



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 223 037.6**

(22) Anmeldetag: **23.11.2015**

(43) Offenlegungstag: **24.05.2017**

(51) Int Cl.: **B06B 1/18 (2006.01)**

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

**Nafz, Timo, 72160 Horb, DE; Rath, Andreas,
Kefermarkt, AT**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	884 173	B
DD	36 857	A1
FR	1 212 419	A
GB	1 005 144	A
GB	1 475 144	A
US	3 633 467	A

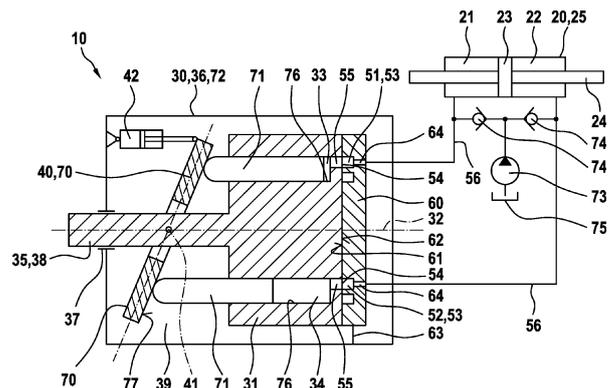
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vibrationsantrieb mit hydraulischer Pulserzeugungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Vibrationsantrieb (10) mit einer Pulserzeugungsvorrichtung (30) und wenigstens einem Aktuator (20), wobei jeder Aktuator (20) eine erste und eine zweite Fluidkammer (21; 22) aufweist, deren Volumina gegenphasig verstellbar sind, wobei jede erste Fluidkammer (21) fluidisch mit wenigstens einer zugeordneten dritten Fluidkammer (33) in der Pulserzeugungsvorrichtung (30) verbunden ist, wobei jede zweite Fluidkammer (22) fluidisch mit wenigstens einer zugeordneten vierten Fluidkammer (34) in der Pulserzeugungsvorrichtung (30) verbunden ist, wobei die dritte und die vierte Fluidkammer (34) jeweils abschnittsweise von linearbeweglichen Begrenzungskörpern (71) begrenzt werden.

Erfindungsgemäß weist die Pulserzeugungsvorrichtung (30) einen bezüglich einer ersten Drehachse (32) drehbaren Rotor (31) auf, welcher die wenigstens eine dritte und die wenigstens eine vierte Fluidkammer (33; 34) jeweils abschnittsweise begrenzt, wobei die Begrenzungskörper (71) in dem Rotor (31) linearbeweglich aufgenommen sind, wobei die Pulserzeugungsvorrichtung (30) einen vom Rotor (31) verschiedenen Kopplungskörper (70) aufweist, wobei die Begrenzungskörper (71) mit dem Kopplungskörper (70) bewegungsgekoppelt sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Vibrationsantrieb gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Aus der FR 1 212 419 A ist ein Vibrationsantrieb bekannt, welcher insgesamt vier Aktuatoren aufweist, welche jeweils von zwei gegenläufig eingebauten, einfachwirkenden Zylindern gebildet werden, so dass sie jeweils eine erste und eine zweite Fluidkammer aufweisen. Weiter ist ein Pulserzeugungsmittel vorgesehen, welches in Form einer Kolbenpumpe mit einer Kurbelwelle ausgebildet ist, welche insgesamt jeweils vier dritte und vier vierte Fluidkammern aufweist. Jede erste Fluidkammer ist an eine zugeordnete dritte Fluidkammer fluidisch angeschlossen. Jede zweite Fluidkammer ist an eine zugeordnete vierte Fluidkammer fluidisch angeschlossen.

[0003] Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass sie mit besonders hohem Druck betrieben werden kann. Weiter kann das Hubvolumen der Pulserzeugungsmittel problemlos verstellbar ausgebildet werden, so dass die Vibrationsstärke des Vibrationsantriebs verstellbar ist.

[0004] Gemäß Anspruch 1 wird vorgeschlagen, dass die Pulserzeugungsvorrichtung einen bezüglich einer ersten Drehachse drehbaren Rotor aufweist, welcher die wenigstens eine dritte und die wenigstens eine vierte Fluidkammer jeweils abschnittsweise begrenzt, wobei die Begrenzungskörper in dem Rotor linearbeweglich aufgenommen sind, wobei die Pulserzeugungsvorrichtung einen vom Rotor verschiedenen Kopplungskörper aufweist, wobei die Begrenzungskörper mit dem Kopplungskörper bewegungsgekoppelt sind. Hierdurch vereinfacht sich der Aufbau der Pulserzeugungsvorrichtung wesentlich. Weiter können in dem Rotor problemlos mehr als zwei Fluidkammern untergebracht werden. Dadurch können parallel mehrere Aktuatoren versorgt werden. Es ist aber auch denkbar, dass mehrere dritte bzw. vierte Fluidkammern parallel an eine erste bzw. zweite Fluidkammer angeschlossen sind. Hierdurch ergibt sich eine besonders kompakte Pulserzeugungsvorrichtung. Der Vibrationsantrieb ist zur Verwendung mit einem Druckfluid vorgesehen, bei dem es sich vorzugsweise um eine Flüssigkeit und höchst vorzugsweise um Hydrauliköl handelt. Der erfindungsgemäße Vibrationsantrieb kann mit einem besonders hohen Druck des Druckfluids betrieben werden. Bei dem Aktuator handelt es sich vorzugsweise um einen linearen Aktuator, beispielsweise um einen hydraulischen Zylinder, insbesondere einen Gleichlaufzylinder.

[0005] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung angegeben.

[0006] Es kann vorgesehen sein, dass die Lage des Kopplungskörpers relativ zur ersten Drehachse verstellbar ist. Durch Verstellung des Kopplungskörpers kann das Hubvolumen der dritten und der vierten Fluidkammer verstellt werden. Dadurch ist die Vibrationsstärke des Vibrationsantriebs verstellbar. Die Lage des Kopplungskörpers ist vorzugsweise stetig verstellbar. Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Vibrationsantriebs besteht gerade darin, dass diese besonders einfache Verstellbarkeit der Vibrationsstärke ermöglicht wird. Diese ist bei dem Vibrationsantrieb gemäß der FR 1 212 419 A gerade nicht möglich, weshalb diese Bauform in der Praxis nicht anzutreffen ist. Vielmehr sind Vibrationsantriebe nach der Bauart der US 4 068 595 A1 vorzufinden, bei denen die Vibrationsstärke durch Verstellung des Förderstroms einer Pumpe verstellbar ist, wobei die Vibrationsbewegung des Aktuators mittels gesonderter Ventile herbeigeführt wird, durch die auch die Vibrationsfrequenz einstellbar ist. Beim erfindungsgemäßen Vibrationsantrieb kann auf diese Ventile verzichtet werden, wobei trotzdem die Vibrationsstärke und die Vibrationsfrequenz einstellbar sind. Hierbei ist anzumerken, dass die Vibrationsfrequenz beim erfindungsgemäßen Vibrationsantrieb durch die Drehzahl des Rotors bestimmt wird.

[0007] Es kann vorgesehen sein, dass die Pulserzeugungsvorrichtung in der Art einer Axialkolbenpumpe ausgebildet ist, wobei die Begrenzungskörper von im Wesentlichen parallel zur ersten Drehachse beweglichen Kolben gebildet werden. Dem Fachmann ist bekannt, dass die Kolben einer Axialkolbenpumpe um bis zu 15° geneigt zur ersten Drehachse angeordnet sein können, um diverse funktionale Vorteile zu erreichen.

[0008] Es kann vorgesehen sein, dass die Axialkolbenpumpe in Schrägscheibenbauweise ausgebildet ist, wobei der Kopplungskörper von einer Schrägscheibe gebildet wird, welche vorzugsweise bezüglich einer zweiten Drehachse schwenkbar ist, wobei die zweite Drehachse senkrecht zur ersten Drehachse ausgerichtet ist. Die Schrägscheibe hat vorzugsweise eine ebene Kopplungsfläche, welche in gleitendem Berührkontakt mit jeweils einem Ende der Kolben steht, höchst vorzugsweise jeweils über einen hydrostatisch abgestützten Gleitschuh.

[0009] Es kann vorgesehen sein, dass die Axialkolbenpumpe in Schrägachsenbauweise ausgebildet ist, wobei der Kopplungskörper von einer Antriebswelle gebildet wird, welche bezüglich einer dritten Drehachse drehbar ist, wobei die dritte Drehachse die erste Drehachse schneidet, wobei vorzugsweise der Winkel zwischen der ersten und der dritten Drehachse verstellbar ist. Die Bewegungskopplung zwischen der Antriebswelle und den Kolben erfolgt vorzugsweise jeweils über ein Kugelgelenk, dessen Gelenkmit-

telpunkt mit Abstand zur ersten Drehachse angeordnet ist.

[0010] Es kann vorgesehen sein, dass die Pulserzeugungsvorrichtung in der Art einer Flügelzellenpumpe ausgebildet ist, wobei die Begrenzungskörper von radial zur ersten Drehachse linearbeweglichen, plattenartigen Flügeln gebildet werden, wobei der Kopplungskörper von einem Hubring gebildet wird, welcher den Rotor umgibt, wobei er den Bewegungsweg der Begrenzungskörper nach radial außen begrenzt, wobei der Hubring die dritte und die vierte Fluidkammer abschnittsweise begrenzt, wobei der Hubring vorzugsweise quer zur ersten Drehachse verschiebbar ist.

[0011] Es kann vorgesehen sein, dass die Pulserzeugungsvorrichtung in der Art einer Radialkolbenpumpe ausgebildet ist, wobei die Begrenzungskörper von radial zur ersten Drehachse beweglichen Kolben gebildet werden, wobei der Kopplungskörper von einem Hubring gebildet wird, welcher den Rotor umgibt, wobei er den Bewegungsweg der Begrenzungskörper nach radial außen begrenzt. Der Hubring kann quer zur ersten Drehachse verschiebbar sein. Vorzugsweise ist der Hubring in bekannter Weise so ausgebildet, dass die Kolben bei einer Umdrehung des Rotors mehrere Hübe ausführen. Dadurch lässt sich eine besonders hohe Vibrationsfrequenz erreichen.

[0012] Es kann vorgesehen sein, dass die Volumina der wenigstens einen dritten und der wenigstens einen vierten Fluidkammer, welche demselben Aktuator zugeordnet sind, durch Drehung des Rotors gegenphasig verstellbar sind. Die oben angesprochene fluidische Verbindung der Fluidkammern bewirkt vorzugsweise, dass eine Volumenvergrößerung der ersten Fluidkammer mit einer Volumenverkleinerung der zugeordneten dritten Fluidkammer einhergeht und umgekehrt, wobei eine Volumenvergrößerung der zweiten Fluidkammer mit einer Volumenverkleinerung der zugeordneten vierten Fluidkammer einhergeht und umgekehrt.

[0013] Es kann vorgesehen sein, dass jedem Aktuator eine erste und eine zweite Drehdurchführung in der Pulserzeugungsvorrichtung zugeordnet ist, wobei jede erste Drehdurchführung die betreffende erste Fluidkammer fluidisch mit der betreffenden wenigstens einen dritten Fluidkammer verbindet, wobei jede zweite Drehdurchführung die betreffende zweite Fluidkammer fluidisch mit der betreffenden wenigstens einen vierten Fluidkammer verbindet. Die genannten Fluidverbindungen bestehen vorzugsweise unabhängig von der Drehstellung des Rotors. Bei den oben angesprochenen Pumpenbauarten ist in der konventionellen Ausführung keine derartige Drehdurchführung vorhanden. Stattdessen ist bei einer konventionellen Pumpe eine Fluidverteilvorrichtung vorhanden, welche die dritte bzw. die vierte Fluidkam-

mer abhängig von der Drehstellung des Rotors entweder mit einem Hochdruckanschluss oder mit einem Niederdruckanschluss fluidisch verbindet.

[0014] Es kann vorgesehen sein, dass der Rotor Bestandteil aller ersten und aller zweiten Drehdurchführungen ist. Hierdurch ergibt sich ein besonders kompakter Vibrationsantrieb, welcher überdies einfach herstellbar ist.

[0015] Es kann vorgesehen sein, dass die erste und die zweite Drehdurchführung jeweils eine Ringnut aufweist, welche kreisringförmig um die erste Drehachse verläuft, wobei an einem anderen Teil der betreffenden Drehdurchführung eine Mündungsöffnung angeordnet ist, welche in die Ringnut einmündet. Hierdurch besteht unabhängig von der Drehstellung des Rotors eine Fluidaustauschverbindung zwischen der Ringnut und der Mündungsöffnung. Die Ringnut kann wahlweise ortsfest am Rotor oder ortsfest an einem Gehäuse der Pulserzeugungsvorrichtung angeordnet sein. Die Ringnut ist vorzugsweise in Richtung der ersten Drehachse offen ausgebildet, so dass die Mündungsöffnung dort einmünden kann. Es ist aber auch denkbar, dass die Ringnut radial zur ersten Drehachse offen ausgebildet ist.

[0016] Es kann vorgesehen sein, dass alle ersten und alle zweiten Drehdurchführungen einen gemeinsamen Dichtkörper aufweisen, wobei an dem Dichtkörper eine erste Dichtfläche angeordnet ist, welche an einer zweiten Dichtfläche am Rotor gleitbeweglich anliegt, wobei die erste und die zweite Dichtfläche rotationssymmetrisch bezüglich der ersten Drehachse ausgebildet sind. Die erste und die zweite Dichtfläche sind vorzugsweise eben ausgebildet, wobei sie senkrecht zur ersten Drehachse angeordnet sind. Der Dichtkörper ist bezüglich der ersten Drehachse vorzugsweise unverdrehbar und höchst vorzugsweise ortsfest angeordnet.

[0017] Es kann vorgesehen sein, dass die Ringnuten in der einen, ersten oder zweiten, Dichtfläche angeordnet sind, wobei die Mündungsöffnungen in der anderen, zweiten oder ersten, Dichtfläche angeordnet sind. Hierdurch können alle Ringnuten gemeinsam durch den Dichteingriff zwischen der ersten und der zweiten Dichtfläche auf einfache Weise abgedichtet werden. Vom Schutz soll auch eine Ausführungsform erfasst sein, bei der zumindest eine, vorzugsweise alle Mündungsöffnungen innerhalb einer jeweils zugeordneten Ringnut angeordnet sind. Bei dieser Ausführungsform sind sowohl an der ersten als auch an der zweiten Dichtfläche Ringnuten angeordnet.

[0018] Es kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine dritte und die wenigstens eine vierte Fluidkammer jeweils an einen zugeordneten ersten Fluidkanalabschnitt fluidisch angeschlossen sind, welcher im Rotor verläuft, wobei er zur zugeordneten Dreh-

durchführung führt. Die Drehdurchführungen sind vorzugsweise über einen zweiten Fluidkanalabschnitt mit der jeweils zugordneten ersten bzw. zweiten Fluidkammer fluidisch verbunden, wobei der zweite Fluidkanalabschnitt höchst vorzugsweise ortsfest im Vibrationsantrieb angeordnet ist.

[0019] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachfolgend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0020] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

[0021] Fig. 1 eine grobschematische Ansicht eines Vibrationsantriebs gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

[0022] Fig. 2 eine Vorderansicht des Dichtkörpers nach Fig. 1;

[0023] Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines ersten Rotorteils gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung; und

[0024] Fig. 4 eine perspektivische Schnittansicht eines zweiten Rotorteils der zweiten Ausführungsform der Erfindung.

[0025] Fig. 1 zeigt eine grobschematische Ansicht eines Vibrationsantriebs **10** gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Der Vibrationsantrieb **10** umfasst vorliegend einen einzigen Aktuator **20**, wobei auch mehrere Aktuatoren **20** zum Einsatz kommen können. Der Aktuator **20** führt eine lineare Bewegung aus, wobei er in Form eines hydraulischen Gleichlaufzylinders ausgebildet ist. Er hat eine erste und eine zweite Fluidkammer **21**, **22**, die von einem Gehäuse **25**, einem linearbeweglichen Kolben **23** und einer fest mit dem Kolben **23** verbundenen Kolbenstange **24** begrenzt werden. Die Kolbenstange **24** durchsetzt dabei in jeder Stellung des Kolbens **23** die erste und die zweite Fluidkammer **21**; **22**. Die Volumina der ersten und der zweiten Fluidkammer **21**; **22** ändern sich bei einer Verschiebung des Kolbens **23** gegenphasig, d.h. wenn sich das Volumen der ersten Fluidkammer **21** verkleinert, vergrößert sich das Volumen der zweiten Fluidkammer **22** und umgekehrt. Beim vorliegenden Gleichlaufzylinder ist die Summe der Volumina der ersten und der zweiten Fluidkammer **21**; **22** in jeder Stellung des Kolbens **23** gleich. In der Folge kann der Vibrationsantrieb **10** im Wesentlichen in Form eines geschlossenen Hydraulikkreises ausgebildet werden. Ein Tank **75** mit einem Vorrat an Druckfluid ist einzig zum Ausgleich von Leckagen erforderlich. Der Tank **75** kann dementsprechend klein ausgeführt werden.

[0026] Weiter umfasst der Vibrationsantrieb **10** eine Pulserzeugungsvorrichtung **30**, welche vorliegend in Form einer Axialkolbenpumpe **72** ausgebildet ist, die wiederum in Schrägscheibenbauweise ausgeführt ist. Wie eingangs beschrieben, sind auch andere Bauformen von hydraulischen Pumpen verwendbar.

[0027] Die Pulserzeugungsvorrichtung **30** umfasst ein Gehäuse **36**, welches vorliegend grobschematisch in Form einer durchgezogenen Linie dargestellt ist. Das Gehäuse **36** umgrenzt einen Innenraum **39**, der im Wesentlichen fluiddicht abgeschlossen ist. In dem Innenraum **39** ist ein Rotor **31** aufgenommen. Der Rotor ist mittels einem oder mehrerer Drehlager **37** an dem Gehäuse **36** bezüglich einer ersten Drehachse **32** drehbar gelagert. Das Drehlager **37** ist vorzugsweise in Form eines Radialwälzlagers ausgebildet, wobei es beispielsweise als Kegelrollenlager ausgebildet ist. Der Rotor **30** umfasst eine Antriebswelle **35**, welche mit einem Antriebszapfen **38** aus dem Gehäuse **36** herausragt. Der Antriebszapfen **38** kann beispielsweise mit einem (nicht dargestellten) Elektro- oder Verbrennungsmotor in Drehantriebsverbindung gebracht werden, um den Rotor **31** in Drehbewegung zu versetzen, so dass der Aktuator **20** eine Vibrationsbewegung, also eine periodisch hin- und hergehende Bewegung, ausführt. Die Antriebswelle **35** kann als gesondertes Bauteil ausgeführt sein, welches drehfest mit dem verbleibenden Rotor **31** verbunden ist. Es ist aber auch möglich, den Rotor **31** einstückig auszubilden.

[0028] In dem Rotor **31** sind vorliegend zwei Begrenzungskörper **71** linearbeweglich aufgenommen, die bezüglich der ersten Drehachse **32** um 180° gegenüberliegend angeordnet sind, wobei sie den gleichen Abstand zur ersten Drehachse **32** aufweisen. Der Rotor **31** ist in Fig. 1 im Längsschnitt dargestellt, wobei die Schnittebene durch die erste Drehachse **32** verläuft. Die Begrenzungskörper **71** sind vorliegend als kreiszylindrische Kolben ausgebildet, welche jeweils in einer fluiddicht angepassten Zylinderbohrung **76** im Rotor **31** aufgenommen sind. Die Zylinderbohrung **76** ist vorliegend parallel zur ersten Drehachse **32** ausgerichtet, wobei sie auch leicht geneigt zu dieser angeordnet sein kann. Die Begrenzungskörper **71** begrenzen mit der zugeordneten Zylinderbohrung **76** jeweils eine dritte bzw. eine vierte Fluidkammer **33**; **34**. Die Volumina der dritten und der vierten Fluidkammer **33**; **34** ändern sich bei einer Drehung des Rotors **31** gegenphasig. Dabei ist die Summe der Volumina der dritten und der vierten Fluidkammer **33**; **34** in jeder Drehstellung des Rotors **31** gleich. Anzumerken ist, dass noch weitere Paare von Begrenzungskörpern **71** vorhanden sein können, welche außerhalb der Schnittebene von Fig. 1 angeordnet sind. Diese können parallel an den vorliegenden Aktuator **20** angeschlossen sein, wobei es auch denkbar ist, dass sie jeweils an einen weiteren (nicht dargestellten) Aktuator angeschlossen sind. Diese zusätzlichen Paa-

re von Begrenzungskörpern sind vorzugsweise identisch zu dem in **Fig. 1** sichtbaren Paar von Begrenzungskörpern **71** ausgebildet.

[0029] Die Begrenzungskörper **71** ragen jeweils in jeder Drehstellung des Rotors **31** mit einem Ende aus dem Rotor **31** heraus, wobei sie dort gleitbeweglich an einer ebenen Kopplungsfläche **77** des Kopplungskörpers **70** anliegen. In **Fig. 1** ist der Übersichtlichkeit halber ein unmittelbarer Berührkontakt zwischen den Begrenzungskörpern **71** und der Kopplungsfläche **77** dargestellt. Es versteht sich, dass an dieser Stelle vorzugsweise die allgemein üblichen Gleitschuhe zum Einsatz kommen, welche hydrostatisch an der Kopplungsfläche **77** abgestützt sind, so dass Verschleiß vermieden wird. Beim vorliegenden Vibrationsantrieb **10** kann auf die bekannte Rückholvorrichtung für die Begrenzungskörper **71** in der Regel verzichtet werden, da die aus dem Rotor **31** ausfahrenden Begrenzungskörper **71** durch das vom Aktuator **11** zurückfließende Druckfluid ohnehin gegen die Kopplungsfläche **77** gedrückt werden.

[0030] Der Kopplungskörper **70** ist vorliegend in Form einer Schrägscheibe ausgebildet, welche bezüglich einer zweiten Drehachse **41** schwenkbar gelagert ist. Die zweite Drehachse **41** ist senkrecht zur ersten Drehachse **32** ausgerichtet, wobei sie diese vorzugsweise schneidet. Damit ist die zweite Drehachse **41** senkrecht zur Zeichenebene der **Fig. 1** ausgerichtet. Die ebene Kopplungsfläche **77** ist vorzugsweise parallel zur zweiten Drehachse **41** ausgerichtet. Wenn der Rotor **31** in Drehbewegung versetzt wird, liegen die Begrenzungskörper **71** in jeder Drehstellung des Rotors **31** an der Kopplungsfläche **77** an, so dass eine Drehung des Rotors **31** mit einer Hubbewegung der Begrenzungskörper **71** einhergeht. Der Neigungswinkel der Kopplungsfläche **77** zur ersten Drehachse **32** kann beispielsweise mittels eines hydraulischen Schwenkzylinders **42** stetig verstellt werden. Wenn der Winkel zwischen der Kopplungsfläche **77** und der ersten Drehachse **32** 90° beträgt, führen die Begrenzungskörper **71** keine Hubbewegung aus, wenn sich der Rotor **31** dreht. In der Folge steht der Aktuator **20** still. Bei jedem anderen Winkel findet eine Hubbewegung der Begrenzungskörper **71** statt. Dabei ist das Hubvolumen der dritten und der vierten Fluidkammer **33**; **34** abhängig vom Winkel zwischen der Kopplungsfläche **77** und der ersten Drehachse **32**.

[0031] An dem Ende des Rotors **31**, welches vom Kopplungskörper **70** abgewandt ist, liegt ein Dichtkörper **60** fluiddicht am Rotor **31** an. Der Dichtkörper **60** ist fest **63** mit dem Gehäuse **36** verbunden, wobei er einstückig mit dem Gehäuse **36** ausgebildet sein kann. Vorzugsweise wird jedoch ein gesonderter, plattenartiger Dichtkörper **60** verwendet, welcher fest mit dem Gehäuse **36** verbunden ist. Im Gegensatz zu einer konventionellen Axialkolbenpumpe

ist der Dichtkörper **60** bei der vorliegenden Pulserzeugungsvorrichtung Bestandteil einer ersten und einer zweiten Drehdurchführung **51**; **52**. Die erste Drehdurchführung **51** bewirkt, dass die erste Fluidkammer **21** in jeder Drehstellung des Rotors **31** mit der zugeordneten dritten Fluidkammer **33** fluidisch verbunden ist. Die zweite Drehdurchführung **52** bewirkt, dass die zweite Fluidkammer **22** in jeder Drehstellung des Rotors **31** mit der zugeordneten vierten Fluidkammer **34** fluidisch verbunden ist. Die entsprechenden Fluidverbindungen sind vorzugsweise so ausgestaltet, dass mit Ausnahme von Leckagen kein Druckfluid entweichen kann, wobei in dem Fluidpfad keine Ventile oder sonstige Einbauten vorhanden sind, welche die Strömung des Druckfluids behindern.

[0032] Die genannten Fluidpfade, welche der ersten und der zweiten Drehdurchführung **51**; **52** zugeordnet sind, sind jeweils aus einem ersten Fluidkanalabschnitt **55**, einer Ringnut **53** und einem zweiten Fluidkanalabschnitt **56** zusammengesetzt. Der erste Fluidkanalabschnitt verläuft im Rotor **31** von einer zugeordneten Zylinderbohrung **76** zu einer ersten Dichtfläche **61** am Rotor **31**. Die erste Dichtfläche **61** ist rotationsymmetrisch bezüglich der ersten Drehachse **32** ausgebildet, wobei sie vorzugsweise eben ausgebildet und senkrecht zur ersten Drehachse **32** ausgerichtet ist. Der erste Fluidkanalabschnitt **55** mündet vorzugsweise mit einer langlochförmigen Mündungsöffnung (Nr. **54** in **Fig. 2**) in die erste Dichtfläche **61** ein. Die Querschnittsfläche der ersten Mündungsöffnung **54** ist vorzugsweise etwas kleiner ausgebildet als die Querschnittsfläche der Zylinderbohrung **76**, so dass der Rotor **31** vom Fluiddruck in der Zylinderbohrung **76** mit seiner zweiten Dichtfläche **62** gegen die erste Dichtfläche **61** am Dichtkörper **60** gedrückt wird. Die zweite Dichtfläche **62** ist derart fluiddicht an die erste Dichtfläche **61** angepasst, dass dort im Betrieb bis auf geringe Leckagen im Wesentlichen kein Druckfluid entweichen kann. Die verschiedenen Ringnuten **53** haben ausgehend von der ersten Dichtfläche **61** in Richtung der ersten Drehachse **32** jeweils eine konstante Tiefe, wobei sie kreisringförmig um die erste Drehachse **32** herum verlaufen (siehe auch **Fig. 2**). Die verschiedenen Ringnuten **53** haben jeweils einen anderen Kreisdurchmesser, so dass sie fluiddicht voneinander abgegrenzt sind. Die Ringnuten **53** sind jeweils zur zugeordneten Mündungsöffnung **54** hin offen, so dass Druckfluid vom ersten Fluidkanalabschnitt **55** über die zugeordnete Mündungsöffnung **54** in die zugeordnete Ringnut **53** einströmen kann und umgekehrt. An die Ringnut **53** ist jeweils ein zweiter Fluidkanalabschnitt **56** angeschlossen, welcher als Fluidleitung ausgebildet ist, die zumindest abschnittsweise als Rohrleitung oder als Druckschlauch ausgebildet ist.

[0033] Wenn der Dichtkörper **60** wie vorliegend als gesonderte Dichtplatte ausgebildet ist, umfasst der zweite Fluidkanalabschnitt eine erste Bohrung **64**,

welche den Dichtkörper **60** ausgehend vom Grund der betreffenden Ringnut **53** in Richtung der ersten Drehachse **32** durchsetzt.

[0034] Wie bereits angesprochen ist die vorliegende Pulserzeugungsvorrichtung **30** als geschlossener hydraulischer Kreis ausgebildet. Aufgrund von Leckagen kann Druckfluid aus diesem geschlossenen Kreis entweichen. Dieser wird vorzugsweise fortlaufend ersetzt, um einen einwandfreien Betrieb der Pulserzeugungsvorrichtung **30** zu ermöglichen. Hierfür ist eine gesonderte Speisepumpe **73** vorgesehen, welche beispielsweise als Zahnradpumpe ausgebildet sein kann, wobei sie Druckfluid aus einem Tank **75** ansaugt. Alle zweiten Fluidkanalabschnitte **56** sind parallel über jeweils ein zugeordnetes Rückschlagventil **74** an die Druckseite der Speisepumpe **73** angeschlossen. Das Rückschlagventil **74** ist so eingebaut, dass jeweils nur ein Fluidstrom von der Speisepumpe **73** zum jeweils zugeordneten zweiten Fluidkanalabschnitt **56** erfolgen kann, nicht aber in die Gegenrichtung. Der Förderdruck der Speisepumpe **73** ist vorzugsweise so klein ausgelegt, dass diese ausschließlich in diejenigen zweiten Fluidkanalabschnitte **56** fördern kann, welche den jeweils aus dem Rotor **31** ausfahrenden Begrenzungskörpern **71** zugeordnet sind.

[0035] Fig. 2 zeigt eine Vorderansicht des Dichtkörpers **60** nach Fig. 1, wobei die erste Dichtfläche **61** sichtbar ist. In der ersten Dichtfläche **61** sind die jeweils kreisringförmig um die erste Drehachse **32** verlaufenden Ringnuten **53** angeordnet. Am Grund jeder Ringnut **53** mündet jeweils die bereits angesprochene erste Bohrung **64** ein, welche Bestandteil des zweiten Fluidkanalabschnitts ist. Die verschiedenen ersten Bohrungen **64** sind vorzugsweise an unterschiedlichen Stellen um die erste Drehachse **32** herum angeordnet, so dass sie genügend großen Abstand zueinander aufweisen, welcher zum Anschluss des verbleibenden zweiten Fluidkanalabschnitts ausreicht. Im Übrigen ist die Lage der ersten Bohrungen **64** am Umfang der betreffenden Ringnut **53** frei wählbar.

[0036] Weiter sind in Fig. 2 die bereits angesprochenen Mündungsöffnungen **54** der ersten Fluidkanalabschnitte **55** eingezeichnet. Der Übersichtlichkeit halber wurde gegenüber Fig. 1 eine um 90° gedrehte Stellung des Rotors zugrundegelegt, damit die Mündungsöffnungen **54** die ersten Bohrungen **64** nicht überdecken. Die Mündungsöffnungen **54** sind jeweils langlochartig ausgebildet, wobei sie vorzugsweise dem kreisförmigen Verlauf der zugeordneten Ringnut **53** folgen. Die Breite der Mündungsöffnungen **54** in radialer Richtung bezüglich der ersten Drehachse **32** ist im Wesentlichen gleich der Breite der betreffenden Ringnut **53** ausgebildet, wobei die Mündungsöffnung vorzugsweise mittig über der zugeordneten Ringnut **53** angeordnet ist. Die Breite aller Ringnuten **53** ist vorzugsweise gleich ausgeführt.

[0037] Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht eines ersten Rotorteils **81** gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. Die zweite Ausführungsform ist bis auf die nachfolgend beschriebenen Unterschiede identisch zur ersten Ausführungsform ausgebildet, wobei in den Fig. 3 bzw. Fig. 4 und in den Fig. 1 bzw. Fig. 2 gleiche bzw. sich entsprechende Teile mit den gleichen Bezugsziffern versehen sind.

[0038] Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich in erster Linie dadurch von der ersten Ausführungsform, dass die Ringnuten **53** am Rotor **31** angeordnet sind. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass mehr, beispielsweise acht, Zylinderbohrungen **76** vorhanden sind, so dass entsprechend mehr Ringnuten **53** erforderlich sind, die entsprechend viel Bauraum in radialer Richtung benötigen.

[0039] Der Rotor **31** umfasst ein erstes Rotorteil **81**, welches in der Art einer Zylindertrommel ausgebildet ist. In der Mitte hat das erste Rotorteil **81** eine Aufnahmebohrung **83**, welche zur drehfesten Aufnahme einer gesonderten Antriebswelle ausgebildet ist. Um die erste Drehachse **32** herum sind vorliegend insgesamt acht kreiszyindrische Zylinderbohrungen **76** angeordnet, welche parallel zur ersten Drehachse **32** angeordnet sind. Die Zylinderbohrungen **76** werden stirnseitig vom zweiten Rotorteil (Nr. **82** in Fig. 4) überdeckt, an dem die Ringnuten **53** angeordnet sind.

[0040] Jede Zylinderbohrung **76** wird von einer zugeordneten, radial zur ersten Drehachse **32** verlaufenden Nut **84** gekreuzt, so dass Druckfluid aus der Zylinderbohrung **76** in die zugeordnete radial Nut **84** strömen kann und umgekehrt. Die radialen Nuten **84** haben vorzugsweise jeweils eine konstante Tiefe und eine konstante Breite. Ihre Länge in radialer Richtung ist vorliegend identisch ausgebildet, sie kann aber auch je nach Lage der betreffenden Ringnut unterschiedlich ausgebildet sein.

[0041] Die Außenumfangsfläche des ersten Rotorteils **81** ist kreiszyindrisch bezüglich der ersten Drehachse **32** ausgebildet. Die Zylinderbohrungen **76** und die radialen Nuten münden jeweils in eine erste Anlagefläche **86** am ersten Rotorteil **81** ein. Die erste Anlagefläche **86** ist eben ausgebildet und senkrecht zur ersten Drehachse **32** angeordnet.

[0042] Fig. 4 zeigt eine perspektivische Schnittansicht eines zweiten Rotorteils **82** der zweiten Ausführungsform der Erfindung. Die entsprechende Schnittebene ist so gewählt, dass sie die erste Drehachse **32** enthält. Das zweite Rotorteil **82** liegt mit seiner ebenen zweiten Anlagefläche **87** an der ersten Anlagefläche (Nr. **86** in Fig. 3) des ersten Rotorteils an, wobei es fest mit diesem verbunden ist. Die ebene zweite Dichtfläche **62** ist auf der von der zweiten Anlagefläche **87** abgewandten Seite des zweiten Rotorteils **82**

angeordnet, wobei sie parallel zur zweiten Anlagefläche **87** angeordnet ist.

[0043] Vorliegend sind in der zweiten Dichtfläche **62** insgesamt acht Ringnuten **53** vorgesehen, so dass jeder Zylinderbohrung (Nr. **76** in **Fig. 3**) eine Ringnut **53** zugeordnet ist. Die Ringnuten **53** sind wiederum kreisringförmig bezüglich der ersten Drehachse **32** ausgebildet, wobei ihre Tiefe in Richtung der ersten Drehachse **32** konstant ausgebildet ist. In den Grund einer jeden Ringnut **53** mündet jeweils eine zweite Bohrung **85** ein, welche das zweite Rotorteil **82** in Richtung der ersten Drehachse **32** durchsetzt. Auf der gegenüberliegenden Seite des zweiten Rotorteils **82** mündet die zweite Bohrung **85** jeweils in eine zugeordnete radiale Nut (Nr. **84** in **Fig. 3**) ein, so dass jede Zylinderbohrung (Nr. **76** in **Fig. 3**) an eine zugeordnete Ringnut **53** fluidisch angeschlossen ist.

[0044] Gegenüber der ersten Ausführungsform entfallen die Ringnuten an dem Dichtkörper, dort sind nur noch die ersten Bohrungen (Nr. **64** in **Fig. 1**, **Fig. 2**) angeordnet, welche nunmehr jeweils in eine zugeordnete Ringnut **53** am zweiten Rotorteil **82** einmünden.

70	Kopplungskörper
71	Begrenzungskörper
72	Axialkolbenpumpe
73	Speisepumpe
74	Rückschlagventil
75	Tank
76	Zylinderbohrung
77	Kopplungsfläche
81	erstes Rotorteil
82	zweites Rotorteil
83	Aufnahmebohrung
84	radiale Nut
85	zweite Bohrung
86	erste Anlagefläche
87	zweite Anlagefläche

Bezugszeichenliste

10	Vibrationsantrieb
20	Aktuator
21	erste Fluidkammer
22	zweite Fluidkammer
23	Kolben
24	Kolbenstange
25	Gehäuse des Aktuators
30	Pulserzeugungsvorrichtung
31	Rotor
32	erste Drehachse
33	dritte Fluidkammer
34	vierte Fluidkammer
35	Antriebswelle
36	Gehäuse
37	Drehlager
38	Antriebszapfen
39	Innenraum
40	Schrägscheibe
41	zweite Drehachse
42	Schwenkzylinder
51	erste Drehdurchführung
52	zweite Drehdurchführung
53	Ringnut
54	Mündungsöffnung
55	erster Fluidkanalabschnitt
56	zweiter Fluidkanalabschnitt
60	Dichtkörper
61	erste Dichtfläche
62	zweite Dichtfläche
63	feste Verbindung zwischen Dichtkörper und Gehäuse
64	erste Bohrung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- FR 1212419 A [0002, 0006]
- US 4068595 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Vibrationsantrieb (10) mit einer Pulserzeugungsvorrichtung (30) und wenigstens einem Aktuator (20), wobei jeder Aktuator (20) eine erste und eine zweite Fluidkammer (21; 22) aufweist, deren Volumina gegenphasig verstellbar sind, wobei jede erste Fluidkammer (21) fluidisch mit wenigstens einer zugeordneten dritten Fluidkammer (33) in der Pulserzeugungsvorrichtung (30) verbunden ist, wobei jede zweite Fluidkammer (22) fluidisch mit wenigstens einer zugeordneten vierten Fluidkammer (34) in der Pulserzeugungsvorrichtung (30) verbunden ist, wobei die dritte und die vierte Fluidkammer (33, 34) jeweils abschnittsweise von linearbeweglichen Begrenzungskörpern (71) begrenzt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pulserzeugungsvorrichtung (30) einen bezüglich einer ersten Drehachse (32) drehbaren Rotor (31) aufweist, welcher die wenigstens eine dritte und die wenigstens eine vierte Fluidkammer (33; 34) jeweils abschnittsweise begrenzt, wobei die Begrenzungskörper (71) in dem Rotor (31) linearbeweglich aufgenommen sind, wobei die Pulserzeugungsvorrichtung (30) einen vom Rotor (31) verschiedenen Kopplungskörper (70) aufweist, wobei die Begrenzungskörper (71) mit dem Kopplungskörper (70) bewegungsgekoppelt sind.

2. Vibrationsantrieb nach Anspruch 1, wobei die Lage des Kopplungskörpers (70) relativ zur ersten Drehachse (32) verstellbar ist.

3. Vibrationsantrieb nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Pulserzeugungsvorrichtung (30) in der Art einer Axialkolbenpumpe (72) ausgebildet ist, wobei die Begrenzungskörper (71) von im Wesentlichen parallel zur ersten Drehachse (32) beweglichen Kolben (23) gebildet werden.

4. Vibrationsantrieb nach Anspruch 3, wobei die Axialkolbenpumpe (72) in Schrägscheibenbauweise ausgebildet ist, wobei der Kopplungskörper (70) von einer Schrägscheibe (40) gebildet wird, welche vorzugsweise bezüglich einer zweiten Drehachse (41) schwenkbar ist, wobei die zweite Drehachse (41) senkrecht zur ersten Drehachse (32) ausgerichtet ist.

5. Vibrationsantrieb nach Anspruch 3, wobei die Axialkolbenpumpe (72) in Schrägachsenbauweise ausgebildet ist, wobei der Kopplungskörper (70) von einer Antriebswelle gebildet wird, welche bezüglich einer dritten Drehachse drehbar ist, wobei die dritte Drehachse die erste Drehachse (32) schneidet, wobei vorzugsweise der Winkel zwischen der ersten (32) und der dritten Drehachse verstellbar ist.

6. Vibrationsantrieb nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Pulserzeugungsvorrichtung (30) in der Art einer Flügelzellenpumpe ausgebildet ist, wobei die Begrenzungskörper (71) von radial zur ersten Drehach-

se (32) linearbeweglichen, plattenartigen Flügeln gebildet werden, wobei der Kopplungskörper (70) von einem Hubring gebildet wird, welcher den Rotor (31) umgibt, wobei er den Bewegungsweg der Begrenzungskörper (71) nach radial außen begrenzt, wobei der Hubring die dritte und die vierte Fluidkammer (33; 34) abschnittsweise begrenzt, wobei der Hubring vorzugsweise quer zur ersten Drehachse (32) verschiebbar ist.

7. Vibrationsantrieb nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Pulserzeugungsvorrichtung (30) in der Art einer Radialkolbenpumpe ausgebildet ist, wobei die Begrenzungskörper (71) von radial zur ersten Drehachse (32) beweglichen Kolben gebildet werden, wobei der Kopplungskörper (70) von einem Hubring gebildet wird, welcher den Rotor (31) umgibt, wobei er den Bewegungsweg der Begrenzungskörper (71) nach radial außen begrenzt.

8. Vibrationsantrieb nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Volumina der wenigstens einen dritten und der wenigstens einen vierten Fluidkammer (33; 34), welche demselben Aktuator (20) zugeordnet sind, durch Drehung des Rotors (31) gegenphasig verstellbar sind.

9. Vibrationsantrieb nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei jedem Aktuator (20) eine erste und eine zweite Drehdurchführung (51; 52) in der Pulserzeugungsvorrichtung (30) zugeordnet ist, wobei jede erste Drehdurchführung (51) die betreffende erste Fluidkammer (21) fluidisch mit der betreffenden wenigstens einen dritten Fluidkammer (33) verbindet, wobei jede zweite Drehdurchführung (52) die betreffende zweite Fluidkammer (22) fluidisch mit der betreffenden wenigstens einen vierten Fluidkammer (34) verbindet.

10. Vibrationsantrieb nach Anspruch 9, wobei der Rotor (31) Bestandteil aller ersten und aller zweiten Drehdurchführungen (51; 52) ist.

11. Vibrationsantrieb nach Anspruch 9 oder 10, wobei die erste und die zweite Drehdurchführung (51; 52) jeweils eine Ringnut (53) aufweist, welche kreisringförmig um die erste Drehachse (32) verläuft, wobei an einem anderen Teil der betreffenden Drehdurchführung (51; 52) eine Mündungsöffnung (54) angeordnet ist, welche in die Ringnut (53) einmündet.

12. Vibrationsantrieb nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei alle ersten und alle zweiten Drehdurchführungen (51; 52) einen gemeinsamen Dichtkörper (60) aufweisen, wobei an dem Dichtkörper (60) eine erste Dichtfläche (61) angeordnet ist, welche an einer zweiten Dichtfläche (62) am Rotor (31) gleitbeweglich anliegt, wobei die erste und die zweite Dichtfläche (61; 62) rotationssymmetrisch bezüglich der ersten Drehachse (32) ausgebildet sind.

13. Vibrationsantrieb nach Anspruch 12, wobei die Ringnuten (**53**) in der einen, ersten oder zweiten, Dichtfläche (**61; 62**) angeordnet sind, wobei die Mündungsöffnungen (**54**) in der anderen, zweiten oder ersten, Dichtfläche (**62; 61**) angeordnet sind.

14. Vibrationsantrieb nach einem der Ansprüche 9 bis 13, wobei die wenigstens eine dritte und die wenigstens eine vierte Fluidkammer (**33; 34**) jeweils an einen zugeordneten ersten Fluidkanalabschnitt (**55**) fluidisch angeschlossen sind, welcher im Rotor (**31**) verläuft, wobei er zur zugeordneten Drehdurchführung (**51; 52**) führt.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

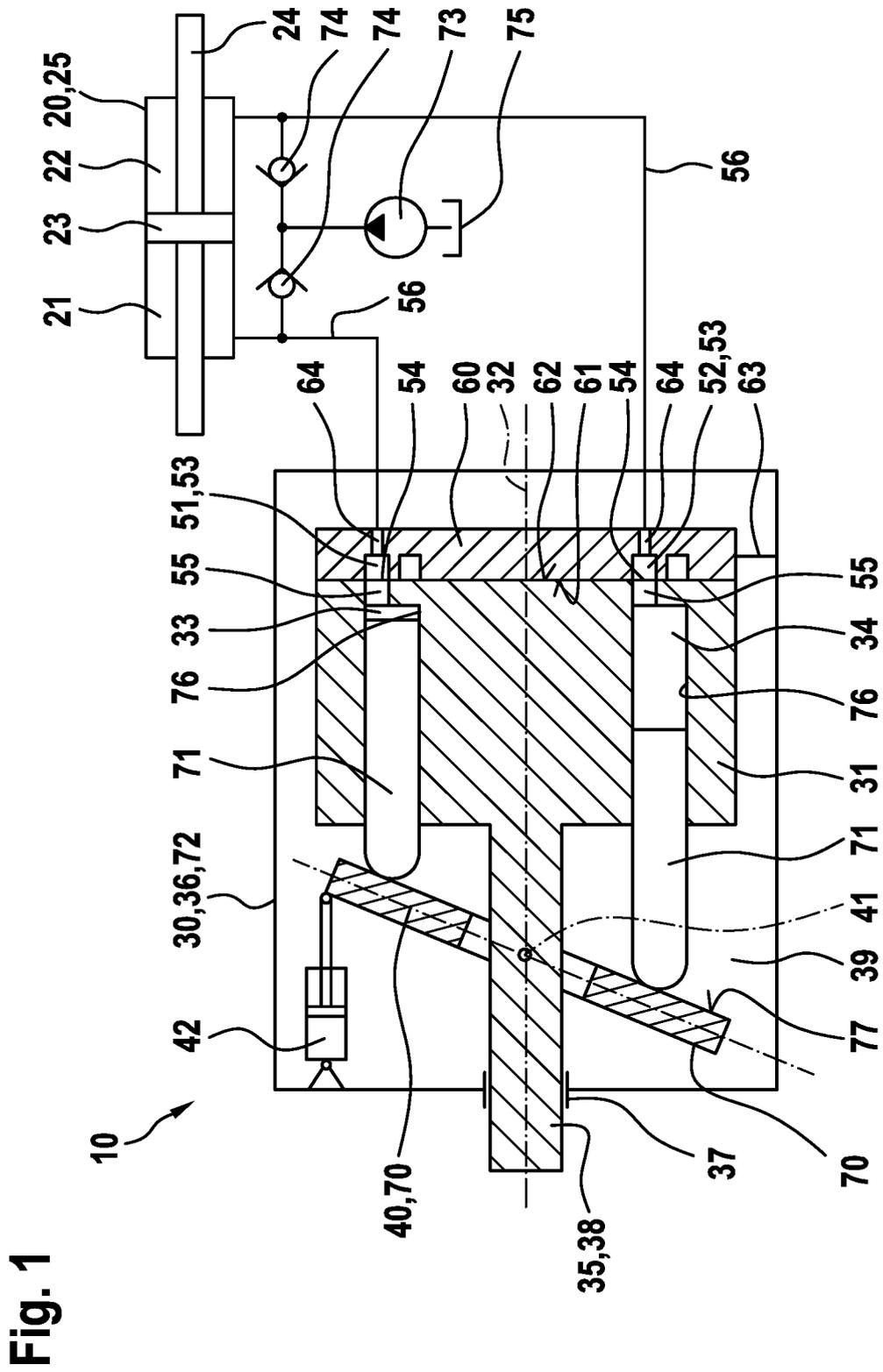


Fig. 2

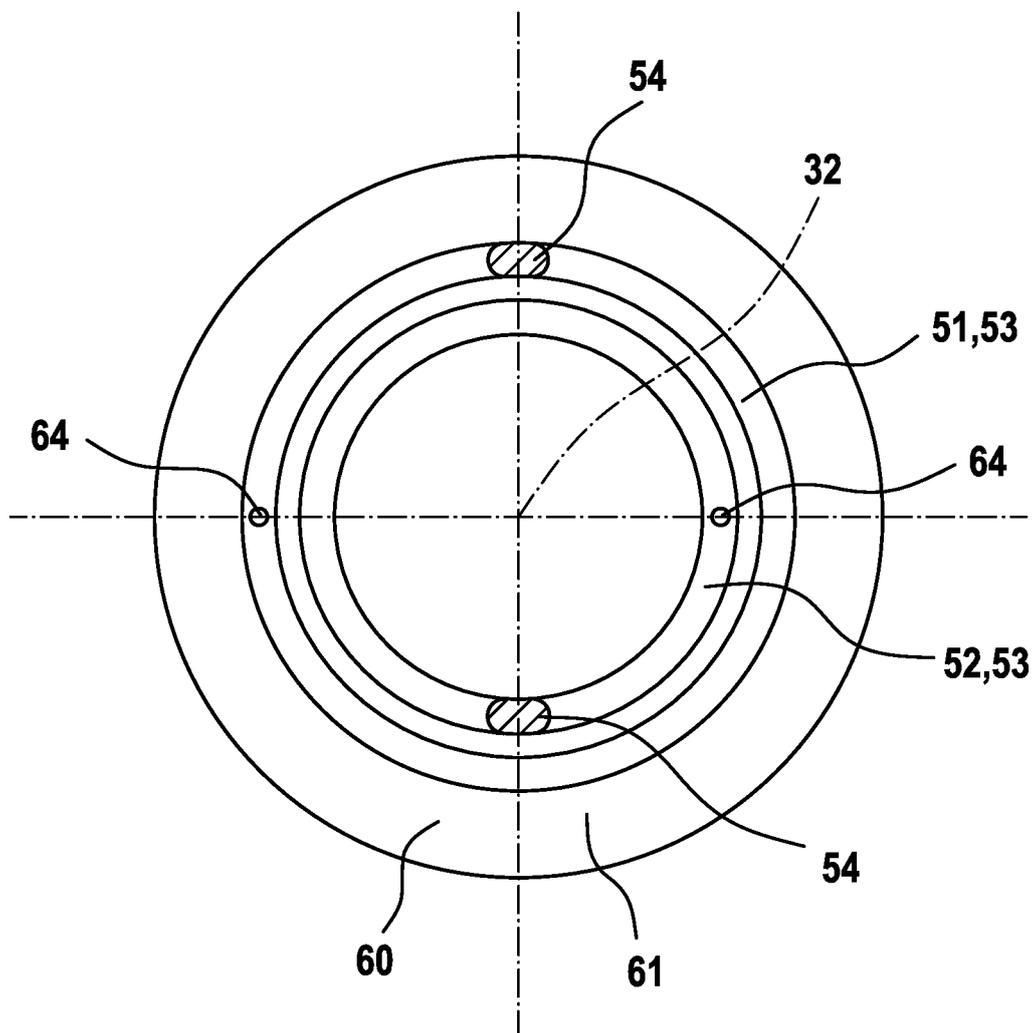


Fig. 3

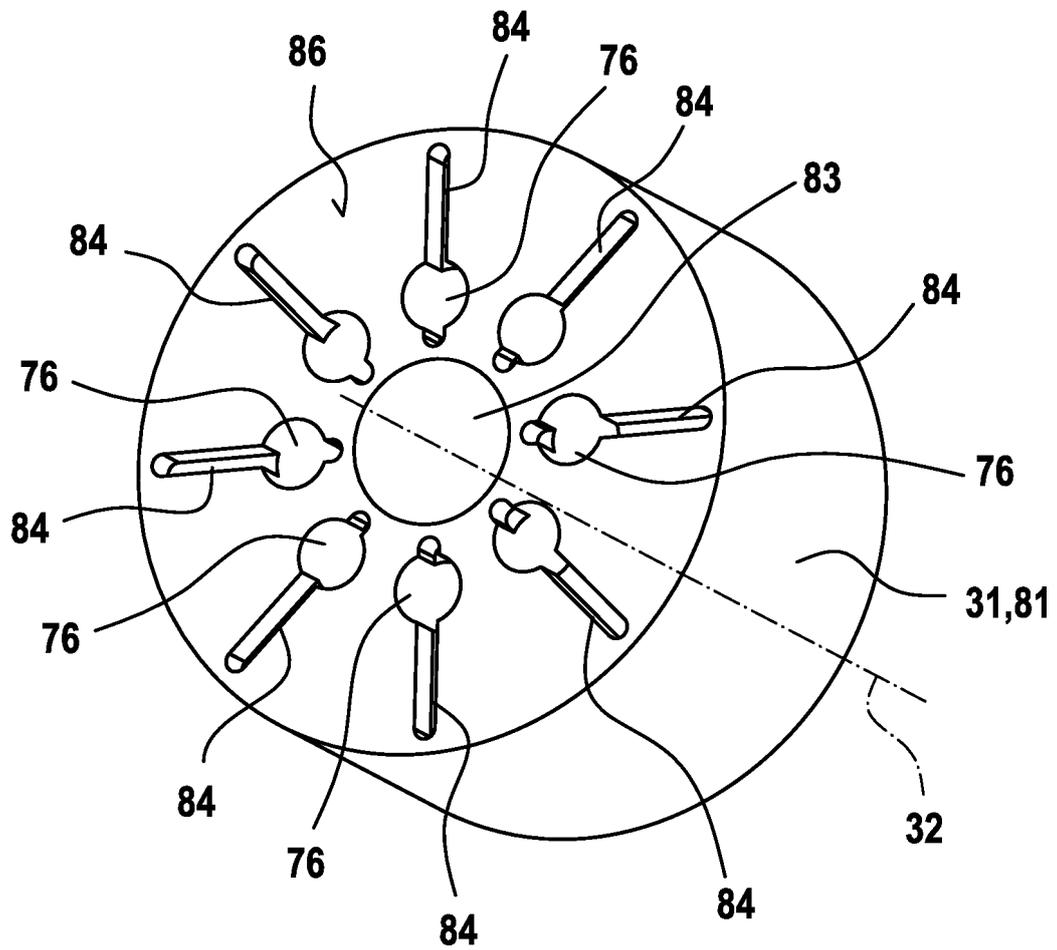


Fig. 4

