

(19)



(11)

EP 3 499 041 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: **17207558.2**(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:

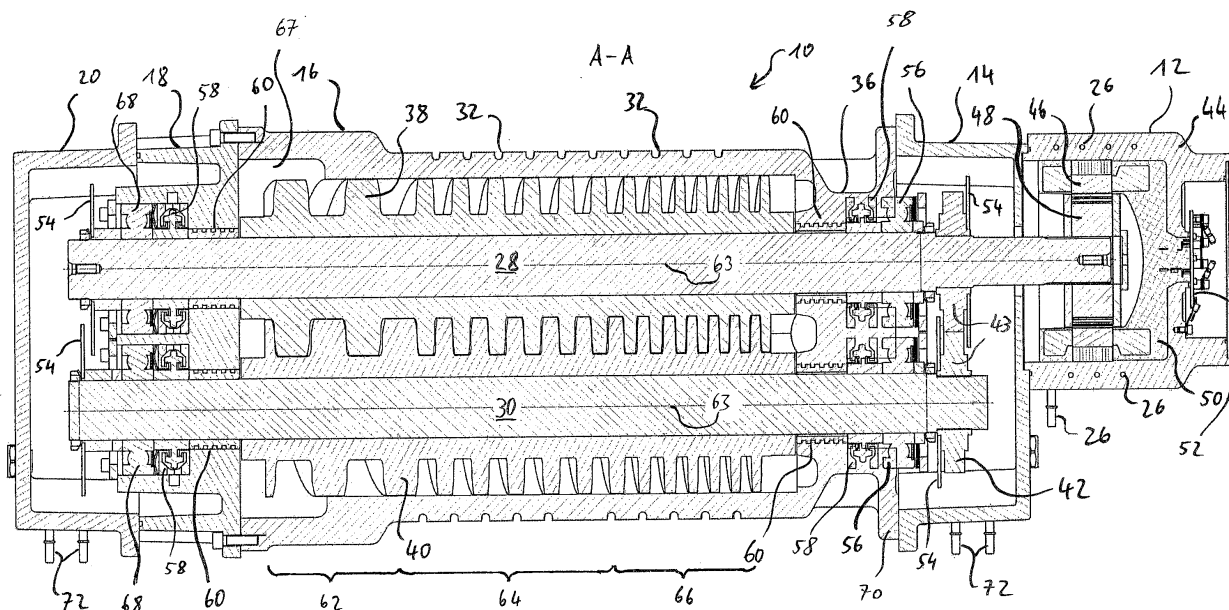
BA ME

Benannte Validierungsstaaten:

MA MD TN(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**
35614 Asslar (DE)(72) Erfinder: **Huber, Peter**
35510 Butzbach (DE)(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald**
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)(54) **SCHRAUBENVAKUUMPUMPE**

(57) Schraubenvakuumpumpe mit einem Gehäuse (16), zwei in dem Gehäuse angeordneten und miteinander in Eingriff stehenden Schraubenrotoren (28,30), die zum Fördern eines Prozessgases in Zusammenarbeit mit dem Gehäuse (16) wiederholt abgeschlossene Fördervolumina des Prozessgases bilden und in Richtung eines Auslasses fördern, wobei die Schraubenrotoren (28,30) jeweils zumindest zwei entlang der Schraubenachse benachbarte Abschnitte (62, 64) aufweisen, wobei

die Schraubenrotoren (28,30) jeweils in einem näher an einem Einlass gelegenen ersten Abschnitt (62) eine zumindest im Wesentlichen konstante Steigung und in einem zweiten Abschnitt (64) eine niedrigere Steigung als im ersten Abschnitt (62) aufweisen, und wobei in Bezug auf die Schraubenachse der erste Abschnitt (62) länger ist als ein Abschnitt, der ein abgeschlossenes Fördervolumen im ersten Abschnitt (62) entspricht.

Fig. 4**EP 3 499 041 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schraubenvakuumpumpe mit einem Gehäuse, zwei in dem Gehäuse angeordneten und miteinander in Eingriff stehenden Schraubenrotoren, die zum Fördern eines Prozessgases in Zusammenarbeit mit dem Gehäuse wiederholt abgeschlossene Fördervolumina des Prozessgases bilden und in Richtung eines Auslasses fördern.

[0002] Schraubenvakuumpumpen umfassen generell komplexe pumpaktive Geometrien, insbesondere Schraubenprofile von Schraubenrotoren und ein korrespondierendes Gehäuse für die Schraubenrotoren. Ein Zusammenwirken dieser Geometrien erfordert eine hohe Präzision bei deren Fertigung. Es kann daher sehr aufwendig und teuer sein, die Geometrien herzustellen bzw. zu kontrollieren.

[0003] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine erforderliche Fertigungspräzision zumindest für einen Teilbereich einer pumpaktiven Geometrie zu verringern.

[0004] Diese Aufgabe wird durch eine Schraubenvakuumpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst, und insbesondere dadurch, dass die Schraubenrotoren jeweils zumindest zwei entlang der Schraubenachse benachbarte Abschnitte aufweisen, wobei die Schraubenrotoren jeweils in einem näher an einem Einlass gelegenen ersten Abschnitt eine zumindest im Wesentlichen konstante und in einem zweiten Abschnitt eine niedrigere Steigung als im ersten Abschnitt aufweisen, und wobei in Bezug auf die Schraubenachse der erste Abschnitt länger ist als ein abgeschlossenes Fördervolumen im ersten Abschnitt.

[0005] An einem Einlass der Schraubenvakuumpumpe wirkt ein jeweiliges Schraubenprofil mit dem Gehäuse zusammen, um ein Fördervolumen einzuschließen. Sofern das abzuschließende Fördervolumen vor seinem Abschluss gegenüber dem Einlass den zweiten Abschnitt erreicht, führt dies dazu, dass das Prozessgas teilweise zurück zum Einlass hin ausgestoßen wird. Deswegen war bisher eine hohe Fertigungspräzision des Gehäuses im Einlassbereich notwendig, um für einen präzise definierten Abschluss des Fördervolumens zu sorgen. Eine präzise Fertigung des Einlassbereichs ist aufwendig und wird z.B. dadurch erschwert, dass eine Gussform für das Gehäuse über mehrere Gießzyklen verschleißt.

[0006] Da der erste Abschnitt erfindungsgemäß länger als ein abgeschlossenes Fördervolumen ist, ist sichergestellt, dass der zweite Abschnitt nicht vor Abschluss des Fördervolumens erreicht wird. Die Fertigungspräzision des Gehäuses im Einlassbereich kann somit reduziert werden, ohne die Gefahr eines Zurückstoßens des Prozessgases zum Einlass hin einzugehen.

[0007] Die verringerte Anforderung an die Fertigungspräzision vereinfacht die Herstellung der Vakuumpumpe erheblich. So erlaubt sie einen stabileren Herstellungsprozess mit weniger fehlerhaften Bauteilen. Dies ist insbesondere deshalb vorteilhaft, da das Gehäuse im Ein-

lassbereich häufig schwierig, insbesondere nur aufwendig durch ein 3D-Koordinatenmesssystem, zu vermessen ist. Ohne eine Vermessung werden Abweichungen gegebenenfalls erst bei einer Endprüfung der Schraubenvakuumpumpe erkannt, was im Fehlerfall zu hohen Kosten für die erneute Montage führt. Durch die Erfindung wird der Einfluss der Fertigungspräzision reduziert, sodass Abweichungen von einer Sollform weniger relevant bzw. unschädlich sind.

[0008] Hinzu kommt, dass die Erfindung nicht nur die Fertigung des Gehäuses, sondern auch die Fertigung der Schraubenrotoren vereinfacht, da in dem erfindungsgemäß relativ langen ersten Abschnitt mit relativ großer Steigung größere Werkzeuge und/oder Werkzeuge mit höherem Spanvolumen zur Profilerstellung verwendet werden können. Dies verringert die Bearbeitungszeit und die damit einhergehenden Herstellungskosten. Die Bearbeitungszeit kann weiter z.B. dadurch verringert werden, dass eine jeweilige Schraubenkontur der Schraubenrotoren, insbesondere nur oder auch im ersten Abschnitt, bereits beim Gießen zumindest in einer Vorkontur zur weiteren spanenden Bearbeitung ausgebildet wird.

[0009] Es hat sich gezeigt, dass sich trotz des verlängerten ersten Abschnitts effiziente Schraubenprofile bei vergleichbarer Gesamtlänge der Rotoren gestalten lassen. Die fertigungstechnischen Vorteile überwiegen also die vakuumtechnischen Einschränkungen erheblich, sodass sich durch die Erfindung eine effiziente Pumpe besonders einfach herstellen lässt.

[0010] Es hat sich außerdem überraschend gezeigt, dass die erfindungsgemäße Schraubenvakuumpumpe sogar ein verbessertes Saugvermögen bei relativ hohen Ansaugdrücken aufweist. Dies wird darauf zurückgeführt, dass mit dem längeren ersten Abschnitt auch die Spalte im ersten Abschnitt, die sich zwischen den Rotoren untereinander und insbesondere gegenüber dem Gehäuse ausbilden, länger sind. Das Prozessgas im Bereich der inneren Verdichtung, die bei hohen Ansaugdrücken in besonders hohen inneren Drücken resultiert, muss also zum Zurückströmen längere Spalte überwinden. Die Rückströmung wird folglich erschwert bzw. besser abgedichtet. Die erfindungsgemäße Schraubenvakuumpumpe ist also nicht nur bei vertretbaren Auslegungseinschränkungen besonders einfach herzustellen, sondern weist sogar in bestimmten Druckbereichen eine verbesserte vakuumtechnische Leistung auf.

[0011] Als abgeschlossenes Fördervolumen kann allgemein ein - abgesehen von unvermeidbaren Spalten zwischen den Rotoren und gegenüber dem Gehäuse - abgeschlossener Bereich verstanden werden, der sich zwischen zwei Schraubengängen eines jeweiligen Rotors entlang des Schraubenprofils um den Rotor herum erstreckt und nach außen vom Gehäuse und entlang des Schraubenprofils vom jeweils anderen Rotor begrenzt ist. Das Fördervolumen wandert beim Pumpvorgang entlang des jeweiligen Schraubenrotors in dessen Profil vom Einlass zum Auslass, wodurch die Pumpwirkung bereit-

gestellt wird. Das Fördervolumen kann auf dem Weg zwischen Einlass und Auslass kleiner werden. Hierbei spricht man von einer inneren Verdichtung.

[0012] Insbesondere kann das abgeschlossene Fördervolumen einen Winkel von 360° um die Schraubenachse des jeweiligen Rotors abdecken.

[0013] Bei einer Ausführungsform entspricht der erste Abschnitt mindestens dem 1,25-fachen, insbesondere mindestens dem 1,5-fachen, insbesondere mindestens dem 1,75-fachen, insbesondere mindestens dem 2-fachen der Länge des Fördervolumens. Die zuvor genannten Vorteile werden hierdurch entsprechend verstärkt.

[0014] In einem Ansaugbereich der Pumpe kann beispielsweise eine Abschlussfläche für die Schraubenrotoren ausgebildet sein, die derart hinsichtlich ihrer Form an die Schraubenrotoren angepasst ist, dass ein jeweiliges Fördervolumen zum Ansaugen eröffnet und zum Fördern abgeschlossen werden kann.

[0015] Die Abschlussfläche verläuft insbesondere zumindest im Wesentlichen senkrecht zu den Schraubenachsen. Die Abschlussfläche bildet z.B. eine, insbesondere innere, Stirnfläche des Gehäuses. Die Abschlussfläche kann vorzugsweise als Freiformfläche ausgebildet sein und/oder zumindest im Wesentlichen parallel zu zumindest einem entsprechenden Schraubenprofil verlaufen. Insbesondere können zwei zu den Schraubenprofilen jeweils parallele Bereiche der Abschlussfläche vorgesehen sein, die insbesondere zu einem in Bezug auf die Schraubenachse erhöhten, insbesondere unteren, Bereich und/oder erniedrigten, insbesondere oberen Bereich, zusammengeführt sind.

[0016] Die Abschlussfläche kann im allgemeinen z.B. im Gehäuse ausgebildet sein. Das Gehäuse kann beispielsweise als Gussteil ausgebildet sein. Bei einer Ausführungsform ist die Abschlussfläche in einem Gussteil, insbesondere dem Gehäuse, ausgebildet und unbearbeitet. Hierdurch wird der Fertigungsschritt einer spanenden Bearbeitung der Abschlussfläche komplett eingespart, was die Fertigung des Gehäuses weiter vereinfacht.

[0017] Bei einer weiteren Ausführungsform ist ein Schraubenprofil eines jeweiligen Schraubenrotors durch eine Zykloide gebildet. Ein solches Schraubenprofil lässt sich vorteilhaft bedarfsgerecht gestalten.

[0018] Bei einer Weiterbildung ist ein Schraubenprofil eines jeweiligen Schraubenrotors zweigängig ausgebildet. Hierdurch wird eine besonders geringe Unwucht des entsprechenden Schraubenrotors erreicht. Somit kann auf Ausgleichselemente, wie z.B. Ausgleichsmassen, die zusätzlichen Bauraum erfordern, und/oder Ausgleichsbohrungen, in denen sich Material ablagern kann, verzichtet werden. Andererseits können so höhere Drehzahlen ermöglicht werden.

[0019] Bei einer weiteren Ausführungsform weisen die Schraubenrotoren jeweils im zweiten Abschnitt eine zumindest im Wesentlichen konstante Steigung auf. Derartige Schraubenrotoren lassen sich besonders einfach auslegen und fertigen, da die konstante Steigung eine

relativ einfache Geometrie bildet.

[0020] Es kann vorgesehen sein, dass die Schraubenrotoren jeweils zumindest einen dritten Abschnitt aufweisen und ihre Steigung im dritten Abschnitt kleiner ist als im zweiten Abschnitt. Hierdurch kann eine zusätzliche innere Verdichtung realisiert werden.

[0021] Die Steigung im dritten Abschnitt kann insbesondere zumindest im Wesentlichen konstant sein. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel weisen die Schraubenrotoren jeweils über ihre gesamte pumpaktive Länge eine Mehrzahl von Abschnitten unterschiedlicher Steigung auf, wobei die Steigung in allen Abschnitten, insbesondere zumindest Bereich- oder Unterabschnittsweise, insbesondere jeweils, konstant ist. Beides trägt zu einer vereinfachten Auslegung bzw. Fertigung bei.

[0022] Zwischen zwei benachbarten Abschnitten konstanter Steigung verändert sich die Steigung des Schraubenprofils entlang einer Schraubenachse grundsätzlich lediglich in Übergangsbereichen zwischen den Abschnitten. Ein Übergangsbereich ist insbesondere kleiner als ein Abschnitt, insbesondere als die benachbarten Abschnitte. Insbesondere sind alle Übergangsbereiche kleiner als alle Abschnitte.

[0023] Die Schraubenvakuumpumpe kann beispielsweise eine innere Verdichtung mit einem Verdichtungsverhältnis kleiner als 5 zu 1, insbesondere kleiner als 4 zu 1, insbesondere kleiner als 3,5 zu 1, und/oder größer als 2 zu 1, insbesondere größer als 3 zu 1, aufweisen. Ein jeweiliges Schraubenprofil kann z.B. mehr als 7, insbesondere mehr als 10, insbesondere mehr als 12, insbesondere 13 abgeschlossene Fördervolumina gleichzeitig bilden bzw. fördern. Ein jeweiliger Schraubenrotor kann insbesondere ein Verhältnis der Länge seines Schraubenprofils zu dessen Durchmesser von wenigstens 2,0, insbesondere wenigstens 2,5, insbesondere wenigstens 3,0 und/oder höchstens 5,0, insbesondere 4,0, aufweisen.

[0024] 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 einen Ansaugbereich der Schraubenva-

kuumpumpe der Fig. 1 bis 4 in geschnittener, perspektivischer Ansicht.

Fig. 7 zeigt die Schnittdarstellung der Fig. 6 in einer Seitenansicht.

Fig. 8 zeigt ein Gehäuse der Schraubenvakuumpumpe in perspektivischer Ansicht.

Fig. 9 zeigt in einem Diagramm zwei Saugvermögensverläufe jeweils von einer Schraubenvakuumpumpe mit einer bearbeiteten bzw. unbearbeiteten Abschlussfläche.

[0025] 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.

[0026] 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 Tauchkühler 34 ausgebildet, die unten anhand von Fig. 5 näher erläutert werden.

[0027] 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.

[0028] 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 Zusammenwirkung 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.

[0029] 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 Maßnah-

men 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.

[0030] 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.

[0031] 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.

[0032] 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 atmosphärischen 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] Für einen jeweiligen Schraubenrotor 28 bzw. 30 ist benachbart zu den Lagern 56, die hier eine Fest-

lagerung 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] Die Größe eines Fördervolumens auf der Einlassseite bzw. im Abschnitt 62 bestimmt ein theoretisches Saugvermögen der Schraubepumpe 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.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] 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 Zykloidenschraubenprofilen 38, 40 in einem weiten Drehzahlbereich, insbesondere mit Drehzahlregelung, und/oder beispielsweise in einer Stand-By-Betriebsart betrieben werden.

[0044] Die Verdichtung des Prozessgases im Allgemeinen erzeugt Wärme, die bei der Schraubepumpe 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 Flüssigkeitsküh-

lung im Bereich oder in der Nähe einer inneren Verdichtung angeordnet.

[0045] 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.

[0046] 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.

[0047] 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 insbesondere 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.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] 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 Abschlussfläche 78 wiederholt Fördervolumina abschließen und entlang der Rotorach-

sen zum Auslass 24 fördern.

[0051] Die Abschlussfläche 78 ist im Wesentlichen als Freiformfläche ausgebildet, sie weist also eine von einer einfachen Ebene abweichende, relativ komplexe Form auf. Beispielsweise weist die Abschlussfläche 78 einen dachartigen, unteren Bereich 80 und einen tal- oder rinnenartigen, oberen Bereich 82 auf. Eine spanende Bearbeitung der Abschlussfläche 78 wäre also sehr aufwendig, insbesondere wenn eine hohe Präzision erforderlich ist. Die Abschlussfläche 78 ist dagegen unbearbeitet ausgeführt. Sie wird bei einem Gießen des Gehäuses 16 durch eine entsprechende Form ausgebildet. Zwar wird hierdurch eine relativ ungenaue Abschlussfläche 78 geschaffen, dies ist jedoch wegen des erfindungsgemäß relativ langen ersten Abschnitts 62 im Wesentlichen unproblematisch. Die spanende Bearbeitung lässt sich hier also vorteilhaft einsparen.

[0052] Die Schnittdarstellung der Fig. 6 ist in Fig. 7 in einer Seitenansicht gezeigt, um den Verlauf der Abschlussfläche 78 weiter zu verdeutlichen. Dabei ist nur der Schraubenrotor 30 sichtbar, da er in dieser Ansicht den Schraubenrotor 28 verdeckt.

[0053] Wie in Fig. 7 ersichtlich, verläuft die Abschlussfläche 78 in einem den Schraubenrotor 30 umschließenden Bereich im Wesentlichen parallel bzw. korrespondierend zu dessen Schraubenprofil 40. Wenn sich der Rotor 30 in Bezug auf Fig. 6 gegen den Uhrzeigersinn dreht, verkleinert sich der Abstand zwischen dem Schraubenprofil 40 und der Abschlussfläche 78 bis der Abstand Null ist und ein Fördervolumen im entsprechenden Profilverzweigungsraum 84 abgeschlossen ist.

[0054] In Fig. 8 ist das Gehäuse 16 der Schraubenvakuumpumpe 10 in perspektivischer Ansicht ohne die Schraubenrotoren 28, 30 gezeigt. Hier wird nochmals deutlich, dass die komplexe Abschlussfläche 78 nur unter hohem Aufwand präzise, insbesondere durch spanende Verfahren wie etwa Abzeilen, in eine gewünschte Form gebracht werden kann. Die Abschlussfläche 78 lässt sich wegen ihrer komplexen Form nicht oder nur unter großem Aufwand vermessen und birgt damit zusätzlich eine Gefahr für die Serienfertigung, da etwaige Mängel ohne aufwendige Vermessung womöglich erst im Rahmen einer Endprüfung der Pumpe aufgedeckt werden können. Damit gehen hohe Montage- bzw. Herstellungskosten und teure Ausschussteile einher. Durch die Erfindung wird allgemein der Einfluss der Genauigkeit der Abschlussfläche 78 auf die vakuumtechnischen Leistungsdaten verringert.

[0055] Fig. 9 zeigt ein Diagramm, dessen Abszisse einen Druck p in Hektopascal eines Prozessgases am Einlass einer untersuchten Schraubenvakuumpumpe und dessen Ordinate ein Saugvermögen S in Kubikmeter pro Stunde der Pumpe repräsentieren. Es sind zwei Verläufe 86 und 88 des Saugvermögens in Abhängigkeit des Einlassdrucks gezeigt.

[0056] Dem gestrichelten Verlauf 86 liegt eine beispielhafte Schraubenvakuumpumpe zugrunde mit einem Einlassbereich bzw. mit einer Abschlussfläche, die spanend

auf eine Sollkontur bearbeitet wurden. Dabei entspricht die Länge eines ersten Abschnitts konstanter Steigung im Wesentlichen der Länge eines abgeschlossenen Fördervolumens im ersten Abschnitt. Die beispielhafte Schraubenvakuumpumpe des Verlaufs 86 ist folglich nicht erfindungsgemäß ausgestaltet.

[0057] Der als Volllinie dargestellte Verlauf 88 wurde aufgenommen für eine weitere beispielhafte Schraubenvakuumpumpe, bei der ein zur spanenden Bearbeitung der Abschlussfläche vorgesehenes Aufmaß belassen und nicht bearbeitet wurde. Ansonsten ist die Schraubenvakuumpumpe des Verlaufs 88 identisch zur Schraubenvakuumpumpe des Verlaufs 86 ausgebildet. Die beiden Pumpen bzw. Abschlussflächen unterscheiden sich also lediglich um ein gewisses Aufmaß. Das Aufmaß ist in Richtung der Rotorachsen vorgesehen, weshalb bei unveränderten Rotoren ein jeweiliges Fördervolumen früher abgeschlossen wird und damit der erste Abschnitt länger ist als ein Fördervolumen. Die Schraubenvakuumpumpe des Verlaufs 88 ist folglich erfindungsgemäß ausgebildet.

[0058] Beide Verläufe 86 und 88 weisen einen für Schraubenvakuumpumpen mit innerer Verdichtung typischen Saugvermögensverlauf auf. Dabei ist das Saugvermögen in einem mittleren Druckbereich am größten. Dagegen ist das Saugvermögen bei hohen Drücken bzw. am Anfang eines Abpumpvorgangs, in Fig. 9 rechts, niedriger. Das Saugvermögen sinkt bei Erreichen eines Enddrucks, in Fig. 9 links, auf Null.

[0059] Im mittleren Bereich zeigt der Verlauf 86 ein höheres Saugvermögen. Hier macht es sich bemerkbar, dass die Fördervolumina wegen der präzise auf Sollkontur gefertigten Abschlussfläche präzise abgeschlossen werden. Dieser Effekt ist durch Pfeil 90 angedeutet. Das Saugvermögen gemäß Verlauf 86 entspricht hier im Wesentlichen einem theoretischen Saugvermögen. Eine Rückströmung infolge einer Kompression, insbesondere zu einem zweiten Abschnitt, ist in diesem mittleren Druckbereich also kein dominanter Effekt.

[0060] Ein Pfeil 92 deutet an, dass der erreichbare Enddruck bei der Schraubenvakuumpumpe mit Aufmaß, also beim Verlauf 88, niedriger bzw. besser ist. Dies wird darauf zurückgeführt, dass durch das Aufmaß die gesamte pumpaktive Länge der Schraubenrotoren größer ist. Entsprechend länger sind die Spalte zwischen Rotoren und Gehäuse, sodass insgesamt eine bessere Abdichtung gegen Rückströmen vom Auslass zum Einlass erreicht wird.

[0061] Überraschend hat sich durch die der Fig. 9 zugrundeliegenden Versuche gezeigt, dass die Schraubenvakuumpumpe mit Aufmaß bzw. der Verlauf 88 auch ein verbessertes Saugvermögen bei hohen Drücken aufweist, was durch Pfeil 94 angedeutet ist. Dies wird darauf zurückgeführt, dass ein durch das Aufmaß verlängerter Spalt zwischen einer inneren Verdichtung der Pumpe und einem Ansaugbereich vorliegt, was wiederum zu einer entsprechend verbesserten Abdichtung gegen Rückströmung führt. Dies macht sich im Bereich hoher Drücke

besonders bemerkbar, da hier die innere Verdichtung zu den höchsten Innendrücken bzw. über Spalten wirkenden Differenzdrücken führt.

[0062] Es zeigt sich, dass die erfindungsgemäße Schraubenvakuumpumpe, insbesondere deren Gehäuse, besonders einfach herzustellen ist, da der Einfluss der entsprechenden Oberflächengenauigkeit verringert wurde. Insbesondere kann dadurch auf eine aufwendige, spanende Bearbeitung des Gehäuses im Einlassbereich bzw. an einer Abschlussfläche verzichtet werden. Dabei ist ein negativer Einfluss auf die Vakuumleistung gering und in manchen Druckbereichen führt die Erfindung sogar zu einer Verbesserung der Leistungsdaten.

15 Bezugszeichenliste

[0063]

10	Schraubenvakuumpumpe
20	12 Motor
	14 Getriebekasten
	16 Gehäuse
	18 Lagerschild
	20 Deckel
25	22 Einlass
	24 Auslass
	26 Kühlleitung
	28 Schraubenrotor
	30 Schraubenrotor
30	32 Nut
	34 Tauchkühler
	36 Taillierung
	38 Schraubenprofil
	40 Schraubenprofil
35	42 Synchronisierungsgetriebe
	43 Zahnrad
	44 Gehäuse
	46 Stator
	48 Magnetträger
40	50 Vergusskörper
	52 Platine
	54 Spritzscheibe
	56 Lager
	58 Deflektor
45	60 Kolbenringträger
	62 erster Abschnitt
	63 Schraubenachse
	64 zweiter Abschnitt
	66 dritter Abschnitt
50	67 Ansaugbereich
	68 Lager
	70 Lagerschild
	72 Kühlleitung
	74 Kühlkörper
55	76 Flansch
	78 Abschlussfläche
	80 unterer Bereich
	82 oberer Bereich

84 Profilzwischenraum
 86 Saugvermögensverlauf
 88 Saugvermögensverlauf
 90 Pfeil
 92 Pfeil
 94 Pfeil

p Einlassdruck
 S Saugvermögen

Patentansprüche

1. Schraubenvakuumpumpe (10) mit einem Gehäuse (16),
 zwei in dem Gehäuse (16) angeordneten und miteinander in Eingriff stehenden Schraubenrotoren (28, 30), die zum Fördern eines Prozessgases in Zusammenarbeit mit dem Gehäuse (16) wiederholt abgeschlossene Fördervolumina des Prozessgases bilden und in Richtung eines Auslasses (24) fördern, wobei die Schraubenrotoren (28, 30) jeweils zumindest zwei entlang der Schraubenachse (63) benachbarte Abschnitte (62, 64) aufweisen, wobei die Schraubenrotoren (28, 30) jeweils in einem näher an einem Einlass (22) gelegenen ersten Abschnitt (62) eine zumindest im Wesentlichen konstante Steigung und in einem zweiten Abschnitt (64) eine niedrigere Steigung als im ersten Abschnitt (62) aufweisen, und wobei in Bezug auf die Schraubenachse (63) der erste Abschnitt (62) länger ist als ein abgeschlossenes Fördervolumen im ersten Abschnitt (62).
 15
2. Schraubenvakuumpumpe (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das abgeschlossene Fördervolumen einen Winkel von 360° um die Schraubenachse (63) des jeweiligen Rotors (28, 30) abdeckt.
 20
3. Schraubenvakuumpumpe (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Abschnitt (62) mindestens dem 1,25-fachen der Länge des Fördervolumens entspricht.
 25
4. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Abschnitt (62) mindestens dem 1,5-fachen der Länge des Fördervolumens entspricht.
 30
5. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Abschnitt (62) mindestens dem 1,75-fachen der Länge des Fördervolumens entspricht.
 35
6. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Abschnitt (62) mindestens dem 2-fachen der Länge des Fördervolumens entspricht.
 40
7. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**, in einem Ansaugbereich (67) der Pumpe eine Abschlussfläche (78) für die Schraubenrotoren (28, 30) ausgebildet ist, die derart hinsichtlich ihrer Form an die Schraubenrotoren (28, 30) angepasst ist, dass ein jeweiliges Fördervolumen zum Ansaugen eröffnet und zum Fördern abgeschlossen werden kann.
 45
8. Schraubenvakuumpumpe (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**, die Abschlussfläche (78) in einem Gussteil (16) ausgebildet und unbearbeitet ist.
 50
9. Schraubenvakuumpumpe (10) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass**, die Abschlussfläche (78) im Gehäuse (16) ausgebildet ist.
 55
10. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Schraubenprofil (38, 40) eines jeweiligen Schraubenrotors (28, 30) durch eine Zyklode gebildet ist.
 60
11. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Schraubenprofil (38, 40) eines jeweiligen Schraubenrotors (28, 30) zweigängig ausgebildet ist.
 65
12. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schraubenrotoren (28, 30) jeweils im zweiten Abschnitt (64) eine zumindest im Wesentlichen und zumindest bereichsweise konstante Steigung aufweisen.
 70
13. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schraubenrotoren (28, 30) jeweils zumindest einen dritten Abschnitt (66) aufweisen und ihre Steigung im dritten Abschnitt (66) kleiner ist als im zweiten Abschnitt (64).
 75
14. Schraubenvakuumpumpe (10) nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Steigung im dritten Abschnitt (66) zumindest im Wesentlichen konstant ist.

15. Schraubenvakuumpumpe (10) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schraubenrotoren (28, 30) jeweils über ihre gesamte pumpaktive Länge eine Mehrzahl von Abschnitten (62, 64, 66) unterschiedlicher Steigung aufweisen, wobei die Steigung in allen Abschnitten (62, 64, 66) konstant ist.

5

10

15

20

25

30

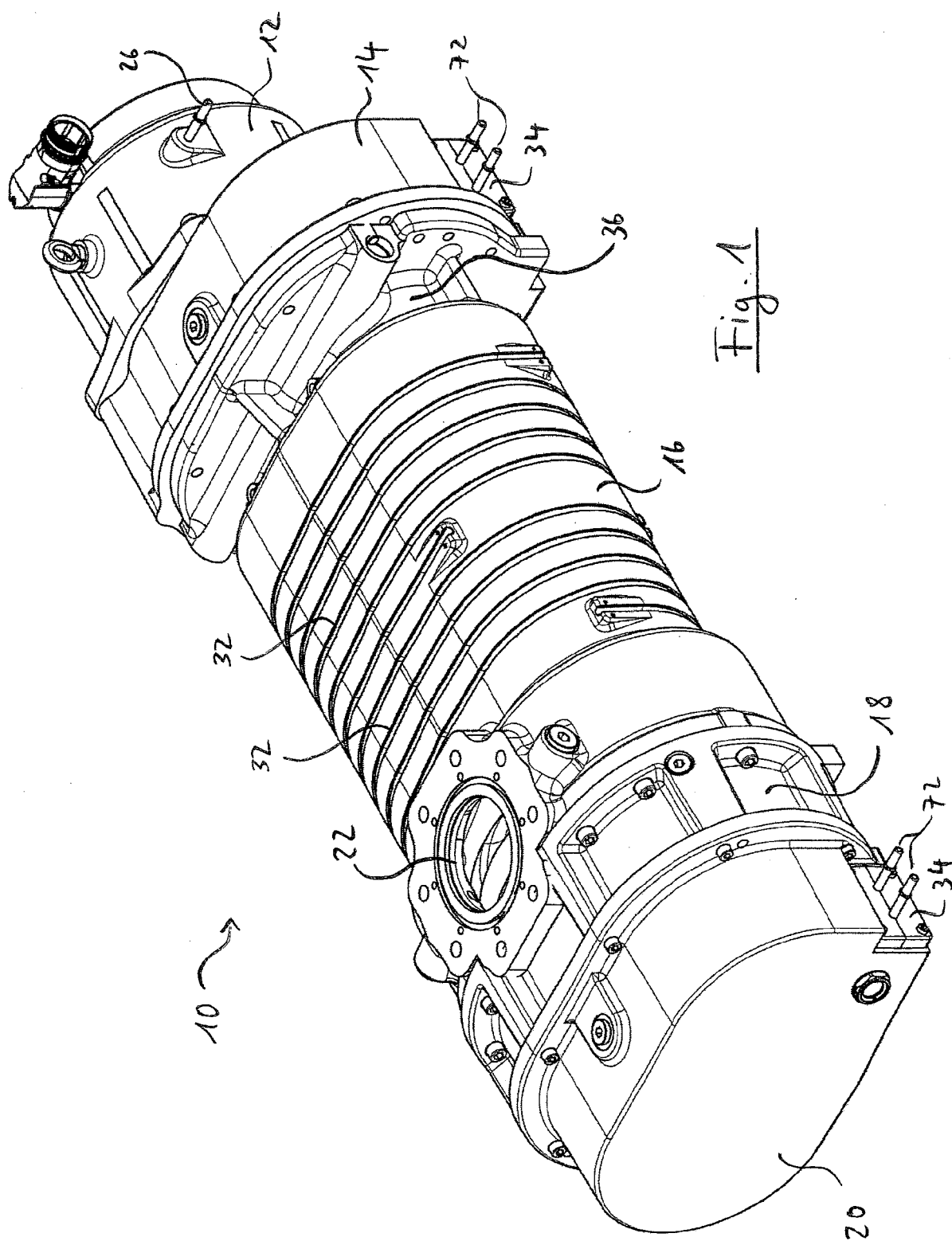
35

40

45

50

55



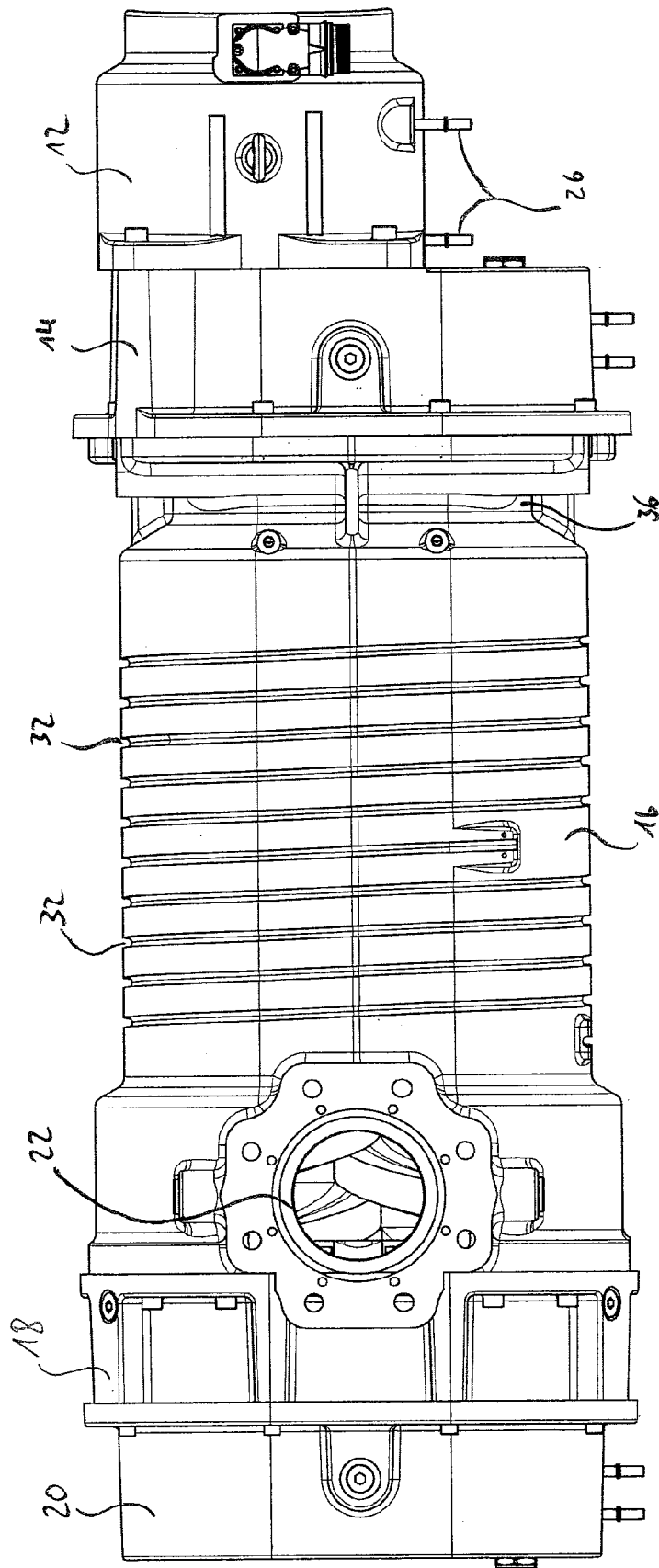


Fig. 2

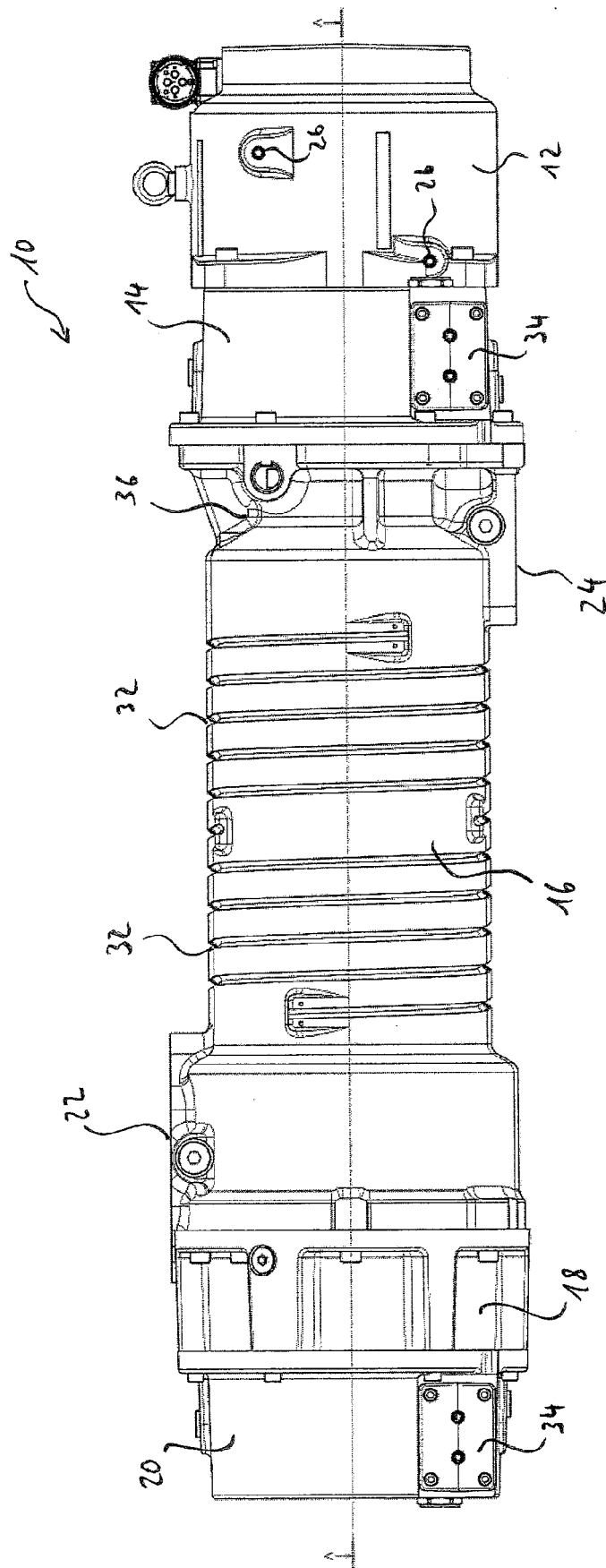


Fig. 3

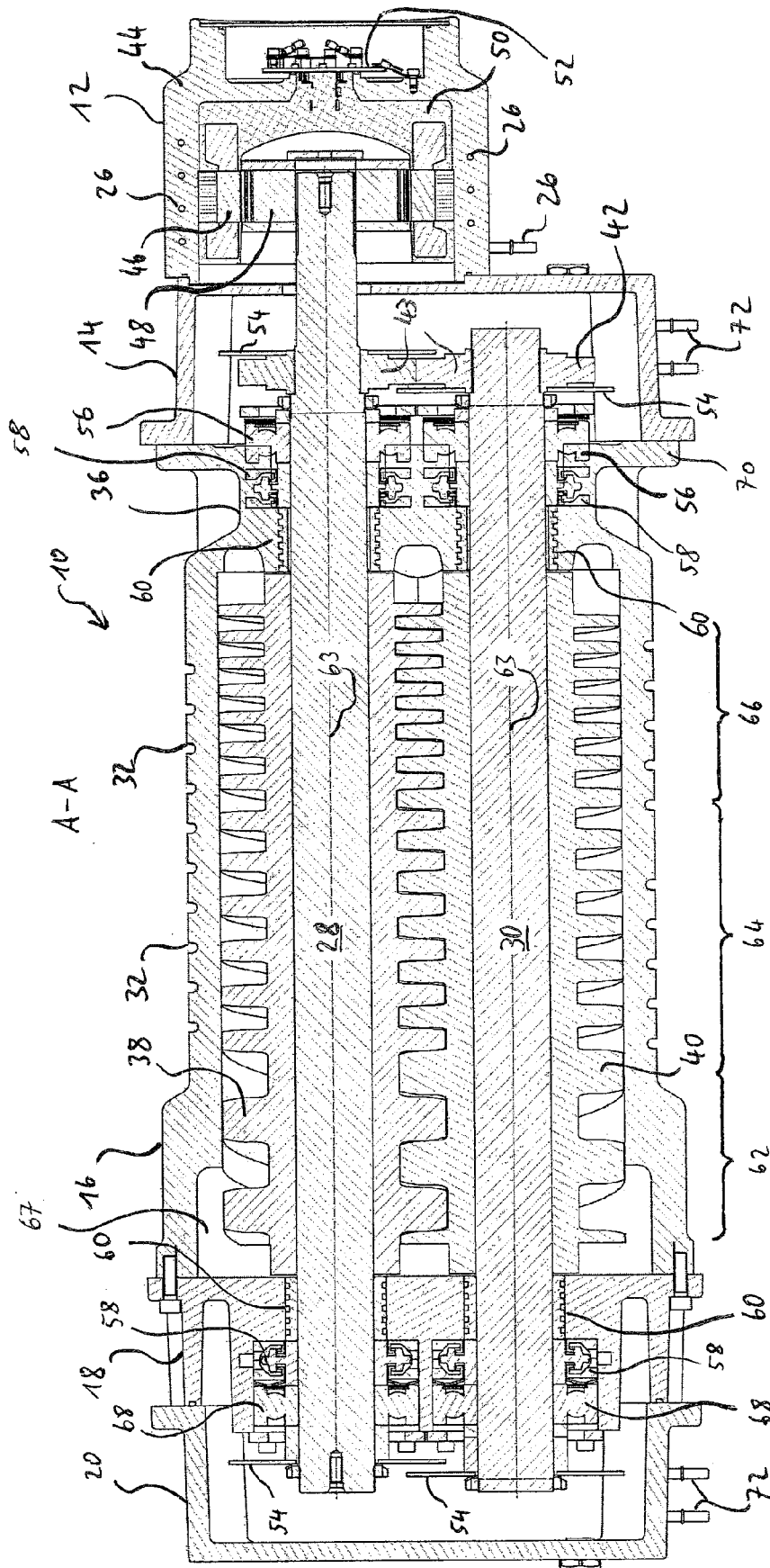


Fig. 4

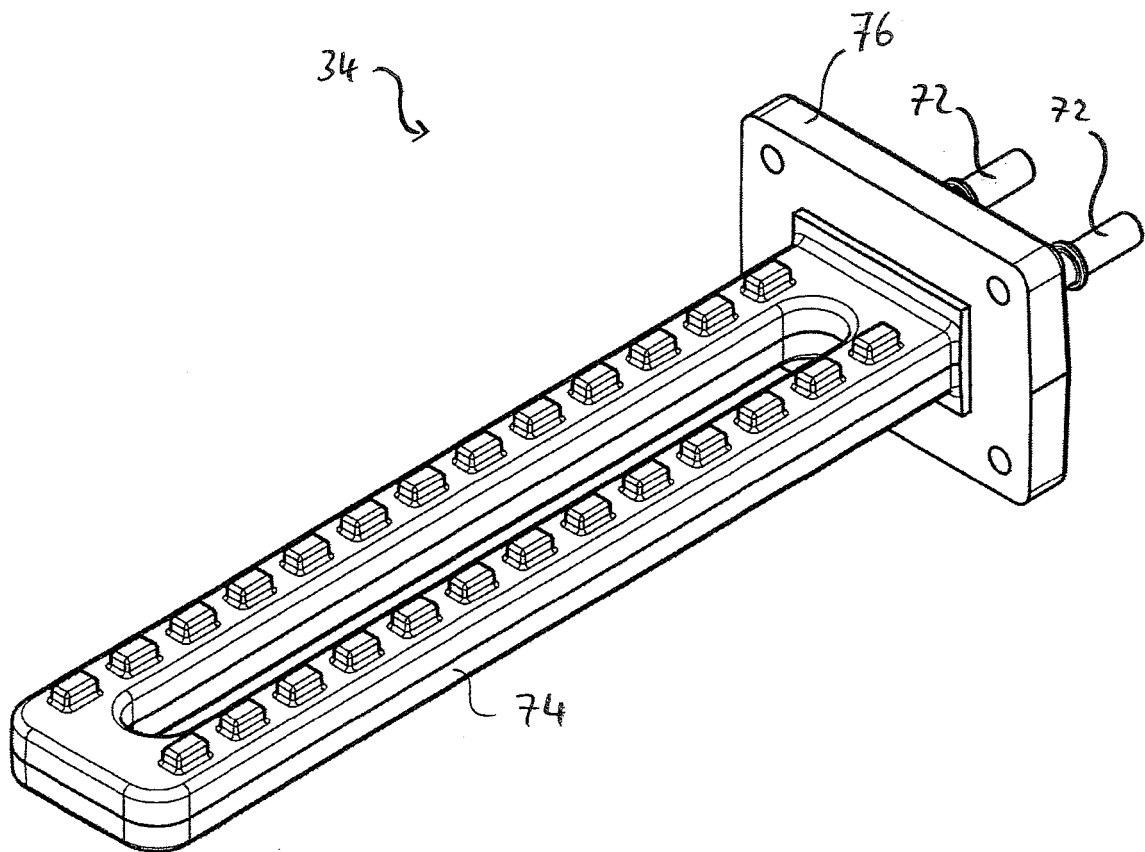


Fig. 5

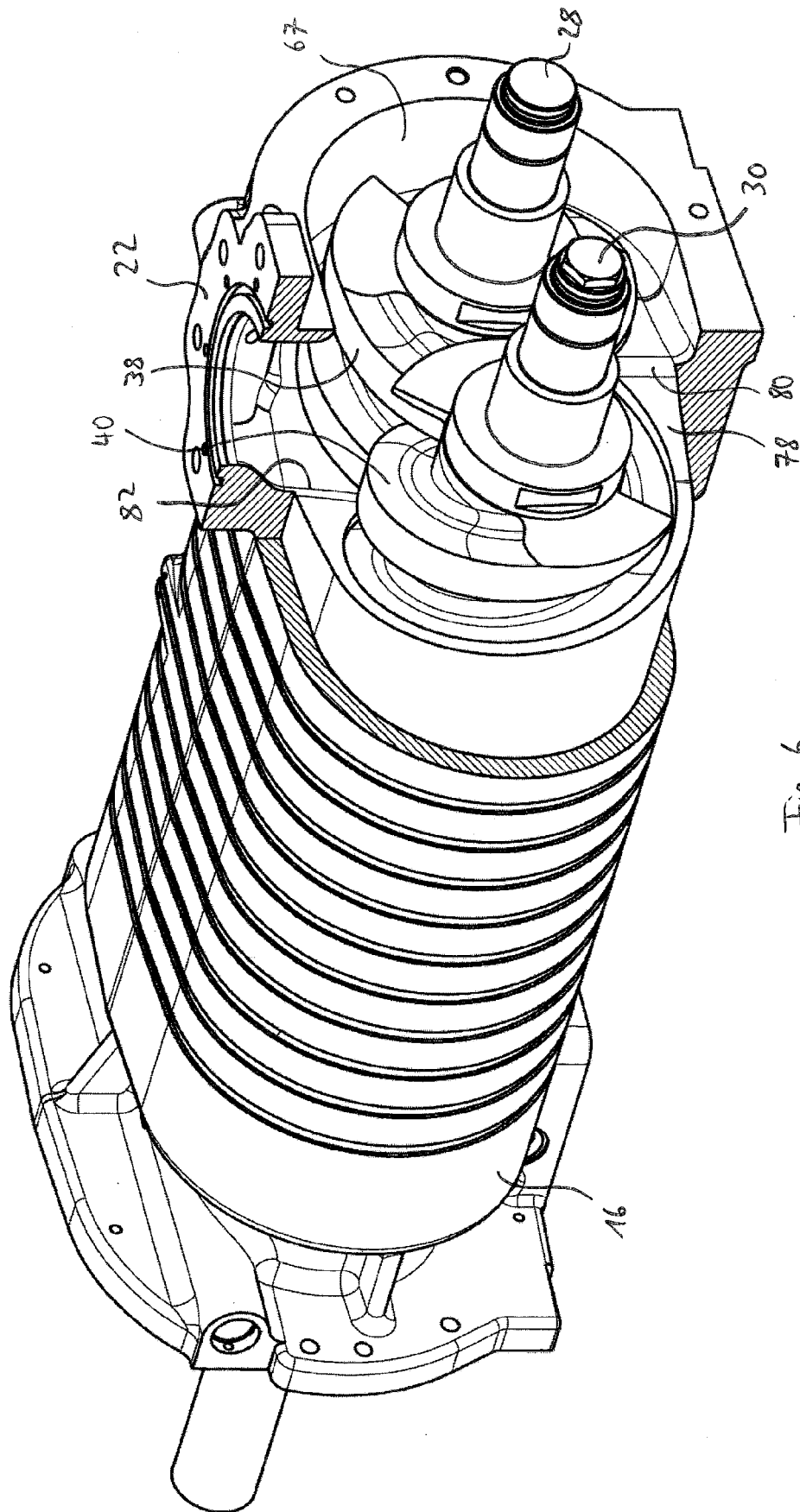


Fig. 6

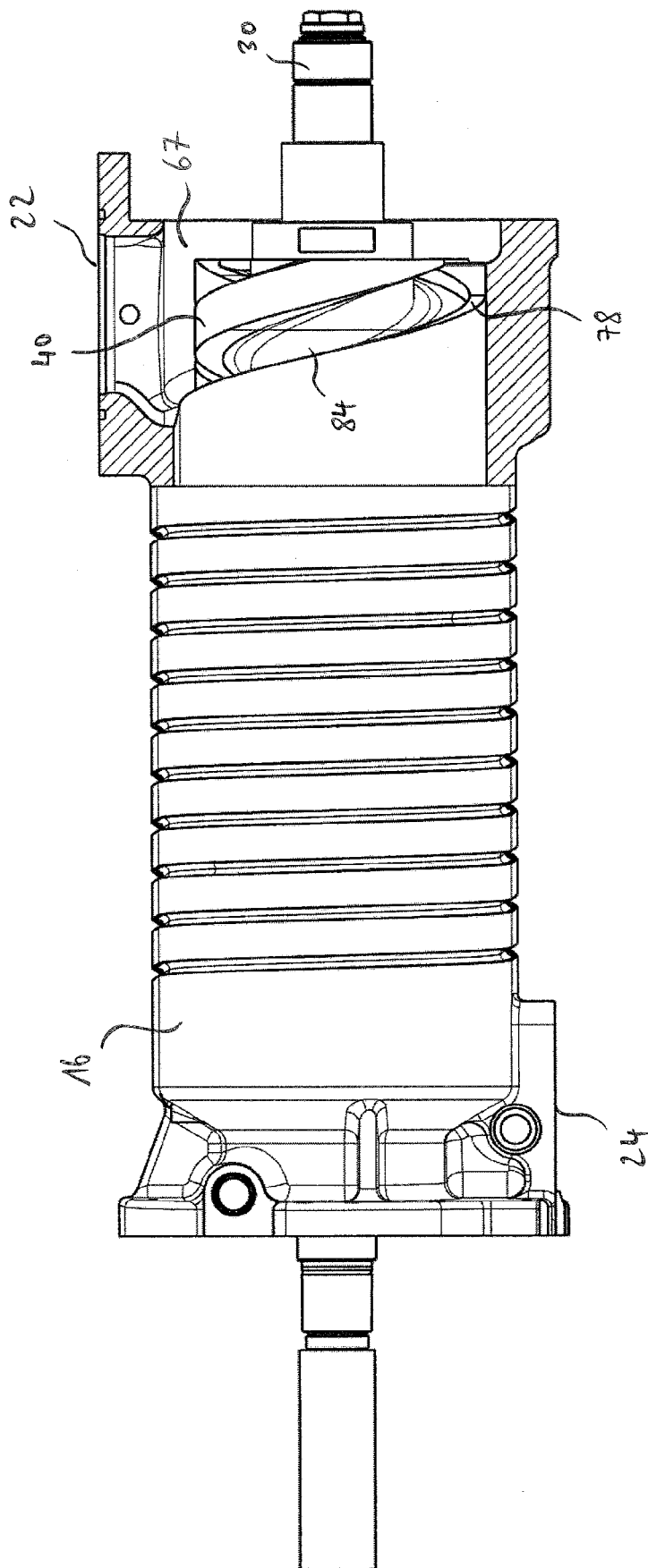
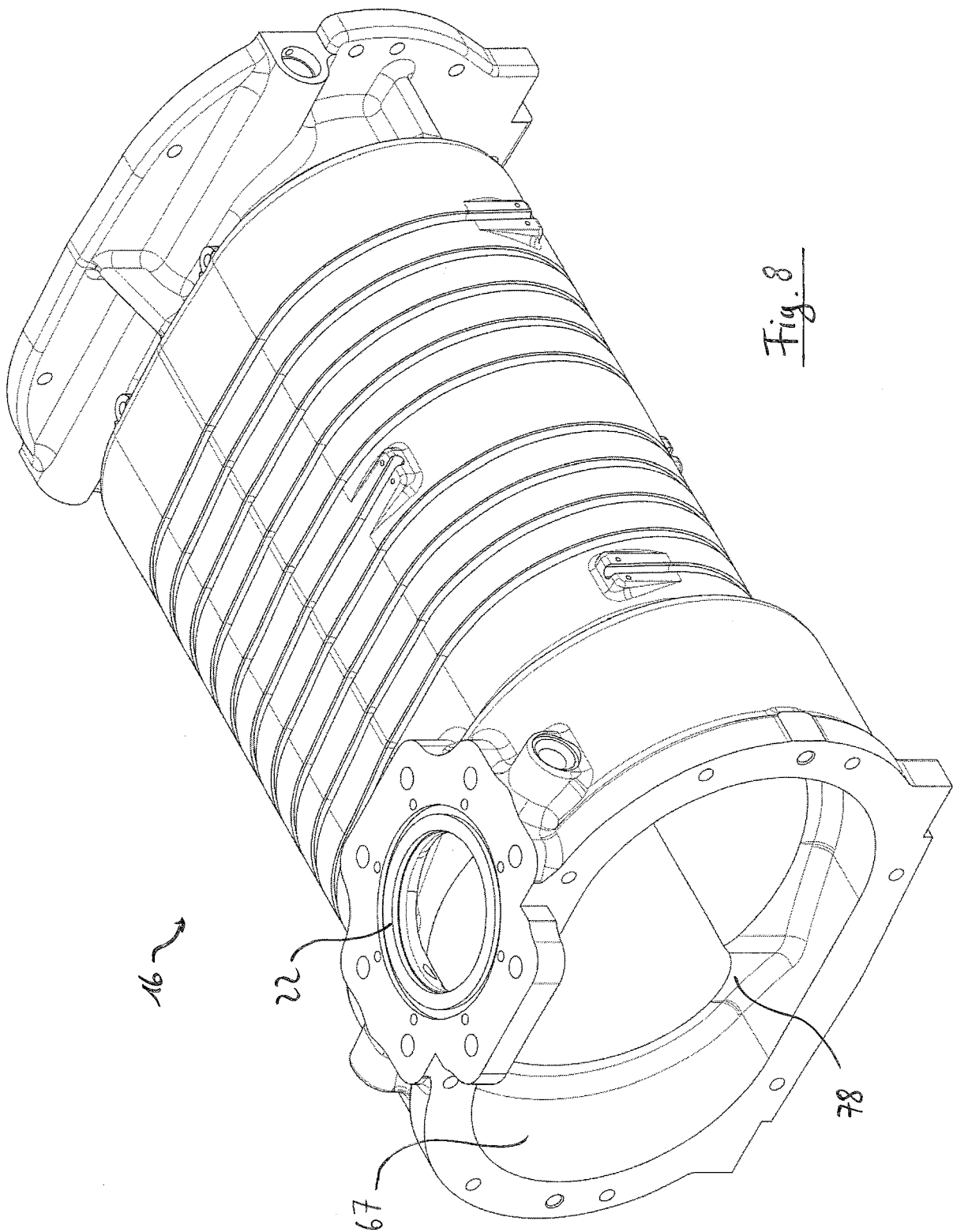


Fig. 7



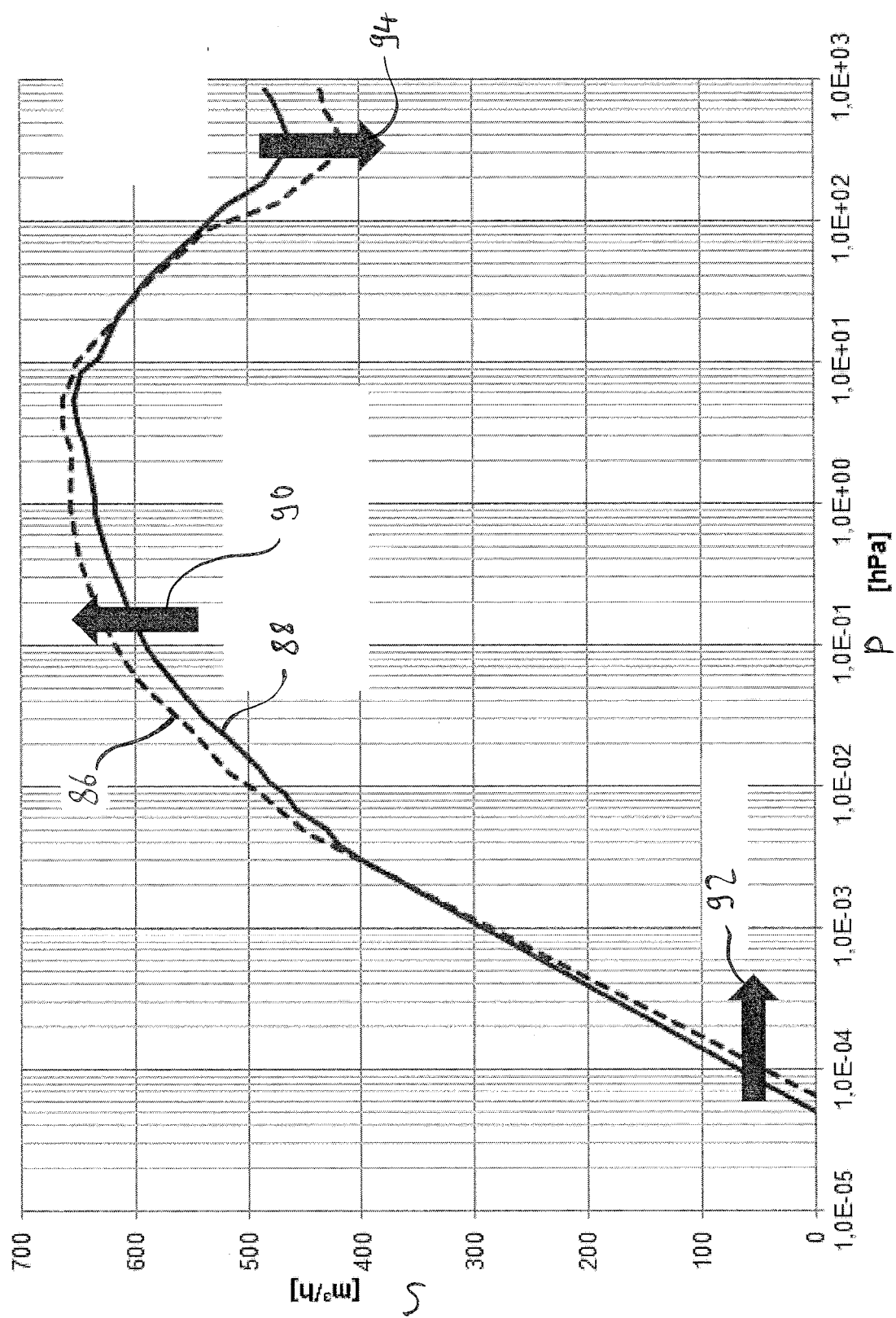


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 20 7558

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)
X	DE 20 2016 005209 U1 (LEYBOLD GMBH [DE]) 1. Dezember 2017 (2017-12-01)	1-6, 10-12,15	INV. F04C25/02
Y	* Absätze [0041], [0046]; Anspruch 1; Abbildungen 1,5 *	7-9,13, 14	F04C18/08 F04C18/16

X	DE 20 2016 005208 U1 (LEYBOLD GMBH [DE]) 1. Dezember 2017 (2017-12-01)	1-6,10, 12,15	
	* Absätze [0051], [0056]; Anspruch 1; Abbildungen 1,5 *		

X	US 2002/031439 A1 (CHEN CHUN-CHIEN [TW] ET AL) 14. März 2002 (2002-03-14)	1,12,15	
	* Absätze [0012] - [0014], [0017]; Abbildung 4 *		

Y	DE 100 19 637 A1 (LEYBOLD VAKUUM GMBH [DE]) 25. Oktober 2001 (2001-10-25)	13,14	
	* Absatz [0027] - Absatz [0028]; Abbildung 1 *		

Y	JP 4 900270 B2 (TOYOTA IND CORP) 21. März 2012 (2012-03-21)	7-9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04C F01C
	* Absatz [0028] - Absatz [0033]; Abbildungen 1,2,4 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 29. 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 7558

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.

29-05-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 202016005209 U1	01-12-2017	DE 202016005209 U1	01-12-2017
			WO 2018041614 A1	08-03-2018
15	DE 202016005208 U1	01-12-2017	DE 202016005208 U1	01-12-2017
			WO 2018041620 A1	08-03-2018
	US 2002031439 A1	14-03-2002	KEINE	
20	DE 10019637 A1	25-10-2001	AU 6216201 A	07-11-2001
			DE 10019637 A1	25-10-2001
			WO 0181766 A1	01-11-2001
25	JP 4900270 B2	21-03-2012	JP 4900270 B2	21-03-2012
			JP 2009185778 A	20-08-2009

EPO FORM P0461

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