

(19)



(11)

EP 3 981 983 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.04.2022 Patentblatt 2022/15

(21) Anmeldenummer: **21200840.3**

(22) Anmeldetag: **05.10.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04B 9/04 (2006.01) **F04B 27/00** (2006.01)
F04B 35/04 (2006.01) **F04B 39/12** (2006.01)
F04B 49/06 (2006.01) **F04B 49/20** (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04B 9/047; F04B 27/005; F04B 35/04;
F04B 39/121; F04B 49/065; F04B 49/20;
F04B 2201/0201; F04B 2201/0202;
F04B 2201/0206

(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:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **12.10.2020 DE 102020126702**

(71) Anmelder: **Mehrer Compression GmbH**
72336 Balingen (DE)

(72) Erfinder:
 • **Die Erfinder haben auf ihr Recht verzichtet, als solche bekannt gemacht zu werden.**

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB**
Friedrichstraße 6
70174 Stuttgart (DE)

(54) KOMPRESSOR ZUM KOMPRIMIEREN VON GASEN

(57) Die Erfindung betrifft einen Kompressor (10) zum Komprimieren von Gasen, mit mindestens zwei Zylindern (12, 14), in denen jeweils ein Kolben (16, 18) geführt ist, wobei die Kolben (16, 18) mittels einer Gewindespindel (20) miteinander gekoppelt sind, wobei zwischen den Zylindern (12, 14) ein Rohrkörper (22) ange-

ordnet ist, der einen Innenraum (24) nach außen hin begrenzt, wobei die Gewindespindel (20) im Innenraum (24) angeordnet ist und durch einen im Innenraum (24) angeordneten Rotor (32) eines Elektromotors (30) antreibbar ist, und wobei der Stator (34) des Elektromotors (30) außerhalb des Innenraums (24) angeordnet ist.

Schnitt II-II:

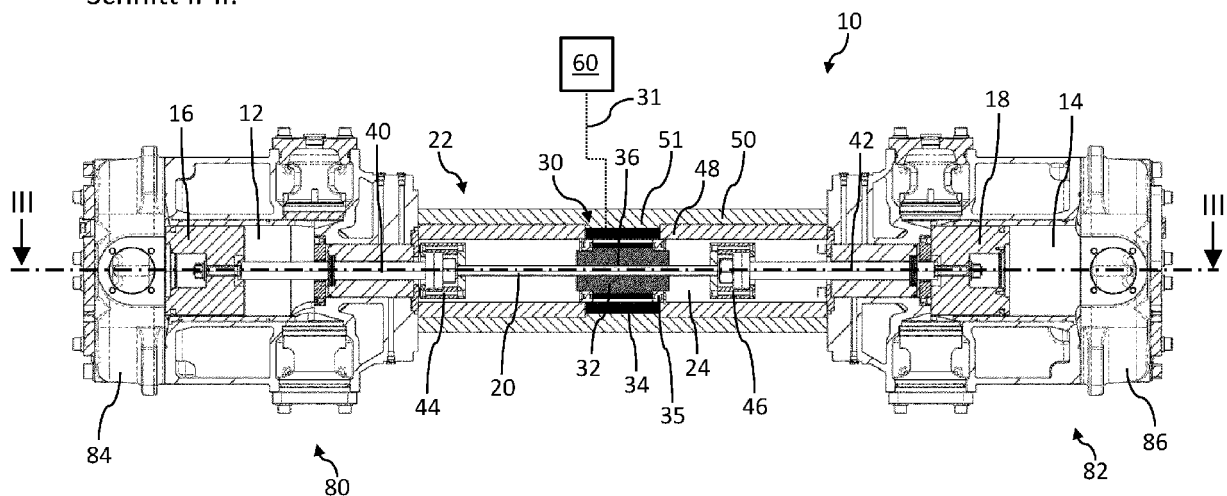


Fig.2

EP 3 981 983 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kompressor zum Komprimieren von Gasen mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1.

[0002] Kompressoren zum Komprimieren von Gasen sind aus dem Stand der Technik bekannt, bspw. in Form von in Werkstätten oder von Heimwerkern eingesetzten Kompressoren. Derartige Kompressoren weisen einen Zylinder auf, in dem ein Kolben geführt ist, der in der Regel über einen Kurbeltrieb angetrieben wird. Die Rotation der Kurbelwelle wird in eine translatorische Bewegung umgewandelt und der Kolben wird sinusförmig beschleunigt bzw. abgebremst. Die Kurbelwelle kann bspw. durch einen Elektromotor angetrieben werden. Dadurch kann im Zylinder ein angesaugtes Gas mittels des Kolbens komprimiert und bspw. einem Speicherkessel zugeführt werden, z.B. zur Bereitstellung von Druckluft. Bei dieser Bauweise ist nachteilig, dass die Kolbenbewegung im Zylinder konstruktiv bedingt ist und nicht verändert werden kann. Auch das Kompressionsverhältnis ist fest vorgegeben. Eine Anpassung des Kompressors auf einen anderen Einsatzzweck, bspw. durch eine andere Fördermenge oder ein anderes Kompressionsverhältnis, ist jedenfalls ohne konstruktive Änderungen am Kurbeltrieb bzw. an Kolben und Zylinder nicht möglich.

[0003] Ein weiterer Kompressor ist aus DE 31 42 950 A1 bekannt. Dieser Kompressor weist zwei Zylinder auf, die zum Erhalt einer möglichst hohen Kompression hintereinandergeschaltet sind. Die beiden in den Zylindern laufenden Kolben sind mittels einer gemeinsamen Spindel gekoppelt, die durch einen Elektromotor angetrieben wird. Der Elektromotor weist eine Statorwicklung und einen Anker auf, die im Innenraum eines Motorgehäuses angeordnet sind. Allerdings eignet sich dieser Kompressor nur zur Kompression von geringen Gasmengen nicht gefährlicher Gase mit hohem Verdichtungsverhältnis, bspw. in Laboratorien.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, mit einfachen konstruktiven Mitteln einen Kompressor bereitzustellen, der zur Kompression von unterschiedlichen Gasen, auch von gefährlichen Gasen, geeignet ist.

[0005] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch einen Kompressor mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Der Kompressor dient zum Komprimieren von Gasen und weist mindestens zwei (erste) Zylinder auf, in denen jeweils ein Kolben geführt ist. Der Kompressor zeichnet sich dadurch aus, dass die Kolben mittels einer Gewindespindel miteinander gekoppelt sind, wobei zwischen den Zylindern ein Rohrkörper angeordnet ist, der einen Innenraum nach außen hin begrenzt. Die Gewindespindel ist in dem Innenraum angeordnet und durch einen im Innenraum angeordneten Rotor eines Elektromotors antreibbar. Der Stator des Elektromotors ist außerhalb des Innenraums angeordnet.

[0006] Auf diese Weise ist eine hermetisch dichte Ausgestaltung geschaffen, da der Rohrkörper die Zylinder hermetisch dicht miteinander verbindet. Auch Stator und

Rotor sind hermetisch voneinander getrennt. Neben einer Förderung ungefährlicher Gase, z.B. von Druckluft, ist auch eine Förderung giftiger oder gesundheitsgefährdender Gase möglich, die mit Viren und/oder Bakterien versetzt sind. Am Zylinder durch Leckage austretendes Gas kann im Innenraum des Rohrkörpers aufgefangen werden. Dies erhöht die Sicherheit bei der Kompression von Gasen ganz erheblich.

[0007] Der (außerhalb des Innenraums angeordnete) Stator wirkt insbesondere rein über das elektrische Feld (ohne mechanische Kopplung) auf den (innerhalb des Innenraums angeordneten) Rotor. Stator und Rotor wirken derart zusammen, dass der Rotor durch den Stator drehend angetrieben werden kann.

[0008] Der Rotor ist innerhalb des Rohrkörpers insbesondere drehbar gelagert und im Rohrkörper axial gesichert. Der Rotor kann sich, abgesehen von ggf. vorhandenem Spiel, entlang der Mittellängsrichtung vorzugsweise nicht bewegen. Eine Lagerung des Rotors kann bspw. über ein oder mehrere sich am Rohrkörper abstützende Wälzlager erfolgen. Eine axiale Sicherung des Rotors und/oder der Wälzlager kann bspw. über Sicherungsringe erfolgen, die in den Rohrkörper eingreifen.

[0009] Der Rohrkörper ist ein rohrförmig ausgebildeter Körper. Der Rohrkörper weist einen im Wesentlichen gleichbleibenden, vorzugsweise konstanten, Außendurchmesser und einen im Wesentlichen gleichbleibenden, vorzugsweise konstanten, Innendurchmesser auf. Der Innenraum, den der Rohrkörper nach außen hin begrenzt, weist eine im Wesentlichen kreiszylindrische Form auf.

[0010] Der Rohrkörper und die Zylinder können optional einteilig oder mehrteilig ausgebildet sein, bspw. mit einem Innenrohr und einem Außenrohr. Ist der Rohrkörper mit einem Innenrohr und einem Außenrohr ausgebildet, kann der Außendurchmesser des Außenrohrs einen im Wesentlichen gleichbleibenden, vorzugsweise konstanten, Außendurchmesser aufweisen. Das Innenrohr kann einen im Wesentlichen gleichbleibenden, vorzugsweise konstanten, Innendurchmesser aufweisen. Der Innendurchmesser des Außenrohrs und der Außendurchmesser des Innenrohrs korrespondieren miteinander, liegen also zumindest abschnittsweise aneinander an. Dabei können am Innendurchmesser des Außenrohrs und am Außendurchmesser des Innenrohrs jeweils mehrere Rohrabschnitte mit jeweils unterschiedlichem Durchmesser vorgesehen sein, wobei die betreffenden Abschnitte am Außenrohr und am Innenrohr aneinander anliegen können.

[0011] Bei dem Kompressor handelt es sich insbesondere um einen volumetrischen Verdichter, bspw. um einen Kolbenverdichter. Dessen Kompressionsvolumen wird gebildet aus einer oder mehreren zylindrischen Wänden (bspw. rohrförmiger Querschnitt) und einem oder mehreren sich darin bewegenden Kolben. Der Kolben kann sich translatorisch in seinem Zylinder bewegen (Linearkolbenkompressor).

[0012] Der Kompressor kann als einseitig oder beid-

seitig wirkender Kompressor ausgebildet sein. Bei einseitig wirkender Ausführung kann der Kompressor konstruktiv einfach ausgestaltet werden, bspw. mit vergleichsweise wenigen Ventilen. Bei doppeltwirkender Ausführung stellt jeder Kolbenhub einen Arbeitshub dar.

[0013] Der Kolben passt (formschlüssig) in seinen Zylinder, d.h. der Querschnitt (Außenquerschnitt) des Kolbens und der Querschnitt des Zylinders (Zylinderbohrungsquerschnitt) sind aneinander angepasst. Zylinder und Kolben können einen runden, ovalen, mehrkantigen Querschnitt oder dergleichen aufweisen. Ein Zylinder und ein darin laufender Kolben bilden eine Kompressionskammer. Wie bereits angedeutet, kann der Kompressor mehrere Kompressionskammern aufweisen.

[0014] Die Kolbenstange und/oder der Kolben bewegen sich translatorisch, insbesondere entlang ihrer Mittellängsrichtung. Bei entsprechender Ansteuerung des oder der Elektromotoren durch eine hierfür vorgesehene Steuerung kann der Kolben im Zylinder eine oszillierende Bewegung durchführen. Unabhängig davon kann die Kolbenstange mit dem Kolben verbunden, bspw. mit dem Kolben verschraubt sein.

[0015] Der Elektromotor kann mittels einer drahtlosen oder drahtgebundenen Verbindung mit der Steuerung verbunden sein. Durch Ansteuerung des Elektromotors kann die Kolbengeschwindigkeit verändert und der oder die Umkehrpunkte der Kolbenbewegung vorgegeben werden (Antriebsparameter). Es ist denkbar, dass die Steuerung eine drahtlose oder drahtgebundene Schnittstelle aufweist, über die die Steuerung mittels einer Konfigurationseinrichtung verbindbar ist, mittels der die Antriebsparameter konfiguriert werden können, bspw. einem Computer, einem Smartphone, einem Tablet-Computer oder anderen Remote-Verbindungen. Somit kann eine manuelle oder softwaregestützte Anpassung der Antriebsparameter erfolgen.

[0016] Alternativ oder ergänzend hierzu können am oder im Kompressor, bspw. an einem Kompressoreingang, ein oder mehrere Sensoren vorgesehen sein, die drahtlos oder drahtgebunden mit der Steuerung verbunden sind. Mittels der Sensoren können Zustandsgrößen (Temperatur, Druck, Feuchtigkeit, Gasart- oder Gaszusammensetzung) von dem Kompressor zugeführten und zu komprimierenden Gasen erfasst werden, wie weiter unten noch erläutert. Dadurch kann mittels der Steuerung eine selbsttätige Konfiguration der Antriebsparameter erfolgen, bspw. kann die Kolbengeschwindigkeit bei feuchten Gasen reduziert werden.

[0017] Im Betrieb des Kompressors erfolgt eine Kompression dadurch, dass sich der Kolben im Zylinder derart bewegt, dass das Zylindervolumen (an einer Kolben-seite) kleiner wird. Durch das kleinere Volumen steigt im Zylinder der Gasdruck so lange, bis ein oder mehrere am Zylinder vorgesehene Auslassventile öffnen und das komprimierte Gas aus dem Zylinder ausströmt. Wird der Kolben im Zylinder in die andere Richtung bewegt (Gegenbewegung), vergrößert sich das Zylindervolumen (an der betreffenden Kolben-seite) wieder. Der Druck im Zy-

linder sinkt, wobei ein oder mehrere Einlassventile öffnen, so dass frisches Gas in den Zylinder (Kompressionsraum) einströmt. Dieses Gas kann bei sich umkehrender Kolbenbewegung wieder komprimiert werden.

[0018] Der im Innenraum des Rohrkörpers herrschende Druck ist regelmäßig geringer als der Kompressionsdruck in den Zylindern. Im Innenraum würde theoretisch Umgebungsdruck herrschen, bedingt durch die von den Zylindern ausgehende Leckage ist der Druck im Innenraum des Rohrkörpers insbesondere im Betrieb des Kompressors in der Regel höher als der Umgebungsdruck.

[0019] In vorteilhafter Weise kann der Rotor einen axialen Durchgang aufweisen, durch den sich die Gewindespindel hindurch erstreckt, wobei die Gewindespindel drehfest mit dem Rotor verbunden ist. Dadurch sind Gewindespindel und Rotor auf einfache Weise drehfest gekoppelt. Wird der Rotor drehend angetrieben, dreht sich auch die Gewindespindel.

[0020] In zweckmäßiger Weise können die Kolben jeweils mit einer Kolbenstange verbunden sein, die an ihrem vom Kolben abgewandten Ende jeweils eine Spindel-mutter aufweist, die mit der Gewindespindel in Eingriff ist (Innengewinde der Spindel-mutter ist mit Außengewinde der Gewindespindel in Eingriff). Dadurch kann die Drehbewegung der (durch den Rotor angetriebenen) Gewindespindel in eine translatorische Bewegung der Kolbenstange und damit des Kolbens umgewandelt werden. Bei Rotation der Gewindespindel drehen sich Kolbenstange und Kolben nicht mit. Die Kolbenstange kann bspw. mit Kolben verschraubt sein.

[0021] Im Konkreten kann der Stator den Rotor nach radial außen umgeben und in einer an den Innenraum angrenzenden Wandung des Rohrkörpers angeordnet sein. Somit ist der Stator außerhalb des Innenraums angeordnet, befindet sich aber dennoch recht nahe am Rotor (radialer Abstand zwischen Statorinnenradius und Rotoraussenradius gering). Es ist denkbar, dass der Stator einen Abschnitt der an den Innenraum angrenzenden Wandung des Rohrkörpers bildet. Der Stator kann Eisen und/oder Kupfer und optional Vergussmasse aufweisen, bspw. ein Kunststoffharz. Die hermetische Trennung des Stators zum Innenraum kann bspw. mittels der Vergussmasse hergestellt werden.

[0022] Im Rahmen einer bevorzugten Ausgestaltung kann der Stator von radial außen durch ein Abstützelement, bspw. durch ein Außenrohr des Rohrkörpers, abgestützt werden. Somit ist der Stator vergleichsweise stabil in der Wandung des Rohrkörpers gelagert. Ggf. kann der Stator den im Innenraum des Rohrkörpers herrschenden Druck aufnehmen.

[0023] Wie zuvor bereits angedeutet, kann eine Steuerung zum Steuern des Elektromotors vorgesehen sein, wobei die Steuerung derart eingerichtet ist, dass die (mittlere und/oder maximale) Kolbengeschwindigkeit und die Anfangsposition und/oder Endposition der Kolben in deren Zylinder jeweils variierbar ist. Dadurch kann eine variable Volumenstromkontrolle bzw. Fördermenge

erreicht werden. Die Kolbenbewegung ist somit keine durch Zwangskopplung vorgegebene Bewegung, sondern kann bei Bedarf angepasst werden. So kann der Elektromotor bspw. gestoppt und/oder in der Drehrichtung umgekehrt werden, bevor der oder die Kolben einen Umkehrpunkt erreichen.

[0024] In vorteilhafter Weise können zwei weitere Zylinder (zweite Zylinder) vorgesehen sein, in denen jeweils ein (weiterer) Kolben geführt ist, wobei die Kolben mittels einer gemeinsamen Kolbenstange gekoppelt sind, wobei ein weiterer Elektromotor vorgesehen ist, mittels dem die gemeinsame Kolbenstange antreibbar ist. Somit stehen zwei weitere Zylinder zur Verfügung, mittels denen ein dem Kompressor bzw. den weiteren Zylinder zugeführtes Gas komprimiert werden kann, wobei die Kolben gemeinsam angetrieben werden. Die beiden Kolben bewegen sich bei einem Antrieb in die gleiche Richtung. Eine Kompression erfolgt dabei gegenläufig, d.h. wenn einer der weiteren Kolben komprimiert, kann der zweite weitere Kolben ansaugen.

[0025] In zweckmäßiger Weise kann die gemeinsame Kolbenstange zumindest abschnittsweise als Zahnstange ausgebildet sein, wobei die Motorwelle des weiteren Elektromotors ein Antriebsritzel trägt, welches mit der Zahnstange kämmt. Somit ist die gemeinsame Kolbenstange mit einfachen konstruktiven Mitteln durch den Elektromotor antreibbar. Durch Austausch des Antriebsritzels kann die Übersetzung zwischen Antriebsritzel und Zahnstange angepasst werden.

[0026] Im Rahmen einer bevorzugten Ausgestaltung kann der weitere Elektromotor drahtlos oder drahtgebunden mit der Steuerung verbunden sein und mittels der Steuerung gesteuert werden oder es kann eine weitere Steuerung zum Steuern des weiteren Elektromotors vorgesehen sein, wobei die Steuerung oder die weitere Steuerung derart eingerichtet ist, dass die (mittlere und/oder maximale) Kolbengeschwindigkeit und die Anfangsposition und/oder Endposition der (weiteren) Kolben in den weiteren Zylindern jeweils variierbar ist. Hiermit kann eine Parametrierung des Antriebs bezüglich Geschwindigkeitsprofil und Kompressionsverhältnis erfolgen, so dass auch die Kolbenbewegung in den weiteren Zylindern angepasst werden kann.

[0027] In vorteilhafter Weise können einer der Zylinder und einer der weiteren Zylinder jeweils zu einem Kompressorblock zusammengefasst sein. Dies trägt zu einer kompakten und materialsparenden Bauweise bei, da Strukturen oder Komponenten des Kompressorblocks durch die gemeinsam in einem Kompressorblock angeordneten Zylinder gemeinsam genutzt werden können.

[0028] In zweckmäßiger Weise können der Zylinder und der weitere Zylinder eines Kompressorblocks hintereinandergeschaltet sein. Hiermit kann eine höhere Kompression eines Gases erreicht werden als wenn dieses Gas zur Kompression nur einem Zylinder zugeführt wird. So können der Ausgang des weiteren Zylinders und der Eingang eines ersten Zylinders miteinander strömungsverbunden sein. Somit wird das Gas zunächst im weite-

ren Zylinder komprimiert und danach im ersten Zylinders des Kompressorblocks. Am ersten Zylinder kann individuell bspw. eine "sanfte Kompression" erfolgen (reduzierte Beschleunigung oder Geschwindigkeit des Kolbens). Auch eine umgekehrte Hintereinanderschaltung ist grundsätzlich denkbar. So kann der Ausgang des Zylinders eines Kompressorblocks mit Eingang des weiteren Zylinders in diesem Kompressorblock strömungsverbunden sein.

[0029] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert, wobei gleiche oder funktional gleiche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen sind, ggf. jedoch lediglich einmal. Es zeigen:

15 Fig.1 eine Ausführungsform des Kompressors zum Komprimieren von Gasen in einer Draufsicht;

Fig.2 den Kompressor aus Figur 1 in einer Schnittansicht gemäß der in Figur 1 eingezeichneten
20 Schnittebene II-II;

Fig.3 den Kompressor aus Figur 1 in einer Schnittansicht gemäß der in Figur 2 eingezeichneten
25 Schnittebene III-III; und

Fig.4 den Kompressor aus Figur 1 in einer Stirnansicht gemäß dem in Figur 3 eingezeichneten
Pfeil IV.

30 **[0030]** Figur 1 zeigt einen Kompressor zum Komprimieren von Gasen, der insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet ist. Im Beispiel weist der Kompressor 10 zwei Kompressorblöcke 80, 82 auf (vgl. Fig.1), in denen jeweils ein erster Zylinder 12, 14 und ein weiterer
35 Zylinder 62, 64 angeordnet sind (vgl. Fig.3).

[0031] Die Kompressorblöcke 80, 82 weisen jeweils einen Zylinderkopf 84, 86 auf, in denen für jeden Zylinder 12, 14, 62, 64 jeweils ein Einlassventil 88 und ein Auslassventil 90 angeordnet sind (vgl. Fig.4). Zudem sind in
40 jedem Kompressorblock 80, 82 Kühlkanäle 92, 94 ausgebildet, die zur Kühlung der Zylinder 12, 14, 62, 64 mittels eines Kühlmediums durchströmt werden können (vgl. Fig.3). Die Kühlkanäle 92, 94 weisen jeweils einen Zugang 96 und einen Ausgang 98 auf (in den Figuren jeweils mit Verschlussplatte 100 dargestellt).

[0032] Die Antriebskomponenten zum Antrieb der in den Zylindern 12, 14, 62, 64 laufenden Kolben, die nachfolgend beschrieben werden, sind zwischen den Kompressorblöcken 80, 82 angeordnet. Die Kompressorblöcke 80, 82 und die dazwischen angeordneten Antriebskomponenten können mittels eines Gehäuses (Kompressorgehäuse) eingefasst sein (nicht dargestellt).

[0033] Wie bereits angedeutet, weist der Kompressor 10 im Beispiel zwei erste Zylinder 12, 14 auf, in denen jeweils ein Kolben 16, 18 geführt ist (vgl. Fig.2 und 3). Die Kolben 16, 18 sind mittels einer Gewindespindel 20 miteinander gekoppelt. Zwischen den Zylindern 12, 14 ist ein Rohrkörper 22 angeordnet, der einen Innenraum

24 nach außen hin begrenzt. Im Beispiel weist der Rohrkörper 22 einen konstanten Außendurchmesser auf. Die Gewindespindel 20 ist im Innenraum 24 angeordnet und kann durch einen im Innenraum 24 angeordneten Rotor 32 eines Elektromotors 30 angetrieben werden. Der Stator 34 des Elektromotors 30 ist außerhalb des Innenraums 24 angeordnet. Der Innenraum 24 weist im Beispiel eine kreiszylindrische Form auf.

[0034] Im Beispiel weist der Rotor 32 einen axialen Durchgang 36 auf (vgl. Fig.2), durch den sich die Gewindespindel 20 hindurch erstreckt, wobei die Gewindespindel 20 drehfest mit dem Rotor 32 verbunden ist. Wird der Rotor 32 drehend angetrieben, dreht sich die Gewindespindel 20 mit. Der Rotor 32 ist mittels Wälzlager 35 drehbar am Rohrkörper 22 gelagert, insbesondere an einer Wandung 48 des Rohrkörpers 22 (vgl. Fig.2).

[0035] Die Kolben 16, 18 sind im Beispiel jeweils mit einer Kolbenstange 40, 42 verbunden (vgl. Fig.2 und 3), die an ihrem vom Kolben 16, 18 abgewandten Ende jeweils eine Spindelmutter 44, 46 aufweist, die mit der Gewindespindel 20 in Eingriff ist. Dabei ist jeweils ein Innengewinde der Spindelmutter 44, 46 mit einem Außengewinde der Gewindespindel 20 in Eingriff. Die Drehbewegung der Gewindespindel 20 kann somit in eine translatorische Bewegung der Kolbenstangen 40, 42 und damit der Kolben 16, 18 umgewandelt werden.

[0036] Der Stator 34 umgibt den Rotor 32 nach radial außen und ist in einer an den Innenraum 24 angrenzenden Wandung 48 des Rohrkörpers 22 angeordnet (vgl. Fig.2 und 3). Der Stator 34 und die Wandung 48 können ein Innenrohr des Rohrkörpers 22 ausbilden.

[0037] Im Beispiel wird der Stator 34 von radial außen durch ein Abstützelement 50 abgestützt (vgl. Fig.2 und 3). Das Abstützelement 50 ist im Beispiel als ein Außenrohr 50 des Rohrkörpers 22 ausgebildet. Das Außenrohr 50 kann in einem axial mit dem Stator 34 überlappenden Abschnitt optional einen nach radial innen erhabenen Abschnitt 51 aufweisen (Außenrohr 50 mit mehreren Abschnitten mit jeweils unterschiedlichem Durchmesser).

[0038] Es ist eine Steuerung 60 zum Steuern des Elektromotors 30 vorgesehen, wobei die Steuerung 60 derart eingerichtet ist, dass die Kolbengeschwindigkeit und die Anfangsposition und/oder Endposition der Kolben 16, 18 in deren Zylinder 12, 14 jeweils variierbar ist. Der Elektromotor 30 ist mittels einer Steuer- und/oder Signalleitung 31 mit der Steuerung 60 verbunden.

[0039] Wie bereits angedeutet, weist der Kompressor 10 zwei weitere Zylinder 62, 64 auf, in denen jeweils ein (weiterer) Kolben 66, 68 geführt ist (vgl. Fig.3). Die Kolben 66, 68 sind mittels einer gemeinsamen Kolbenstange 70 gekoppelt, wobei ein weiterer Elektromotor 72 vorgesehen ist, mittels dem die gemeinsame Kolbenstange 70 antreibbar ist. Die Kolben 66, 68 sind jeweils an den Enden der gemeinsamen Kolbenstange 70 angeordnet und an dieser befestigt, bspw. mittels einer Schraube an der Kolbenstange 70 verschraubt.

[0040] Die beiden Kolben 66, 68 bewegen sich bei einem Antrieb der Kolbenstange 70 in die gleiche Richtung.

Eine Kompression erfolgt dabei gegenläufig, d.h. wenn einer der Kolben 66, 68 im Zylinder 62, 64 Gas komprimiert, kann der andere der Kolben 66, 68 Gas in den Zylinder 62, 64 ansaugen.

[0041] Die gemeinsame Kolbenstange 70 ist im Beispiel zumindest abschnittsweise als Zahnstange 74 ausgebildet, wobei die Motorwelle des weiteren Elektromotors 72 ein Antriebsritzel 76 trägt, welches mit der Zahnstange 74 kämmt. Durch einen drehenden Antrieb des Elektromotors 72 können über das Antriebsritzel 76 und die Zahnstange 74 die Kolbenstange 70 und die Kolben 66, 68 translatorisch bewegt werden.

[0042] Im Beispiel ist der weitere Elektromotor 72 mittels einer weiteren Steuer- und/oder Signalleitung 33 drahtgebunden mit der Steuerung 60 verbunden und wird mittels der Steuerung 60 gesteuert (vgl. Fig.3). Die Steuerung 60 ist derart eingerichtet, dass die Kolbengeschwindigkeit und die Anfangsposition und/oder Endposition der Kolben 66, 68 in den weiteren Zylindern 62, 64 jeweils variierbar ist. Hiermit kann eine Parametrierung des Antriebs der Kolben 66, 68 bezüglich Geschwindigkeitsprofil und Kompressionsverhältnis erfolgen, so dass auch die Kolbenbewegung in den weiteren Zylindern 62, 64 angepasst werden kann.

[0043] Bedingt durch die gemeinsame Kolbenstange 70 erfolgt eine Anpassung der Bewegung der Kolben 66, 68 in den Zylindern 62, 64 gemeinsam. Wird bspw. die (untere) Endposition des Kolbens 66 im Zylinder 62 (Kolben 66 ist vom Zylinderkopf 84 weg verlagert) angepasst, wirkt sich dies auf die (obere) Anfangsposition des Kolbens 68 im Zylinder 64 aus (Kolben 68 ist zum Zylinderkopf 86 hin verlagert).

[0044] Es wurde oben bereits erläutert, dass einer der Zylinder 12, 14 und einer der weiteren Zylinder 62, 64 jeweils zu einem Kompressorblock 80, 82 zusammengefasst sind.

[0045] Der Zylinder 12, 14 und der weitere Zylinder 62, 64 eines Kompressorblocks 80, 82 können hintereinandergeschaltet sein (nicht dargestellt). Bspw. können der Ausgang des weiteren Zylinders 62, 64 und der Eingang eines ersten Zylinders 12, 14 miteinander strömungsverbunden sein, wie oben erläutert. Auch eine umgekehrte Hintereinanderschaltung ist denkbar. So kann der Ausgang des Zylinders 12, 14 eines Kompressorblocks 80, 82 mit dem Eingang des weiteren Zylinders 62, 64 in diesem Kompressorblock 80, 82 strömungsverbunden sein.

50 Patentansprüche

1. Kompressor (10) zum Komprimieren von Gasen, mit mindestens zwei Zylindern (12, 14), in denen jeweils ein Kolben (16, 18) geführt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolben (16, 18) mittels einer Gewindespindel (20) miteinander gekoppelt sind, wobei zwischen den Zylindern (12, 14) ein Rohrkörper (22) angeordnet ist, der einen Innenraum (24) nach au-

- ßen hin begrenzt, wobei die Gewindespindel (20) im Innenraum (24) angeordnet ist und durch einen im Innenraum (24) angeordneten Rotor (32) eines Elektromotors (30) antreibbar ist, wobei der Stator (34) des Elektromotors (30) außerhalb des Innenraums (24) angeordnet ist.
2. Kompressor (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (32) einen axialen Durchgang (36) aufweist, durch den sich die Gewindespindel (20) hindurch erstreckt, wobei die Gewindespindel (20) drehfest mit dem Rotor (32) verbunden ist.
 3. Kompressor (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolben (16, 18) jeweils mit einer Kolbenstange (40, 42) verbunden sind, die an ihrem vom Kolben (16, 18) abgewandten Ende jeweils eine Spindelmutter (44, 46) aufweist, die mit der Gewindespindel (20) in Eingriff ist.
 4. Kompressor (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (34) den Rotor (32) nach radial außen umgibt und in einer an den Innenraum (24) angrenzenden Wandung (48) des Rohrkörpers (22) angeordnet ist.
 5. Kompressor (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (34) von radial außen durch ein Abstützelement (50), insbesondere durch ein Außenrohr (50), abgestützt wird.
 6. Kompressor (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuerung (60) zum Steuern des Elektromotors (30) vorgesehen ist, wobei die Steuerung (60) derart eingerichtet ist, dass die Kolbengeschwindigkeit und die Anfangsposition und/oder Endposition der Kolben (16, 18) in deren Zylinder (12, 14) jeweils variierbar ist.
 7. Kompressor (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei weitere Zylinder (62, 64) vorgesehen sind, in denen jeweils ein Kolben (66, 68) geführt ist, wobei die Kolben (66, 68) mittels einer gemeinsamen Kolbenstange (70) gekoppelt sind, wobei ein weiterer Elektromotor (72) vorgesehen ist, mittels dem die gemeinsame Kolbenstange (70) antreibbar ist.
 8. Kompressor (10) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gemeinsame Kolbenstange (70) zumindest abschnittsweise als Zahnstange (74) ausgebildet ist, wobei die Motorwelle des weiteren Elektromotors (72) ein Antriebsritzel (76) trägt, welches mit der Zahnstange (74) kämmt.
 9. Kompressor (10) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der weitere Elektromotor (72) drahtlos oder drahtgebunden mit der Steuerung (60) verbunden ist und mittels der Steuerung (60) gesteuert wird oder dass eine weitere Steuerung zum Steuern des weiteren Elektromotors (72) vorgesehen ist, wobei die Steuerung (60) oder die weitere Steuerung derart eingerichtet ist, dass die Kolbengeschwindigkeit und die Anfangsposition und/oder Endposition der Kolben (66, 68) in den weiteren Zylindern (62, 64) jeweils variierbar ist.
 10. Kompressor (10) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** einer der Zylinder (12, 14) und einer der weiteren Zylinder (62, 64) jeweils zu einem Kompressorblock (80, 82) zusammengefasst sind und/oder dass der Zylinder (12, 14) und der weitere Zylinder (62, 64) eines Kompressorblocks (80, 82) hintereinandergeschaltet sind.

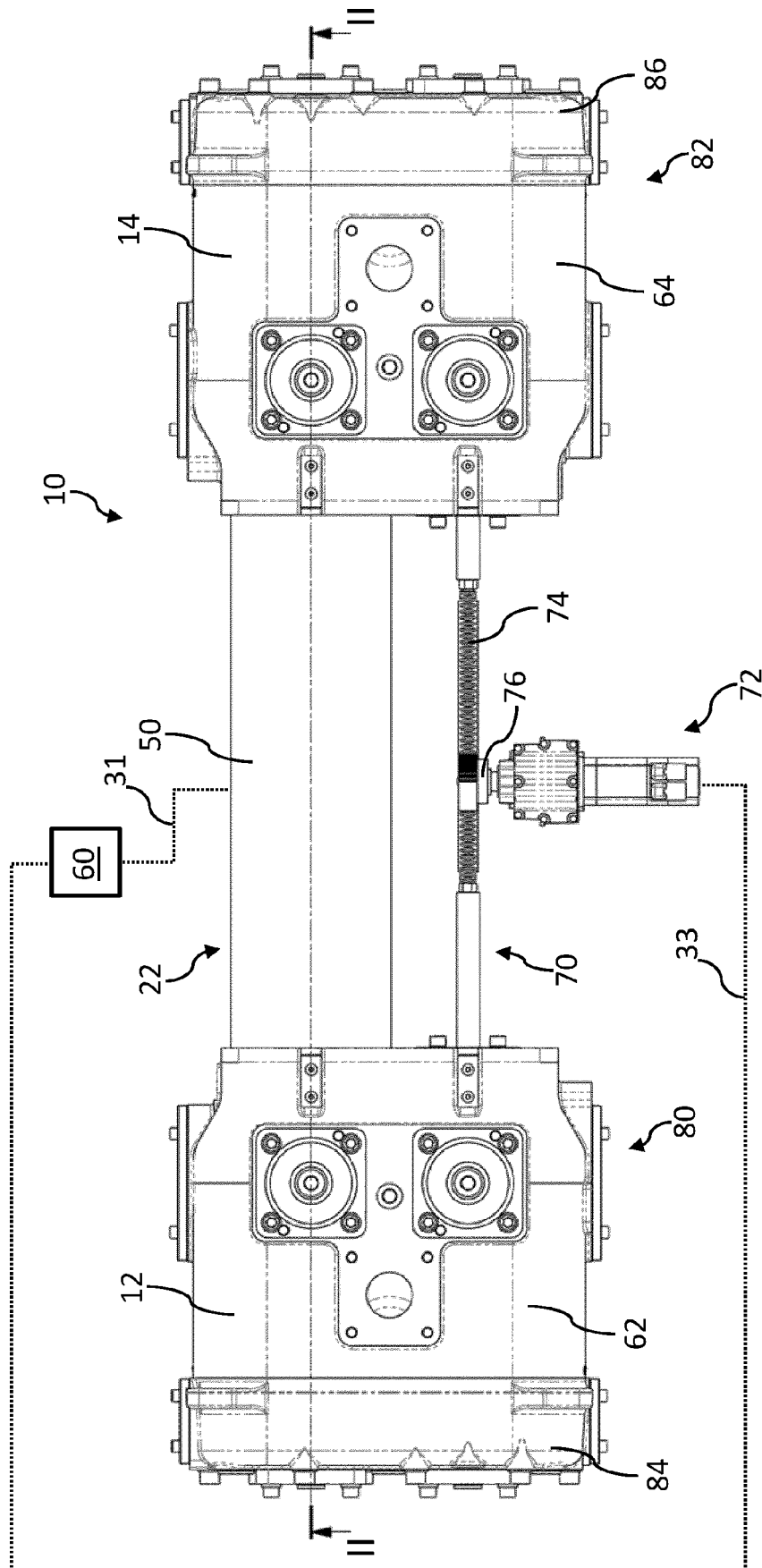


Fig. 1

Schnitt II-II:

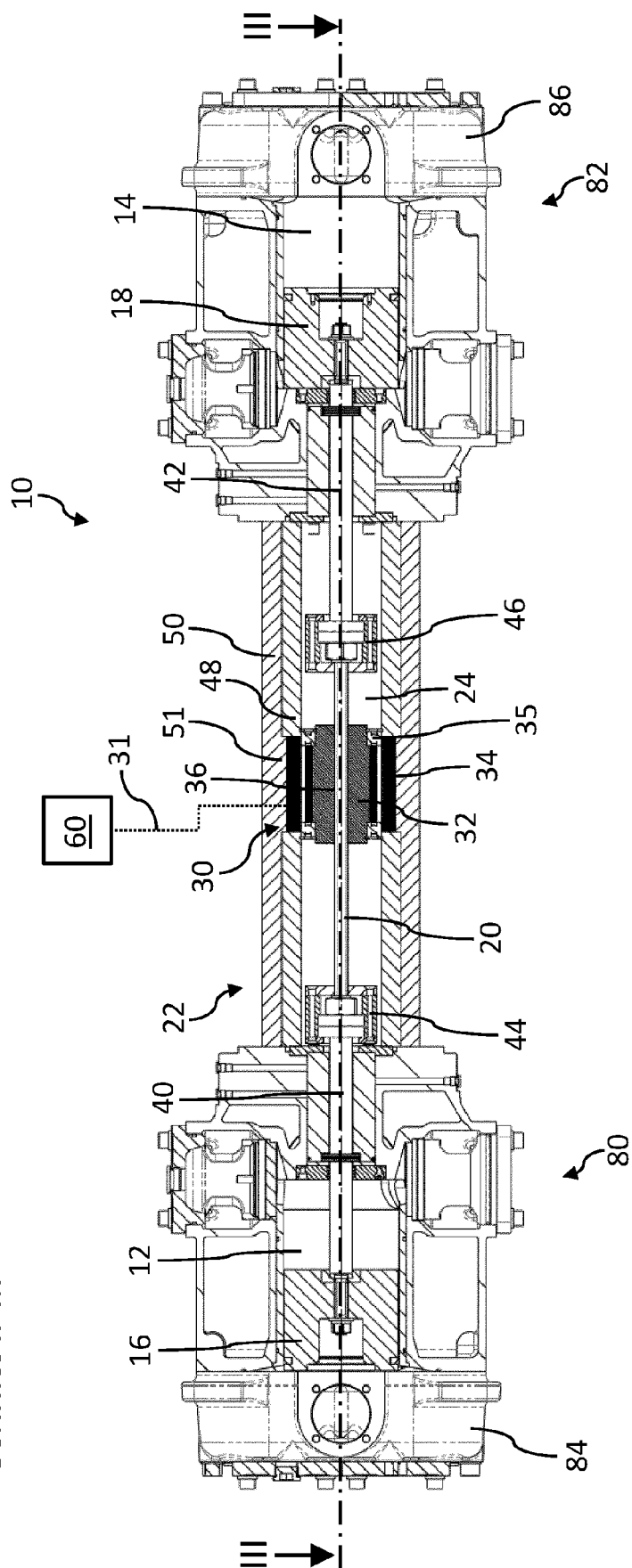


Fig. 2

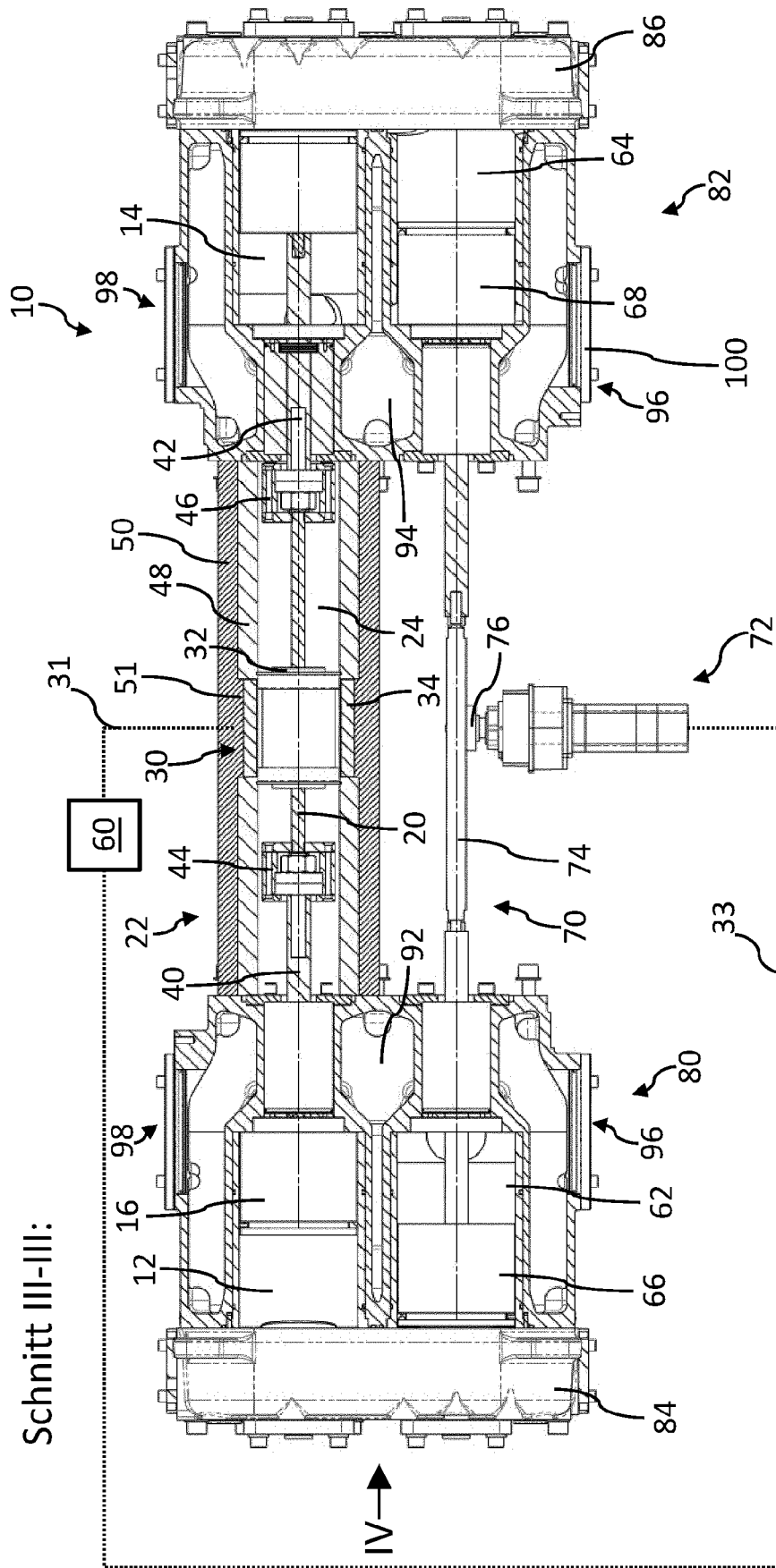


Fig. 3

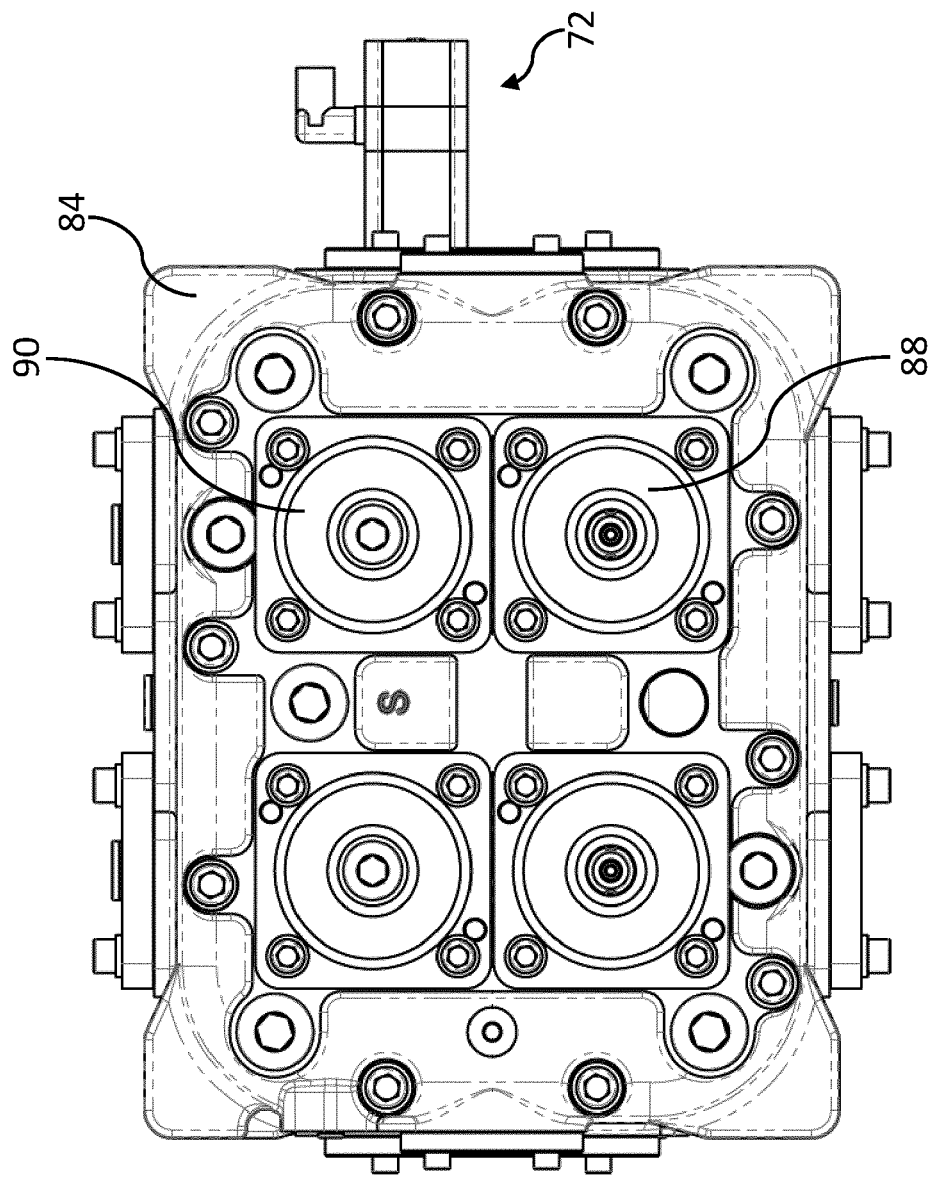


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 20 0840

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)
Y,D	DE 31 42 950 A1 (BARR & STROUD LTD [GB]) 16. Juni 1982 (1982-06-16) * Abbildung 1 * * Seite 8, Zeile 19 - Seite 14, Zeile 17 * -----	1-10	INV. F04B9/04 F04B27/00 F04B35/04 F04B39/12 F04B49/06 F04B49/20
Y	CN 103 397 997 A (SHENGLI OILFIELD TAIFENG MECHANICAL & ELECTRICAL CO LTD) 20. November 2013 (2013-11-20) * Abbildungen 4-6 * * Absatz [0024] - Absatz [0026] * -----	1-10	
A	US 4 145 165 A (PERKINS GERALD S ET AL) 20. März 1979 (1979-03-20) * Abbildung 1 * * Spalte 2, Zeile 43 - Spalte 3, Zeile 12 * -----	1-10	
A	EP 2 133 568 A1 (J P SAUER & SOHN MASCHB GMBH [DE]) 16. Dezember 2009 (2009-12-16) * Abbildungen 1-4 * * Absatz [0016] - Absatz [0029] * -----	1-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	DE 689 02 731 T2 (MITSUBISHI GAS CHEMICAL CO [JP]; NIRECO CORP [JP]) 28. Januar 1993 (1993-01-28) * Abbildungen 2-6 * * Absatz [0029] - Absatz [0075] * -----	1-10	F04B
A	US 2015/361970 A1 (WHITE NICHOLAS N [US] ET AL) 17. Dezember 2015 (2015-12-17) * Abbildung 19 * -----	1-10	
A	CN 110 242 537 A (ZHANG TANWEI) 17. September 2019 (2019-09-17) * Absatz [0025] - Absatz [0029]; Abbildung 2 * ----- -/--	1-10	
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. Januar 2022	Prüfer Ricci, Saverio
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 : nichtschriftliche 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	



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 20 0840

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	DE 600 14 152 T2 (ENG & DRILLING MACHINERY AS [NO]) 24. Februar 2005 (2005-02-24) * Abbildungen 1-5 * * Absatz [0011] - Absatz [0017] * -----	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. Januar 2022	Prüfer Ricci, Saverio
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 : nichtschriftliche 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 03.02 (P04C03)

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

EP 21 20 0840

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

18-01-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	DE 3142950	A1	16-06-1982	BE 890953 A		03-05-1982
				DE 3142950 A1		16-06-1982
				FR 2493419 A1		07-05-1982
				IN 154481 B		03-11-1984
				NL 8104955 A		01-06-1982
20	CN 103397997	A	20-11-2013	KEINE		
	US 4145165	A	20-03-1979	KEINE		
25	EP 2133568	A1	16-12-2009	EP 2133568 A1		16-12-2009
				ES 2478629 T3		22-07-2014
				PL 2133568 T3		30-09-2014
				US 2009311114 A1		17-12-2009
30	DE 68902731	T2	28-01-1993	DE 68902731 T2		28-01-1993
				EP 0370487 A1		30-05-1990
				JP H064259 B2		19-01-1994
				JP H02141216 A		30-05-1990
				KR 900007567 A		01-06-1990
				US 5056997 A		15-10-1991
35	US 2015361970	A1	17-12-2015	CA 2899601 A1		07-08-2014
				US 2015361970 A1		17-12-2015
				WO 2014121251 A2		07-08-2014
40	CN 110242537	A	17-09-2019	KEINE		
	DE 60014152	T2	24-02-2005	AT 277284 T		15-10-2004
				AU 1179701 A		30-04-2001
				CA 2387743 A1		26-04-2001
				CN 1379848 A		13-11-2002
				DE 60014152 T2		24-02-2005
				EP 1232340 A1		21-08-2002
				NO 319106 B1		20-06-2005
45				US 6749408 B1		15-06-2004
				WO 0129415 A1		26-04-2001

EPO FORM P0461

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

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

- DE 3142950 A1 [0003]