

(19)



(11)

EP 2 375 074 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

12.10.2011 Patentblatt 2011/41

(51) Int Cl.:

F04C 18/12 ^(2006.01)**F04C 25/02** ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **11001295.2**(22) Anmeldetag: **17.02.2011**

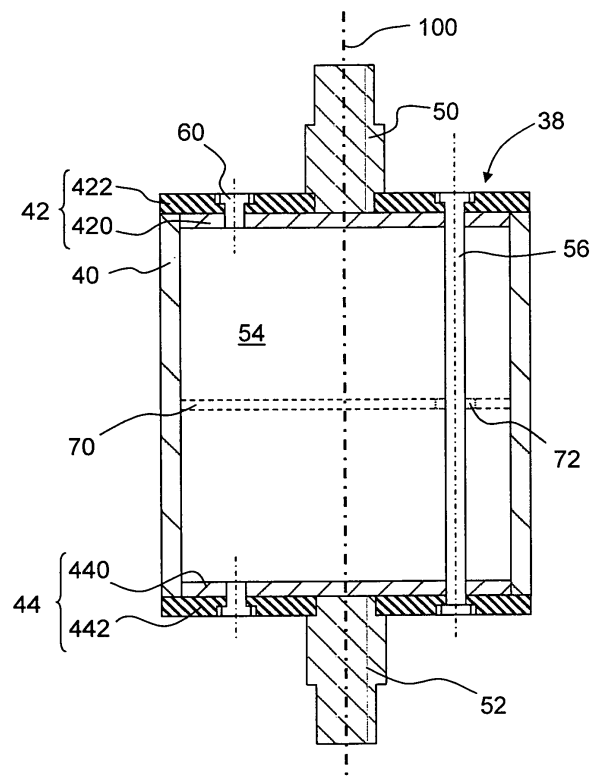
(84) Benannte Vertragsstaaten:

**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

(71) Anmelder: **Pfeiffer Vacuum GmbH****35614 Asslar (DE)**(72) Erfinder: **Oberbeck, Sebastian****35781 Weilburg (DE)**(30) Priorität: **25.03.2010 DE 102010012759**(54) **Rotor für eine Vakuumpumpe**

(57) Offenbart wird ein Rotor (10,12;500) für eine Vakuumpumpe mit einem Kolben (38;502,504). Um ein verbessertes Verhältnis von Masse zu Volumen zu erreichen,

wird vorgeschlagen, dass der Kolben einen Mantelkörper (40;532,552) und eine mit einer Stirnseite des Mantelkörpers verbundene Deckplatte (42,44; 520,526,540,546) aufweist.

**Fig. 3****EP 2 375 074 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Rotor für eine Vakuumpumpe nach dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

[0002] Unter den Vakuumpumpen sind Wälzkolbenpumpen und Schraubenpumpen seit Jahrzehnten am Markt erfolgreich und aus der Vakuumherzeugung nicht mehr wegzudenken. Beispielhaft seien hier die Verwendung in Metallurgie, Vakuumtrocknung und Chemietechnik genannt. In beiden Pumpenarten kommen in der Regel zwei Wellen zum Einsatz, auf denen jeweils ein Kolben angeordnet ist. Durch Drehung der Wellen und Zusammenwirken der Kolben, beispielsweise durch Ineinanderkämmen, wird Gas verdrängt und damit die Pumpwirkung erzielt.

[0003] Konventionell werden die Kolben für diese Art Pumpen aus einer Metalllegierung gegossen, wie es beispielsweise in der Einleitung der DE 40 30 702 A1 beschrieben ist. Sie zeichnen sich demnach durch eine im Verhältnis zum Kolbenvolumen hohe Masse aus. Die hierdurch bedingten hohen Massenträgheitsmomente erfordern hohe Antriebsleistungen der Pumpe und führen zu hohen Lagerbelastungen. Die im vorgenannten Patentdokument beschriebene Lösung, den Rotor zur Gewichtsreduzierung aus Scheiben aufzubauen, hat sich nicht durchgesetzt. Dies dürfte an Nachteilen wie beispielsweise der Gefahr virtueller Lecks im Scheibenzwischenraum und dem Aufwand zur Sicherung der mechanischen Stabilität liegen.

[0004] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Rotor für eine Vakuumpumpe mit einem verbesserten Verhältnis von Volumen zu Masse vorzustellen.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Rotor mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Die weiteren Ansprüche 2 bis 10 geben vorteilhafte Weiterbildungen dieser Erfindung an.

[0006] Die in den Ansprüchen definierten Merkmale führen zu einem Kolben mit sehr gutem Verhältnis von Masse zu Volumen, wodurch vorteilhafte Massenträgheitsmomente erreicht werden. Die Bauweise mit einem Mantelkörper erlaubt vergleichsweise dünnwandige Kolben. Der Materialaufwand ist gering, zudem kommen günstige Fertigungsverfahren zum Einsatz, so dass eine günstige Herstellbarkeit erreicht wird. Die notwendige Antriebsleistung wird reduziert, ebenso die Belastung der Lager. Zudem ermöglichen die vorgestellten Maßnahmen höhere Drehzahlen, so dass kompaktere Vakuumpumpen entstehen, die ein höheres Saugvermögen pro Pumpenvolumen besitzen. Die Konstruktion mit geringeren Massen und weniger massiven Bauelementen wirkt sich außerdem vorteilhaft im Falle von Rotor-Rotor- oder Rotor-Gehäuse-Kontakt aus.

[0007] An Hand von Ausführungsbeispielen und deren Weiterbildungen soll die Erfindung näher erläutert und die Darstellung ihrer Vorteile vertieft werden.

[0008] Es zeigen:

Fig. 1: Schnitt in Wellenrichtung durch eine Wälzkolben-
vakuumpumpe,

Fig. 2: Schnitt senkrecht zur Wellenrichtung durch eine
Wälzkolben-
vakuumpumpe entlang I-I',

5 Fig. 3: Schnitt in Wellenrichtung durch einen Rotor für
eine Wälzkolben-
vakuumpumpe,

Fig. 4: Teilschnitt durch die Deckplatte und den Mantel-
körper,

10 Fig. 5: Schnitt in Wellenrichtung durch einen Rotor für
eine mehrstufige Wälzkolben-
vakuumpumpe.

[0009] In Fig. 1 ist ein Schnitt durch eine Wälzkolben-
vakuumpumpe, nachfolgend Wälzkolbenpumpe, darge-
stellt. Im Gehäuse 2 der Wälzkolbenpumpe befindet sich
der Schöpfraum 4. Die Wälzkolbenpumpe weist einen
ersten Rotor 10 und einen zweiten Rotor 12 auf. Diese
sind in Lagern 20, 22 und 24, 26 drehbar gelagert. In
einem Getrieberaum 6 sind mit den Rotoren verbundene
Synchronisationszahnräder 30 und 32 angeordnet, die
eine synchrone Drehung in entgegengesetztem Drehsinn
erzeugen und ein berührungsloses Abwälzen der Roto-
ren aufeinander bewirken. Einer der Rotoren wird über
eine Magnetkupplung 34 von einem Motor 36 angetrie-
ben, der sich in einem Antriebsabschnitt 8 des Gehäuses
befindet.

[0010] Alternativ kann auf die Magnetkupplung ver-
zichtet werden und ein direkter Antrieb des Rotors vor-
gesehen sein. Außerdem kann statt der mechanischen
Synchronisation mit den Synchronisationszahnradern
eine elektrische Synchronisation vorgesehen sein, bei
der dann jeder der beiden Rotoren von einem ihm zuge-
ordneten Motor angetrieben wird.

[0011] Ein Schnitt durch die Wälzkolbenpumpe ent-
lang der Linie I-I' ist in Fig. 2 dargestellt. Durch einen
Gaseintrittsflansch 14 gelangt Gas aus dem hier nicht
gezeigten Rezipienten in die Wälzkolbenpumpe. Dort
wird es durch die gemäß Pfeilrichtung gegensinnig rotie-
renden Kolben gefördert, zwischenzeitlich in dem
Schöpfraum 4 eingeschlossen und durch den Gasaus-
trittsflansch 16 ausgestoßen. Die beiden Rotoren 10 und
12 weisen als Wälzkolbenprofil einen in etwa achtför-
migen Querschnitt auf, wobei je eine Hälfte der. Acht einem
Flügel entspricht. In ihrem Inneren sind die Rotoren hohl,
wobei der Querschnitt des Hohlraums im wesentlichen
dem achtförmigen Querschnitt folgt. In Weiterbildungen
können die Rotoren auch mehr als zwei Flügel aufwei-
sen, beispielsweise drei oder vier.

[0012] Der in Fig. 3 gezeigte Schnitt durch einen der
Rotoren entlang der Achse verdeutlicht seinen Aufbau.
Er weist einen Kolben 38 auf, mit welchem die Pumpwir-
kung erzielt wird. An den sich gegenüberliegenden Stirn-
seiten sind Wellenzapfen 50 und 52 vorgesehen, welche
von den Lagern der Wälzkolbenpumpe getragen werden.
Auch Antrieb, Magnetkupplung, Synchronisationszahn-
räder und Ölverteilscheiben werden auf diesen Wellenzap-
fen angeordnet. Der Kolben ist aus mehreren Teilen auf-
gebaut, die zusammen den Hohlraum 54 begrenzen. Zu
diesen Teilen gehört der Mantelkörper 40, der als Zylinder-

der mit achtförmigen Querschnitt wie in Fig. 2 und Längsachse entlang der Rotationsachse 100 gestaltet ist. Dieser Mantelkörper ist vorzugsweise aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK), glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) oder Aluminium hergestellt. Die Herstellung des Mantelkörpers umfasst bei den ersten beiden Stoffe das Wickeln der Fasern auf einen Formkörper. Bei der Herstellung aus Aluminium kann vorteilhaft Extrudieren, Spritzguss oder Druckguss zum Einsatz kommen. Mit diesen Werkstoffen wird ein vorteilhaftes Verhältnis von Wandstärke des Kolbens zu Volumen erreicht. Dadurch ergeben sich geringe Massen, hohe Stabilität und günstige Herstellung.

[0013] Stirnseitig wird der Mantelkörper von einer ersten Deckplatte 42 und einer zweiten Deckplatte 44 an der gegenüberliegenden Stirnseite verschlossen. Vorzugsweise ist der Übergang von Mantelkörper zu Deckplatte vakuumdicht ausgeführt, so dass ein Gasfluss zwischen Hohlraum 54 und Umgebung des Kolbens, d.h. u.a. dem Schöpfraum, soweit unterbunden ist, dass die Vakuumdaten der Vakuumpumpe nicht durch aus dem Kolben austretendes Gas beeinträchtigt werden.

[0014] In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind beide Deckplatten als Verbundbauteile ausgeführt. Dem Hohlraum zugewandt sind jeweils Verschlussplatten 420 und 440. Sie sind aus dem gleichen Material wie der Mantelkörper. Alternativ können unterschiedliche Materialien eingesetzt werden, wobei dann die Wärmeausdehnungseigenschaften berücksichtigt werden müssen. Beispielsweise kann ein Material mit passender Wärmeausdehnung zum Einsatz kommen, d.h. die unterschiedliche Ausdehnung ist derart, dass sie nicht zu Verspannungen führt, welche den Kolben zu stark verformen oder sogar zerstören. Eine zu starke Verformung des Kolbens ist gegeben, wenn die Spalte zwischen den Kolben untereinander oder zum Gehäuse aufgezehrt sind.

[0015] Mit den Verschlussplatten sind Übergangsplatten 422 und 442 verbunden. Deren Funktion ist es, einen Übergang zwischen den Wellenzapfen einerseits und den Verschlussplatten andererseits zu schaffen. Gerade der Einsatz von CFK oder GFK für Mantelkörper und Verschlussplatten würde einen direkten Übergang zum metallischen Wellenzapfen erfordern. Dies ist konstruktiv schwierig und wird durch die Übergangsplatten in vorteilhafter Weise erleichtert. Die Übergangsplatte kann durch Schweißen, Löten, Pressen oder Schrumpfen mit dem Wellenzapfen verbunden werden. Hierzu ist es vorteilhaft, die Übergangsplatte aus einer Metalllegierung zu gestalten. Der Vorteil des Einsatzes von Wellenzapfen ist in der Gewichtsreduzierung und in der Vermeidung ungleicher Wärmeausdehnung von Mantelkörper und Welle zu sehen.

[0016] Zwei vorteilhafte Arten der Verbindung zwischen Übergangsplatte und Verschlussplatte sind in Fig. 3 gezeigt. Eine oder mehrere Schrauben 60 stellen eine direkte Verbindung her. Alternativ oder zusätzlich kann ein Zuganker 56 vorgesehen sein, der den Hohlraum komplett durchsetzt und mit dem die Übergangsplatten

gegeneinander und damit auch gegen die Verschlussplatten gezogen werden.

[0017] In einer Weiterbildung ist innerhalb des Hohlraums eine Stützwand 70 vorgesehen, welche eine oder mehrere Bohrungen besitzen kann, durch die die Zuganker hindurchgeführt sind. Diese Stützwand reduziert den Verformungsspielraum für den Mantelkörper und ermöglicht dadurch geringe Wandstärken des Mantelkörpers.

[0018] Der Bereich des Kolbens mit Verschlussplatte, Mantelkörper, Übergangsplatte und Schraube ist in Fig. 4 nochmals detaillierter dargestellt. Mantelkörper 40 und Verschlussplatte 420 sind an der Verbindung 68 miteinander verbunden. Vorteilhaft umgibt der Mantelkörper dabei die Verschlussplatte in radialer Richtung. Die Verbindung erfolgt durch Kleben oder durch Schweißen. Die Übergangsplatte 422 schließt in radialer Richtung bündig mit dem Mantelkörper ab. Auf diese Weise werden Toträume verhindert. Da Unterschiede im Temperaturausdehnungsverhalten zwischen Übergangsplatte und Verschlussplatte nicht ausgeschlossen werden können, ist es vorteilhaft, die Schraube 60 schwimmend anzuordnen. Hierzu ist die Schraube in einem Relativbewegungen zwischen Verschlussplatte und Übergangsplatte erlaubendem Element gefasst. In einfacher, kostengünstiger und zudem vakuumdichter Weise gelingt dies, in dem ein elastomerer Dichtring 66 zwischen dem Schraubenkopf und der Übergangsplatte liegt. Die Schraube durchsetzt eine Bohrung in der Übergangsplatte und ist vertieft angeordnet. In der Verschlussplatte greift das Gewinde der Schraube in das Gewinde einer eingeklebten Gewindebuchse 62. Der Spalt 64 um den Schraubenschaft erlaubt eine ungleichmäßige Ausdehnung von Übergangsplatte und Verschlussplatte, wobei der Schraubenkopf auf der Dichtung 66 schwimmt.

[0019] Einige weitere, vorteilhafte Weiterbildungen des vorstehend beschriebenen Beispiels sind denkbar.

[0020] Anstelle zweier Wellenzapfen kann eine durchgehende Welle verwendet werden. Wird eine solche durchgehende Welle verwendet, ist bei einer Wahl der Materialien von Welle und Mantelkörper mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten dafür Sorge zu tragen, dass Spannungen durch die ungleiche Ausdehnung vermieden werden. Dies gelingt beispielsweise durch eine schwimmende Gestaltung der Verbindung 68.

[0021] Wenn die Verbindung zwischen 420 und 422 vor Verbindung von Deckplatte und Mantelkörper erfolgen soll, ist es vorteilhaft, die Stirnseite 69 des Mantelkörpers mit der Übergangsplatte 422 zu verbinden, beispielsweise durch Kleben oder Schweißen.

[0022] Gemäß einer Weiterbildung können Mantelkörper und wenigstens eine Verschlussplatte aus einem Stück gefertigt sein. Hierdurch werden Dichtheit und Stabilität weiter verbessert.

[0023] Der Rotor kann durch geeignete Form des Mantelkörpers als Schraubenpumpenrotor gestaltet werden. Hierzu wird der Querschnitt des Mantelkörpers angepasst und eine Verwindung entlang der Rotorachse vorgesehen.

[0024] Eine Weiterbildung des Rotors ist in Fig. 5 im Schnitt entlang der Drehachse gezeigt. Der dort gezeigte Rotor 500 findet in einer zweistufigen Vakuumpumpe Verwendung. Der nachfolgend beschriebene Aufbau lässt sich leicht auf mehr als zwei Pumpstufen erweitern.

[0025] Der Rotor weist einen ersten und einen zweiten Kolben 502 und 504 auf. Die Länge L_1 des ersten Kolbens ist größer als die Länge L_2 des zweiten Kolbens. Der erste Kolben ist somit für die Verwendung in der hochvakuumseitigen Pumpstufe einer zweistufigen Vakuumpumpe angepasst.

[0026] Der erste Kolben weist Deckplatten 520 und 526 auf, die jeweils als Verbund aus einer Verschlussplatte 522 und 528 mit einer Übergangsplatte 524 und 530 gestaltet sind. Zwischen den Deckplatten ist ein Mantelkörper 532 angeordnet. Die Übergangsplatte 530 ist mit einem Wellenzapfen 570 verbunden, der zur Aufnahme in einer Lagerung des Rotors vorgesehen ist.

[0027] Analog zum ersten Kolben weist der zweite Kolben Deckplatten 540 und 546 auf, die ihrerseits durch einen Verbund aus einer Verschlussplatte 542 und 548 mit einer Übergangsplatte 544 und 550 gebildet werden. Zwischen den Deckplatten ist ein Mantelkörper 552 vorgesehen. Die Übergangsplatte 544 ist mit einem Wellenzapfen 560 verbunden, der wiederum zur Aufnahme in einer Lagerung des Rotors vorgesehen ist.

[0028] Beiden Kolben sind durch ein Wellenstück miteinander verbunden. Dieses Wellenstück weist Abschnitte 562 und 566 auf. Der Abschnitt 562 ist mit der Übergangsplatte 550 des zweiten Kolbens, der Abschnitt 566 mit der Übergangsplatte 524 des ersten Kolbens verbunden. Die Verbindung der Abschnitte untereinander muss derart gestaltet sein, dass sie den durch Drehung des Rotors während des Betriebes der Vakuumpumpe entstehenden Drehmomenten standhält. Denkbar ist eine Verklebung oder eine formschlüssige Verbindungen wie ein Schwalbenschwanz. Den geringsten Fluchtungsfehler weist die in Fig. 5 gezeigte Lösung auf. Der Abschnitt 562 besitzt einen Vorsprung 564, der mit einer passenden Ausnehmung des Abschnitts 566 in Eingriff steht und mittels eines Stifts 568 gesichert ist. Der mehrstufige Rotor gemäß Ausführungsbeispiel ist sehr gut für den modularen Aufbau einer Baureihe von mehrstufigen Pumpen geeignet, denn für unterschiedliche Mitglieder können gemeinsame Teile, bspw. Wellenzapfen, Deckplatten, Verschlussplatten, Mantelkörper, usw. verwendet werden..

Patentansprüche

1. Rotor (10, 12; 500) für eine Vakuumpumpe mit einem Kolben (38; 502, 504), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben einen Mantelkörper (40; 532, 552) und eine mit einer Stirnseite des Mantelkörpers verbundene Deckplatte (42, 44; 520, 526, 540, 546) aufweist.

2. Rotor (10, 12; 500) für eine Vakuumpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Deckplatte (42, 44; 520, 526, 540, 546) eine Verschlussplatte (420, 440; 522, 528, 542, 548) und eine mit der Verschlussplatte verbundene Übergangsplatte (422, 442; 524, 530, 544, 550) umfasst.
3. Rotor (10, 12; 500) für eine Vakuumpumpe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine in einem Relativbewegungen zwischen Verschlussplatte und Übergangsplatte erlaubenden Element (66) gefasste Schraube (60) die Verschlussplatte (420, 440; 522, 528, 542, 548) und die Übergangsplatte (422, 442; 524, 530, 544, 550) miteinander verbindet.
4. Rotor (10, 12; 500) für eine Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Verschlussplatte (420, 440; 522, 528, 542, 548) und Mantelkörper (40; 532, 552) vakuumdicht miteinander verbunden sind.
5. Rotor (10, 12; 500) für eine Vakuumpumpe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material der Verschlussplatte (420, 440; 522, 528, 542, 548) einen Temperaturexpansionskoeffizienten besitzt, welcher derart nahe an dem des Materials des Mantelkörpers (40; 532, 552) liegt, dass kein Leckschlagen der Verbindung durch thermische Ausdehnung auftritt.
6. Rotor (10, 12; 500) für eine Vakuumpumpe nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hauptbestandteil der Übergangsplatte (422, 442; 524, 530, 544, 550) Metall und der Hauptbestandteil von Verschlussplatte (420, 440; 522, 528, 542, 548) und Mantelkörper (40) ein faserverstärkter Verbundwerkstoff ist.
7. Rotor (10, 12; 500) für eine Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Übergangsplatte (422, 442; 530, 544) ein Wellenzapfen (50, 52; 560, 570) verbunden ist.
8. Rotor (10, 12; 500) für eine Vakuumpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er einen zweiten Kolben (504) aufweist.
9. Vakuumpumpe, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Rotor (10, 12; 500) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.
10. Vakuumpumpe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mantelkörper (40; 532; 552) im Querschnitt ein Wälzkolbenprofil aufweist.

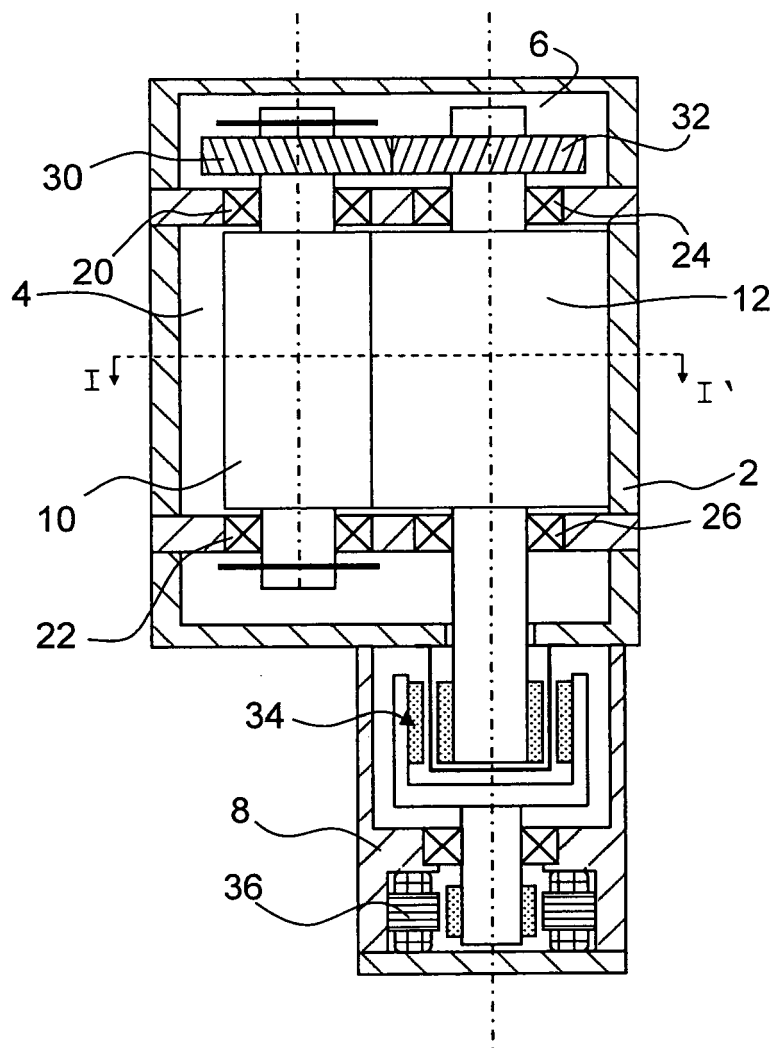


Fig. 1

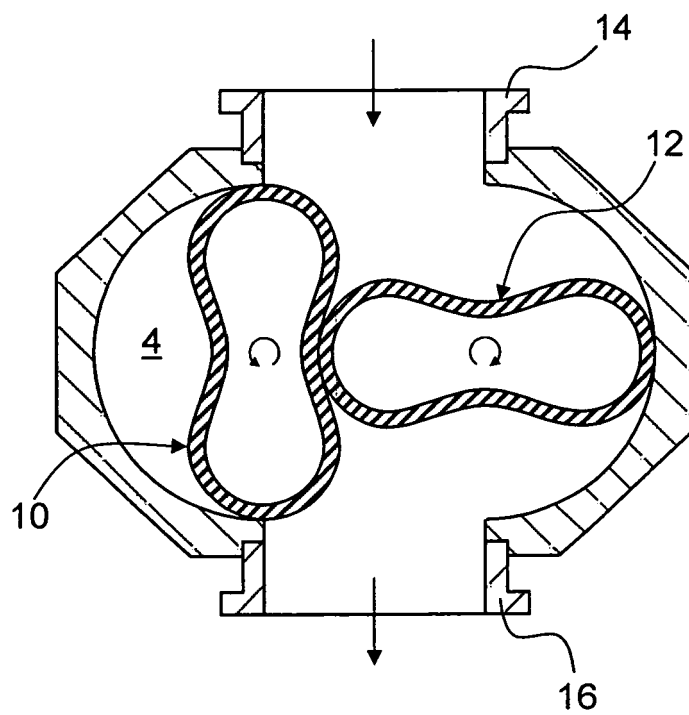


Fig. 2

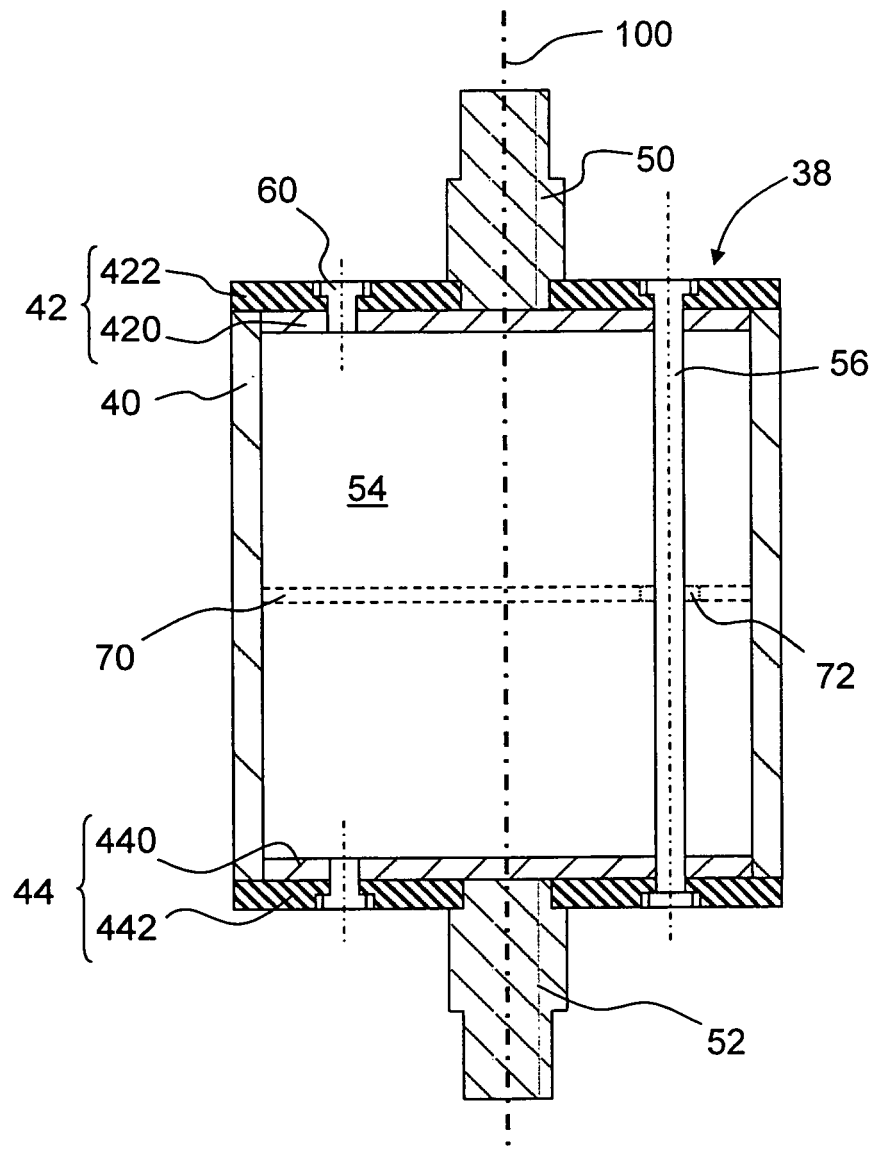


Fig. 3

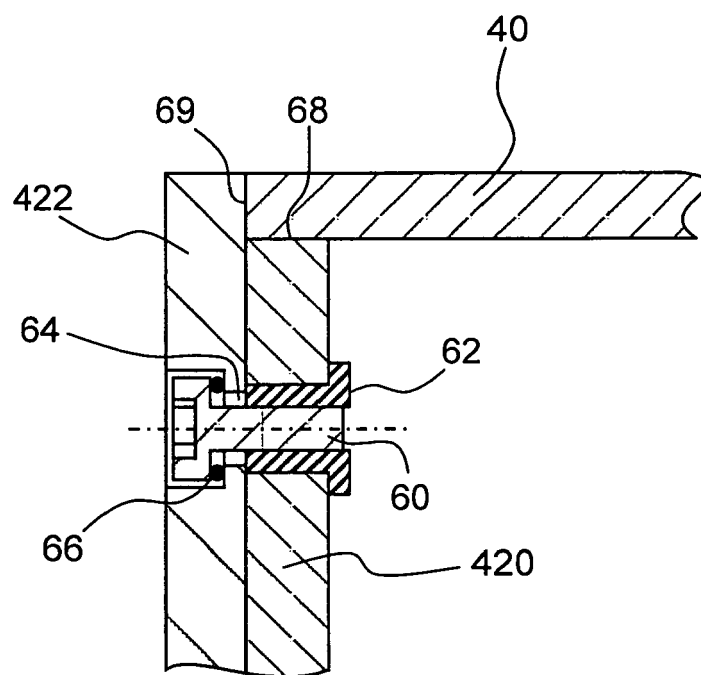


Fig. 4

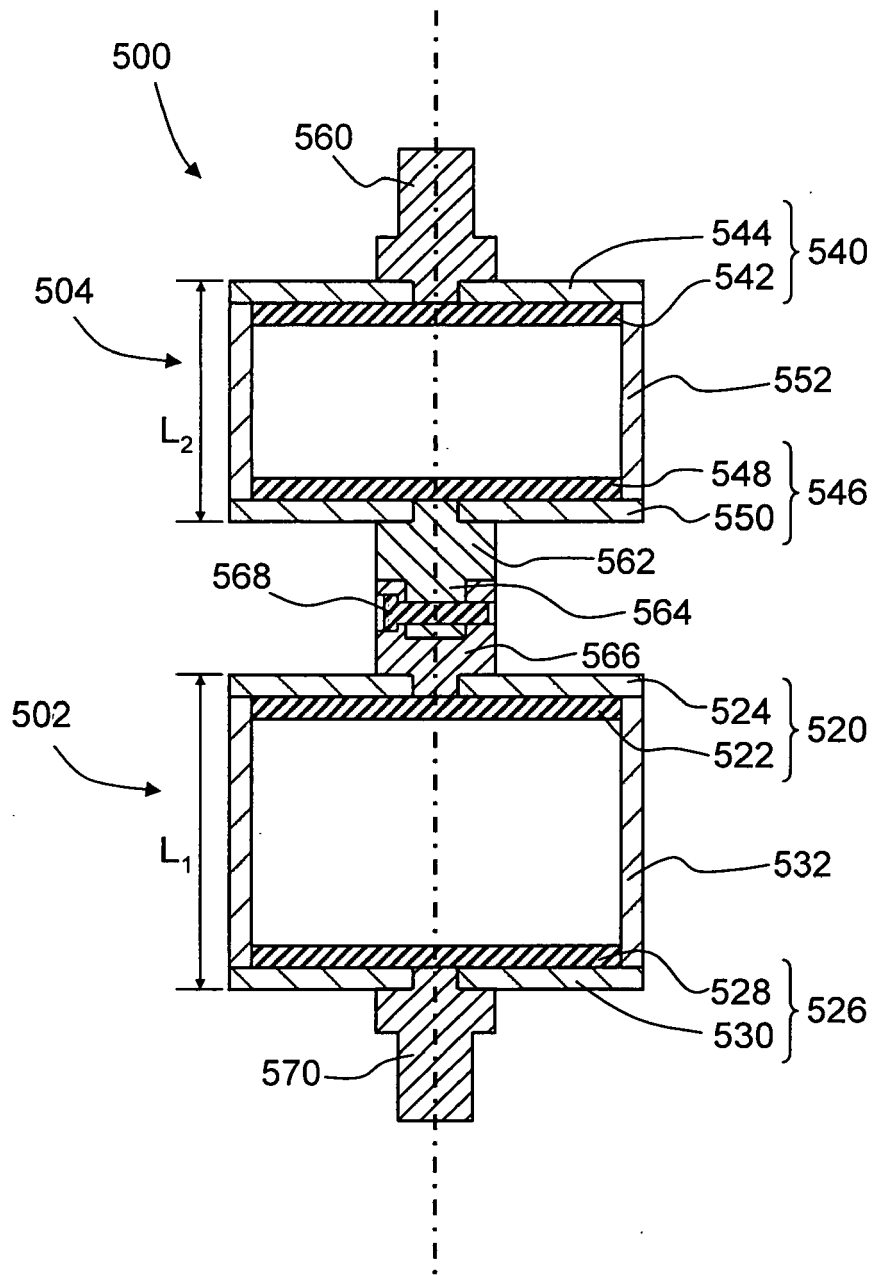


Fig. 5

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 4030702 A1 [0003]