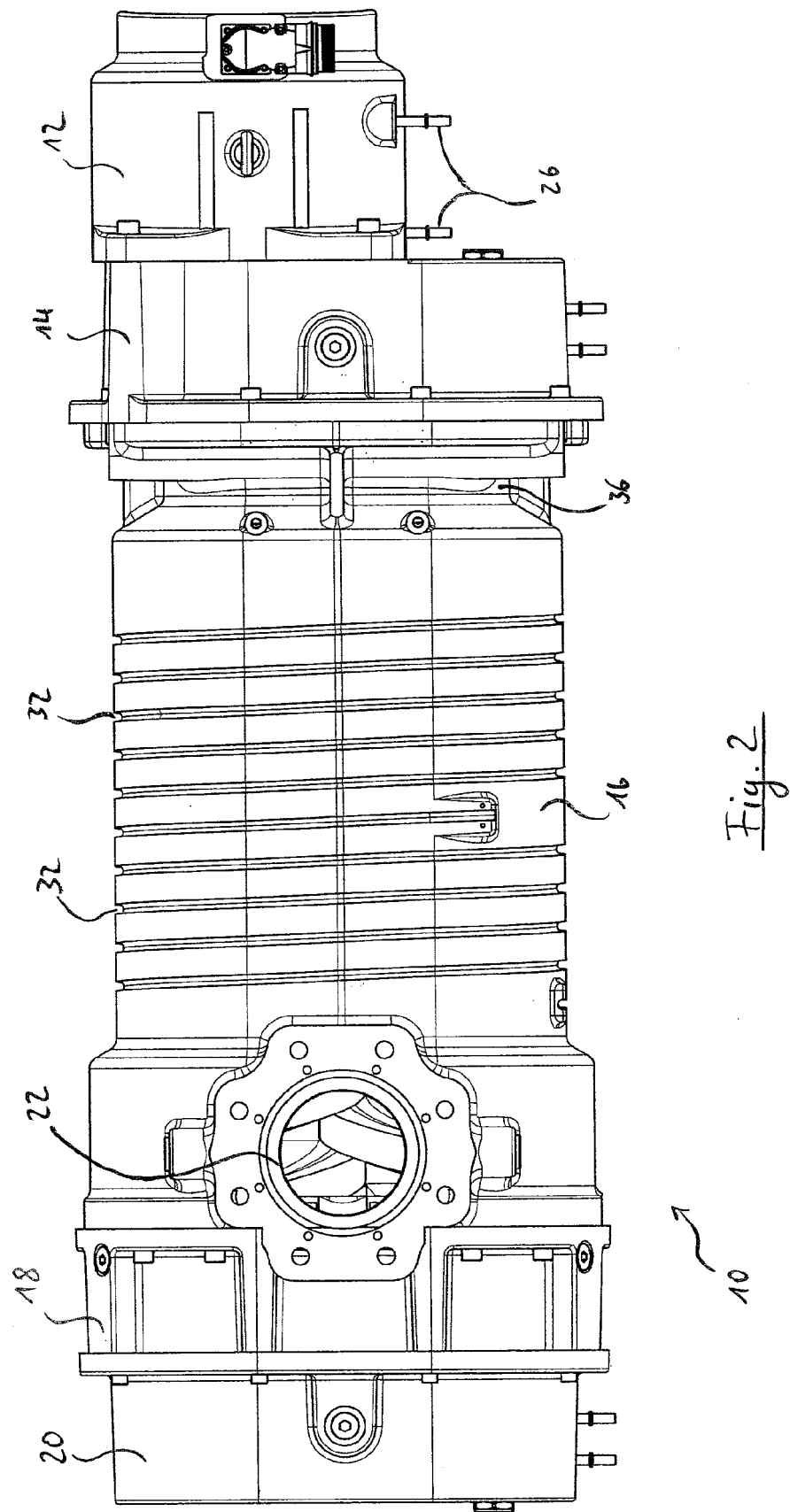


Fig. 1



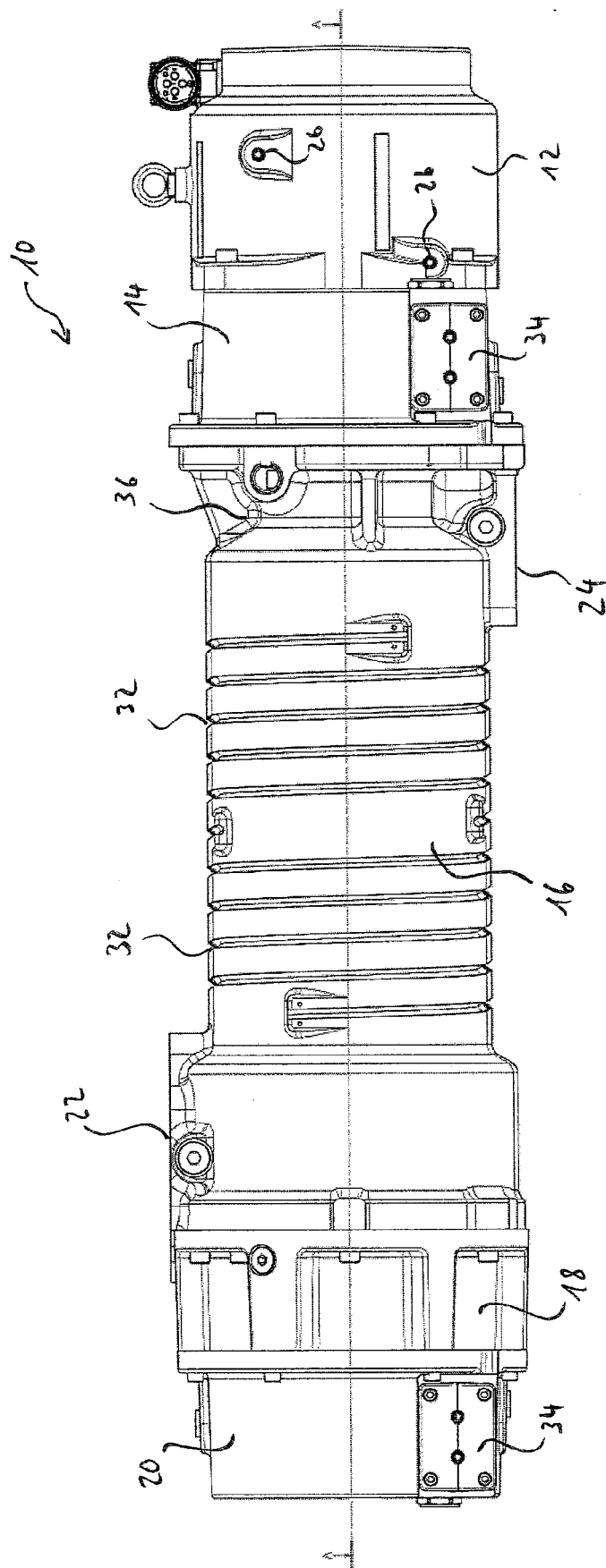


Fig. 3

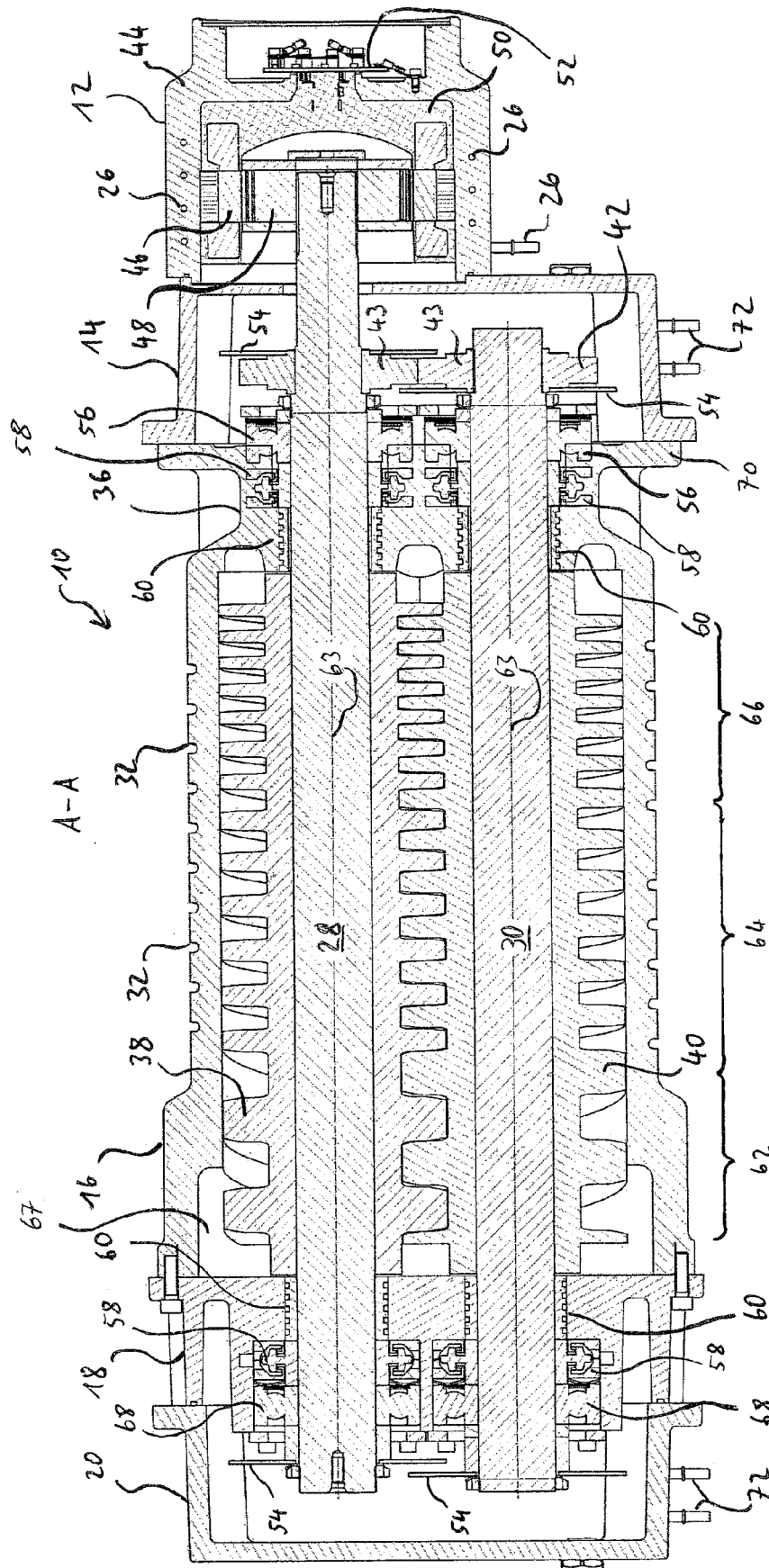


Fig. 4

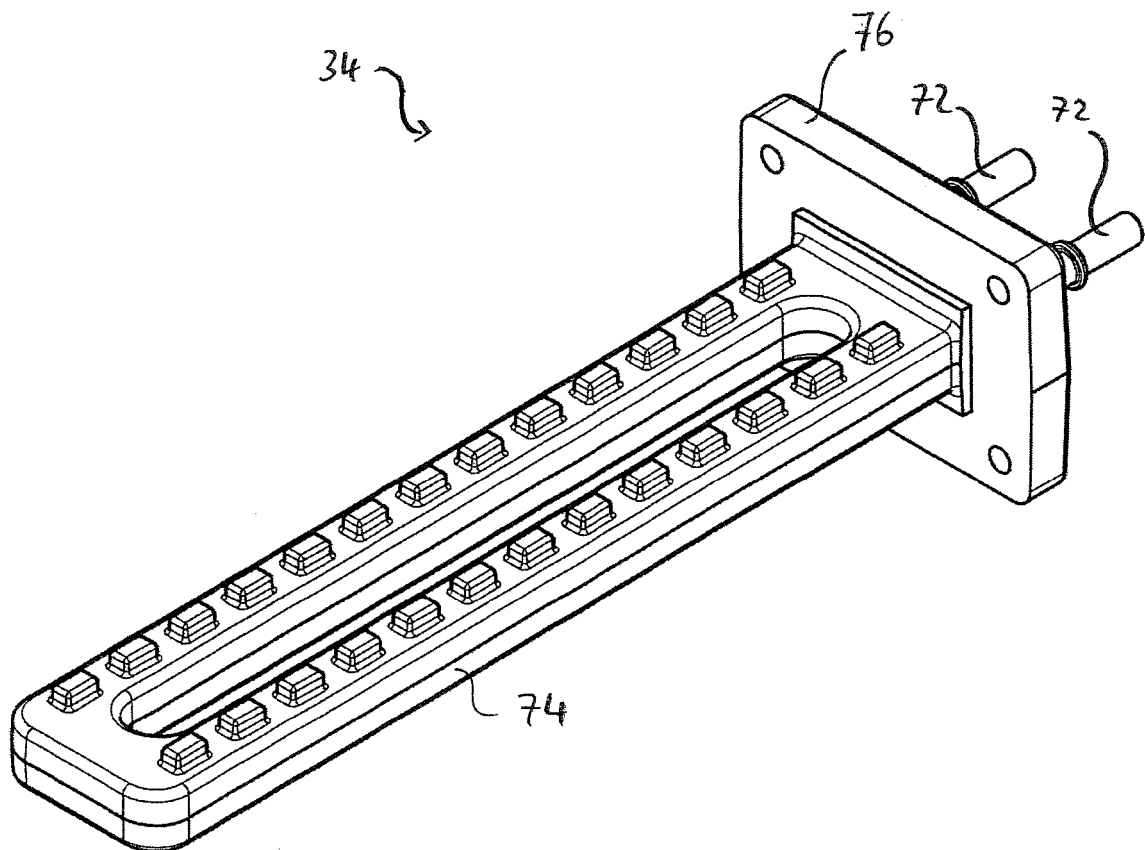
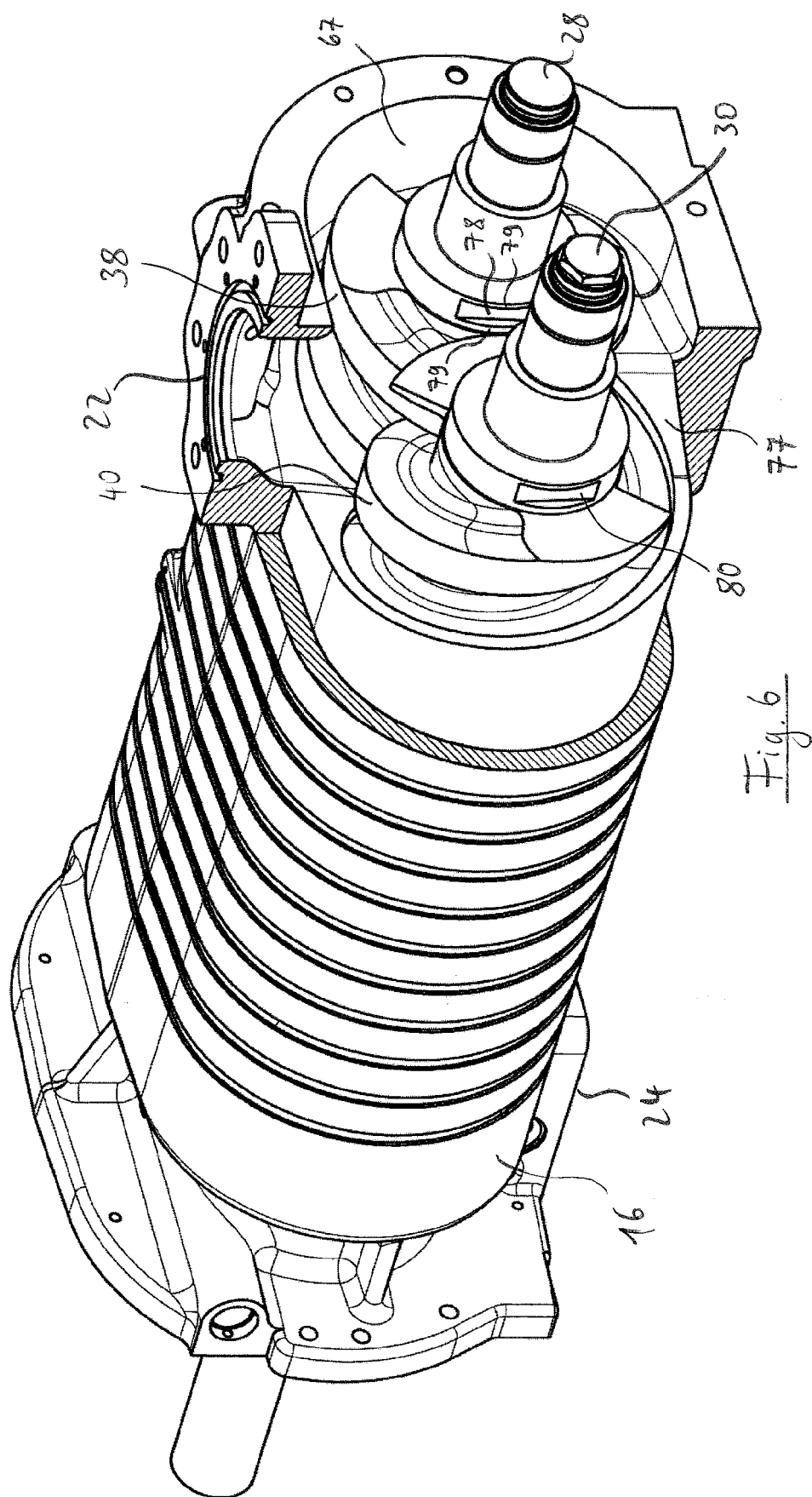


Fig. 5



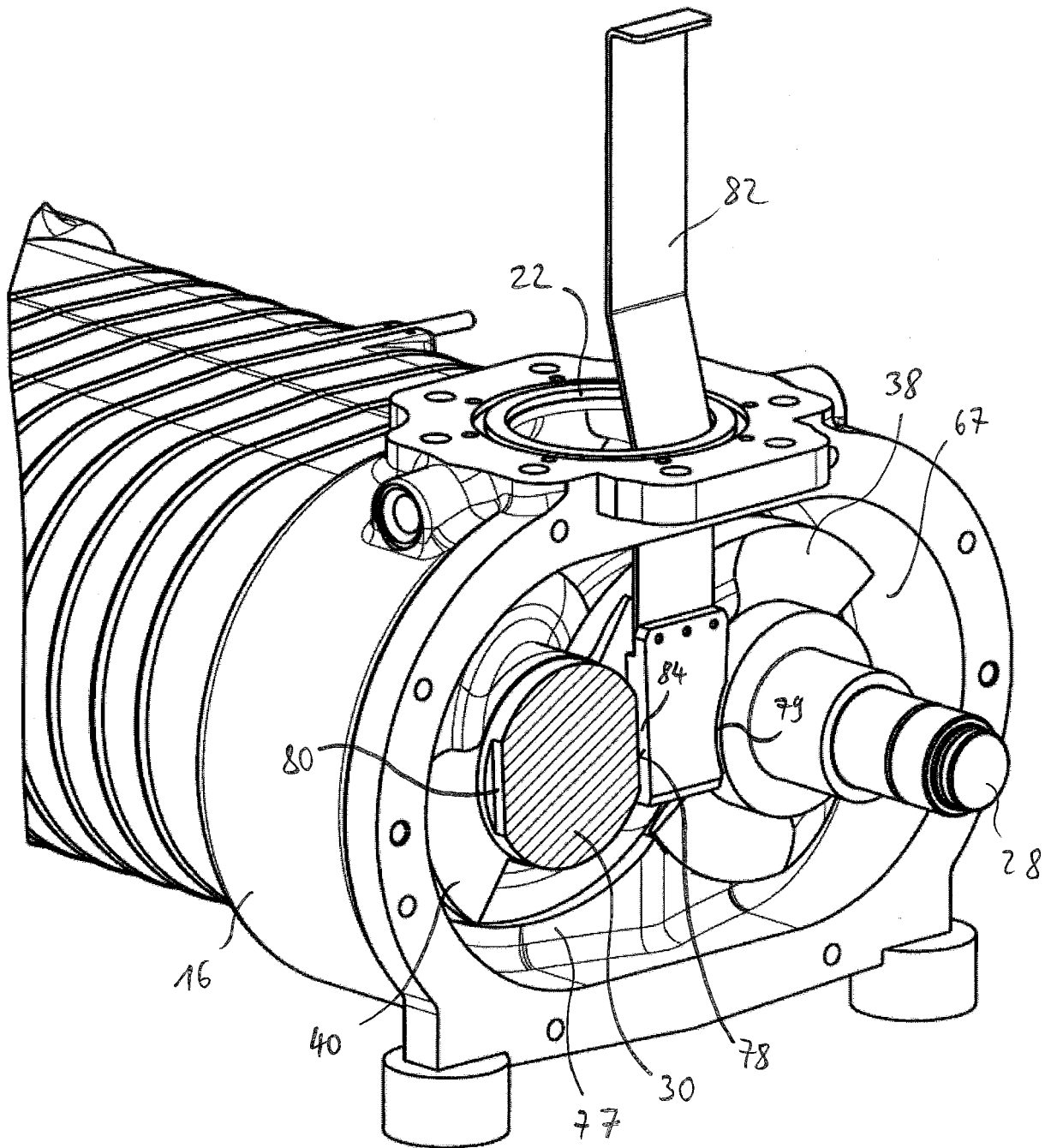


Fig. 7

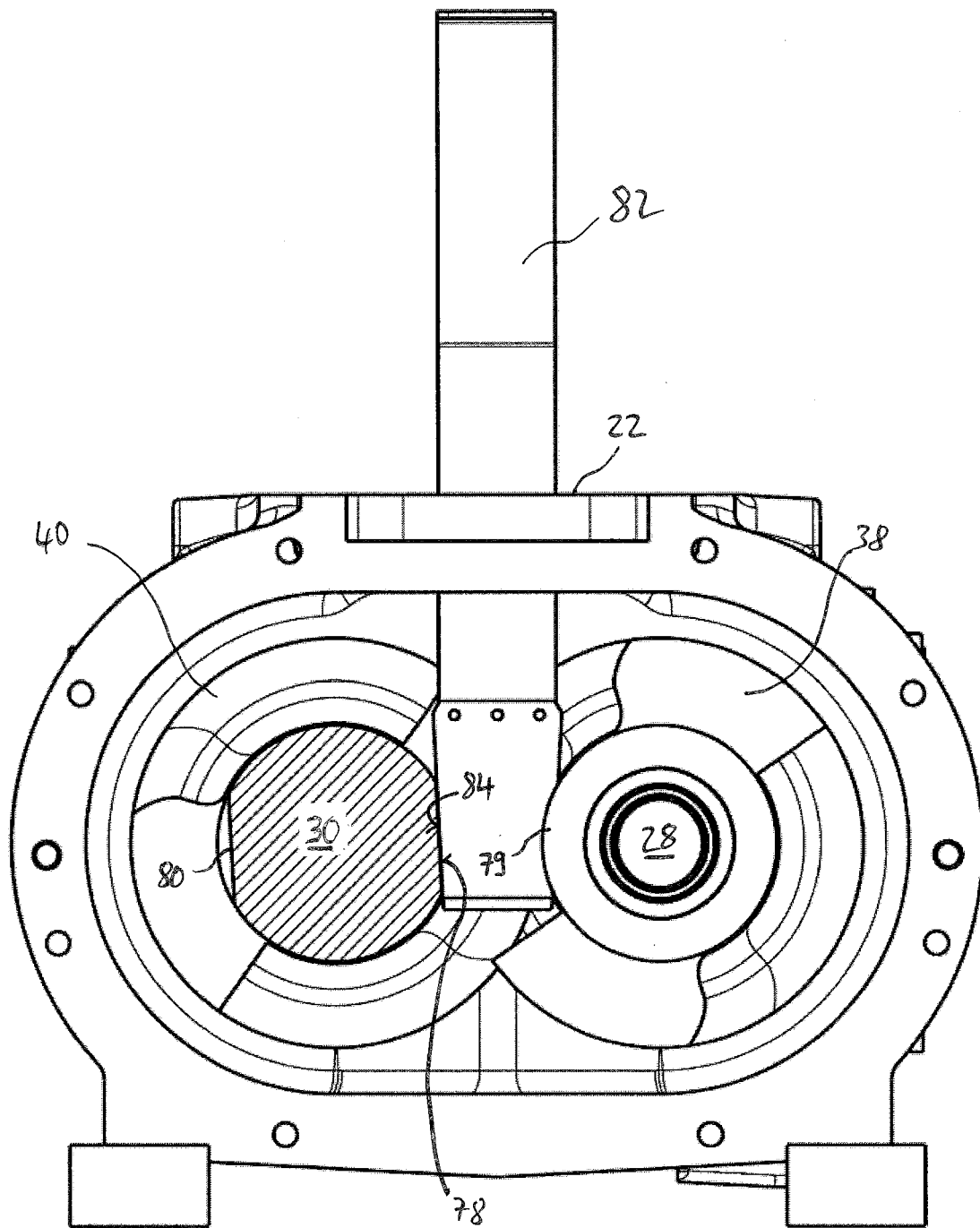


Fig. 8

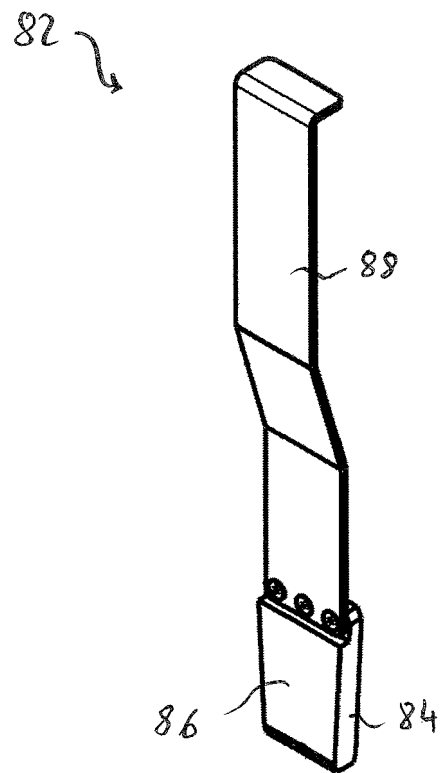


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 20 7550

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 532 895 A1 (VACUUBRAND GMBH & CO KG [DE]) 12. Dezember 2012 (2012-12-12) * Absätze [0001], [0079], [0081]; Abbildung 1 *	1-15	INV. F04C25/02 F04C18/08 F04C18/16
A	EP 2 182 215 A2 (CARDINAL HEALTH 203 INC [US]) 5. Mai 2010 (2010-05-05) * Zusammenfassung; Abbildungen 11-14 *	1-15	
A	US 6 027 322 A (FERENTINOS JAMES T [US] ET AL) 22. Februar 2000 (2000-02-22) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,6,7 *	1-15	
A	JP H10 18982 A (HITACHI TECHNO ENG) 20. Januar 1998 (1998-01-20) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04C F01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Mai 2018	Prüfer Descoubes, Pierre
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 17 20 7550

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

17-05-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2532895 A1	12-12-2012	EP 2532895 A1	12-12-2012
		EP 2642127 A1	25-09-2013
EP 2182215 A2	05-05-2010	AU 2009202619 A1	20-05-2010
		AU 2015200955 A1	12-03-2015
		CA 2671191 A1	03-05-2010
		CN 101725529 A	09-06-2010
		CN 105257536 A	20-01-2016
		EP 2182215 A2	05-05-2010
		JP 5623059 B2	12-11-2014
		JP 2010106837 A	13-05-2010
		US 2010111736 A1	06-05-2010
		US 2013283595 A1	31-10-2013
US 6027322 A	22-02-2000	KEINE	
JP H1018982 A	20-01-1998	JP 3301918 B2	15-07-2002
		JP H1018982 A	20-01-1998

EPO FORM P0461

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