



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 18 351 T2 2007.10.31**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 466 092 B1**

(51) Int Cl.⁸: **F03C 1/04 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 18 351.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FR02/04494**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 799 840.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/056172**

(86) PCT-Anmeldetag: **20.12.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **10.07.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.10.2004**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **21.02.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.10.2007**

(30) Unionspriorität:
0116815 24.12.2001 FR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Poclain Hydraulics Industrie, Verberie, FR

(72) Erfinder:
**ALLART, Bernard, F-60800 Crepy en Valois, FR;
BIGO, Louis, F-60200 Compiègne, FR**

(74) Vertreter:
**WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und
Rechtsanwälte, 81541 München**

(54) Bezeichnung: **RADIALKOLBENHYDRAULIKMOTOR**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen hydraulischen Radialkolbenmotor wie im Oberbegriff des Anspruchs 1 definiert. Ein derartiger Motor ist jeweils aus den Dokumenten U5-A-4522110 bzw. DE-C-829553 bzw. DE-A-2634065 bzw. FR-A-2587761 bekannt.

[0002] Bei einem Motor dieses Typs, der mit dem gesamten Hubraum arbeitet, liegt jede Verbindungsöffnung nacheinander einer an den Fluidzulauf angeschlossenen Verteileröffnung und einer an den Fluidauslass angeschlossenen Verteileröffnung gegenüber. Die Verbindung mit der an den Zulauf angeschlossenen Verteileröffnung bewirkt, dass der Kolben, der in dem mit der betreffenden Verbindungsöffnung verbundenen Zylinder enthalten ist, radial nach außen geschoben wird, während die Verbindung derselben Verbindungsöffnung mit einer an den Fluidauslass angeschlossenen Verteileröffnung den Einzug dieses Kolbens in seinen Zylinder, in Richtung der Motorachse, gestattet. Auf diese Weise wirkt jeder Kolben nacheinander mit den verschiedenen Teilen der Bögen der Nockenscheibe zusammen, um die relative Drehung des Zylinderblocks und der Nockenscheibe zu ermöglichen.

[0003] Die Abstände zwischen den Verteileröffnungen und die Abstände zwischen den Verbindungsöffnungen sind derart, dass eine Verbindungsöffnung nicht gleichzeitig mit zwei Verteileröffnungen verbunden ist, die an den Fluidzulauf bzw. an den Fluidauslass angeschlossen sind.

[0004] Während der relativen Drehung des Zylinderblocks und des Verteilers werden die Arbeitskammern der Zylinder, das heißt die unterhalb der Kolben begrenzten Teile dieser Zylinder, abwechselnd unter hohem Druck und unter niedrigem Druck gesetzt. In diesen Arbeitskammern finden also Druckänderungen statt, die im Allgemeinen in sehr rascher Folge ausgeführt werden. Durch diese Druckänderungen werden die Kolben proportionalen Kräften ausgesetzt, und diese Kräfte werden von den Kolben auf die Nockenscheibe übertragen.

[0005] Die Bestandteile des Motors, insbesondere sein Gehäuse, werden dadurch den Belastungsschwankungen ausgesetzt, die lärm erzeugende Vibrationen auslösen, wobei die Intensität der erzeugten Geräusche hauptsächlich von der Geschwindigkeit der Druckanstiege und Druckabfälle in den Arbeitskammern abhängt.

[0006] Um einen ordnungsgemäßen Betrieb des Motors zu gewährleisten, ist der Druckunterschied zwischen dem Fluidzulauf und dem Fluidauslass beträchtlich. Wenn ein am Motordrehmoment beteiligter Kolben das Ende seines Hubs in seiner von der Mo-

torachse am weitesten entfernten Position (oberer Totpunkt) erreicht, wird aufgrund des Anschlusses der Verbindungsöffnung seines Zylinders an eine mit dem Fluidzulauf verbundene Verteileröffnung diese Verbindungsöffnung von dieser Verteileröffnung abgesperrt und anschließend mit einer anderen Verteileröffnung verbunden, die nun ihrerseits an den Fluidauslass angeschlossen ist. In dem Zylinder des betreffenden Kolbens kommt es daraufhin zu einem Entspannungsvorgang, wobei das in diesem Zylinder vorhandene, unter einem hohen Druck stehende Fluid plötzlich mit einem deutlich niedrigeren Druck, nämlich dem Druck des Fluidauslasses, in Verbindung gesetzt wird. Wenn der Kolben andererseits den unteren Totpunkt seines Hubs (seiner der Motorachse am nächsten gelegene Position) erreicht, wird sein Zylinder vom Fluidauslass abgesperrt und anschließend mit dem Fluidzulauf verbunden, um einen erneuten zentripetalen Hub des Kolbens zu ermöglichen. In diesem Moment erhöht sich der niedrige Druck des in dem Zylinder enthaltenen Fluids auf einen deutlich höheren Druck, nämlich den Druck des Fluidzulaufs. Es kommt ebenfalls zu einem Entspannungsvorgang vom Fluidzulauf zum Zylinder. Im vorherigen Fall erfolgt die Entspannung vom Zylinder zum Fluidauslass.

[0007] In beiden Fällen führt die auftretende Entspannung zu Stoß- oder Ruckeffekten und Geräuschen wie etwa Klappern.

[0008] Mit der zunehmenden Verbesserung der Qualität der Motoren und der Verringerung der Undichtigkeiten dieser Motoren sind diese Phänomene umso deutlicher wahrnehmbar. Die Leckverluste der früheren Motoren ermöglichten es nämlich, allzu unvermittelte Druckschwankungen zwischen den verschiedenen Kammern zu verhindern.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Entspannungsphänomene und die daraus resultierenden Stoßwirkungen zu begrenzen und einen im Wesentlichen ruckfreien Betrieb des Motors anzustreben.

[0010] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Randanordnungen einer Verteileröffnung unterschiedlich sind, wobei die Randanordnung einer Verteileröffnung, die in Winkelübereinstimmung mit dem der betreffenden Verteileröffnung entsprechenden konvexen Bereich der Rampe der Nockenscheibe angeordnet ist, den Durchlass eines Fluidvolumens zum Druckausgleich zwischen einer Verbindungsöffnung und der Verteileröffnung zu gestatten vermag, das geringer ist als das Druckausgleichsfluidvolumen, dessen Durchlass die Randanordnung derselben Verteileröffnung, die in Winkelübereinstimmung mit dem konkaven Bereich der Rampe angeordnet ist, zu gestatten vermag.

[0011] Diese Ausgleichsfluidvolumen sind die Fluidvolumen, die die Einschnitte dieser Randanordnungen zu durchqueren vermögen, solange die Verbindung zwischen der Verteileröffnung und einer Verbindungsöffnung nur durch den oder die Einschnitte der betreffenden Randanordnung erfolgt.

[0012] Um die oben genannten Stoß- und Geräuschphänomene zu beseitigen oder wenigstens beträchtlich abzuschwächen, schlägt die Erfindung vor, den Eingriffsbereich und den Trennbereich des Rands wenigstens einiger Verteileröffnungen jeweils mit einer Randanordnung zu versehen, die wenigstens einen Einschnitt aufweist.

[0013] Wenn ein Kolben mit einem konvexen Bereich einer Rampe der Nockenscheibe in Kontakt ist, befindet er sich in der unteren Position, das heißt in der Nähe seines unteren Totpunkts. In dieser Situation ist das Volumen der Arbeitskammer des Zylinders, in dem sich dieser Kolben bewegt, minimal.

[0014] Ist der Kolben dagegen mit dem konkaven Bereich der Rampe der Nockenscheibe in Kontakt, so befindet er sich in der Nähe seines oberen Totpunkts, und das Volumen der Arbeitskammer des Zylinders, in dem sich dieser Kolben bewegt, ist maximal.

[0015] Wenn sich im Fall der Erfindung ein Kolben in der Nähe seines unteren Totpunkts befindet, so verlässt die Verbindungsöffnung des Zylinders dieses Kolbens den Trennbereich einer Verteileröffnung oder nähert sich dem Eingriffsbereich der folgenden Verteileröffnung mittels einer Randanordnung an, die wenigstens einen Einschnitt aufweist, der den Durchlass eines kleinen Fluidvolumens zum Druckausgleich zwischen den Öffnungen zu gestatten vermag. Wenn sich derselbe Kolben in der Nähe seines oberen Totpunkts befindet, so verlässt die Verbindungsöffnung des Zylinders dieses Kolbens den Trennbereich einer Verteileröffnung oder nähert sich dem Eingriffsbereich der benachbarten Verteileröffnung mittels einer Randanordnung an, die wenigstens einen Einschnitt aufweist, der den Durchlass eines größeren Fluidvolumens zum Druckausgleich zwischen den Öffnungen zu gestatten vermag.

[0016] Zum einen ermöglicht es die Erfindung, dass die Verbindung zwischen jeder Verbindungsöffnung und jeder Verteileröffnung progressiv erfolgt, entweder über den oder die Einschnitte der Randanordnung, die den Durchlass eines kleinen Volumens zulässt und an einem der Ränder der Verteileröffnung angeordnet ist, die sogenannte Anordnung "mit kleinem eingeschnittenem Abschnitt", oder über den oder die Einschnitte der Randanordnung, die den Durchlass eines großen Volumens zulässt und am anderen Rand angeordnet ist, die sogenannte Anordnung "mit großem eingeschnittenem Abschnitt". Da-

durch werden die oben genannten Entspannungsphänomene begrenzt.

[0017] Ferner erfolgt die Verbindung zwischen einer Verbindungsöffnung und der Randanordnung mit kleinem eingeschnittenem Abschnitt einer Verteileröffnung, wenn das Volumen der Arbeitskammer des an der betreffenden Verbindungsöffnung angeschlossenen Zylinders minimal ist, während die Verbindung zwischen derselben Verbindungsöffnung und der Randanordnung mit großem eingeschnittenem Abschnitt einer Verteileröffnung erfolgt, wenn das Volumen der Arbeitskammer des derselben Verbindungsöffnung zugeordneten Zylinders maximal ist.

[0018] Indem die Abmessungen und die Anzahl der Einschnitte der Randanordnungen mit kleinem und großem eingeschnittenem Abschnitt entsprechend festgelegt werden, kann somit ein progressiver Druckausgleich zwischen der Verbindungsöffnung und den Verteileröffnungen erzielt werden, der, bezogen auf das Volumen der Arbeitskammer, in beiden genannten Fällen im Wesentlichen derselbe ist.

[0019] Die Auswahl von kleinen eingeschnittenen Abschnitten und von großen eingeschnittenen Abschnitten für die beiden jeweiligen Ränder jeder Verteileröffnung ermöglicht es somit, eine noch homogenere Verbindung zwischen den Verbindungsöffnungen und den Verteileröffnungen zu erzielen. Dies begünstigt zusätzlich den weichen Betrieb des Motors, da die Entspannungsphänomene gleichermaßen (im gleichen Verhältnis) verhindert werden, wenn sich die Kolben in der Nähe ihrer oberen Endstellung oder in der Nähe ihrer unteren Endstellung befinden. Zusätzlich werden Vibrationen und sonstige unangenehme Stoßwirkungen begrenzt.

[0020] Gemäß einer Variante weist die Randanordnung des Eingriffsbereichs wenigstens einer Verteileröffnung wenigstens einen Einschnitt auf, der bezogen auf einen Einschnitt der Randanordnung des Trennbereichs der Verteileröffnung mit einem anderen radialen Abstand zur Drehachse angeordnet ist.

[0021] Die Tatsache, dass diese beiden Einschnitte mit unterschiedlichen radialen Abständen zur Drehachse angeordnet sind, kann die Ausführung von Einschnitten mit unterschiedlichen Längen gestatten. Diese unterschiedlichen Längen werden verwendet, um die Schwankung des Druckverlusts in dem Einschnitt während der relativen Drehung des Fluidverteilers und des Zylinderblocks in optimierter Weise festzulegen. Wenn der von der Drehachse am weitesten entfernte und der Randanordnung mit großem eingeschnittenem Abschnitt zugeordnete Einschnitt zum Beispiel mit der Verbindungsöffnung in einem Winkelsektor verbunden ist, der größer als der Winkelsektor ist, in dem die Randanordnung mit kleinem eingeschnittenem Abschnitt mit dieser Öffnung ver-

bunden ist, so kann durch diese Anordnung während der relativen Drehung des Fluidverteilers und des Zylinderblocks erreicht werden, dass eine Verbindungsöffnung während eines längeren Zeitraums mit der Randanordnung mit großem eingeschnittenem Abschnitt verbunden ist als mit dem anderen Abschnitt. Dieser Verbindungszeitunterschied ist einer der Faktoren, die es ermöglichen, die Dekompression oder Kompression des Fluidvolumens, das in der mit der betreffenden Verbindungsöffnung verbundenen Arbeitskammer des Zylinderblocks enthalten ist, zu homogenisieren.

[0022] Somit ist der Zeitraum, während dem der von der Drehachse am weitesten entfernte und der Randanordnung mit großem eingeschnittenem Abschnitt zugeordnete Einschnitt mit einer Verbindungsöffnung verbunden ist, im Allgemeinen größer, da bei einem gegebenen relativen Drehwinkel zwischen dem Zylinderblock und dem Verteiler die Entfernung, die von einem von der Drehachse entfernten Punkt zurückgelegt werden muss, größer ist als diejenige, die von einem Punkt zurückgelegt wird, der von dieser Achse weniger weit entfernt ist.

[0023] Eine weitere Ausnutzung der Länge des Einschnitts besteht bei einem langen Einschnitt darin, die Verbindung zwischen diesem Einschnitt und einer Verbindungsöffnung nur auf einen kleinen Teil der Länge des Einschnitts (das heißt auf einen kleinen Winkelsektor der relativen Drehung zwischen dem Zylinderblock und dem Verteiler) zu beschränken, bevor die bündige Verbindung mit dem Rand der Verteileröffnung selbst erfolgt. In diesem Fall bildet dieser lange Einschnitt eine Verengung mit großer Länge, die in dem betreffenden kleinen Teil nur den Durchlass eines kleinen Druckausgleichsfluidvolumens gestattet. Dieser lange Einschnitt entspricht also dem oben definierten kleinen eingeschnittenen Abschnitt. Der Einschnitt des anderen Rands der Verteileröffnung, der in einem kleineren radialen Abstand zur Drehachse angeordnet ist, ist kürzer, wird jedoch auf seiner gesamten Länge in einem Winkelsektor genutzt, der mit dem Winkelsektor der eingeschränkten Verbindung des langen Einschnitts mit der Verbindungsöffnung im Wesentlichen identisch ist, bevor die bündige Verbindung mit dem Rand der Verteileröffnung selbst erfolgt. Dieser kurze Einschnitt gestattet also den Durchlass eines größeren Druckausgleichsvolumens und entspricht dem oben definierten großen eingeschnittenen Abschnitt.

[0024] Vorteilhafterweise ist in diesen Fällen bei den Randanordnungen wenigstens einer Verteileröffnung der Abstand eines kurzen Einschnitts zur Drehachse kleiner als der Abstand eines langen Einschnitts zur Drehachse.

[0025] Vorteilhafterweise weist bei wenigstens einer Verteileröffnung die Randanordnung, die in Winkelü-

bereinstimmung mit dem konkaven Bereich der Nockenscheibenrampe angeordnet ist, die der betreffenden Verteileröffnung entspricht, wenigstens einen Einschnitt auf, der sich in einem zwischen zwei von der Drehachse ausgehenden Radien gemessenen Winkelsektor erstreckt, der größer ist als der in gleicher Weise gemessene Winkelsektor, in dem der Einschnitt verläuft, der in Winkelübereinstimmung mit dem konvexen Bereich der Rampe angeordnet ist.

[0026] Vorteilhafterweise hat die Randanordnung, die in Winkelübereinstimmung mit dem konkaven Bereich der Nockenscheibenrampe angeordnet ist, die der betrachteten Verteileröffnung entspricht, bei wenigstens einer Verteileröffnung einen eingeschnittenen Abschnitt, der größer ist als der der Randanordnung, die in Winkelübereinstimmung mit dem konvexen Bereich der Rampe angeordnet ist.

[0027] Gemäß einer Ausführungsform weisen die Randanordnungen wenigstens einer Verteileröffnung jeweils die gleiche Anzahl Einschnitte (vorteilhafterweise einen einzigen Einschnitt) auf, wobei sich der bzw. die Einschnitte einer dieser Randanordnungen von dem bzw. denen der anderen Randanordnung unterscheidet bzw. unterscheiden.

[0028] Gemäß einer anderen Ausführungsform weisen die Randanordnungen wenigstens einer Verteileröffnung jeweils ähnliche Einschnitte auf, wobei sich die Anzahl der Einschnitte einer dieser Randanordnungen von der Anzahl der Einschnitte der anderen Randanordnung unterscheidet.

[0029] Unter "ähnlichen Einschnitten" sind Einschnitte zu verstehen, die im Wesentlichen denselben Querschnitt aufweisen und mit demselben Werkzeug hergestellt werden können. Zwei ähnliche Einschnitte, die auf dem Eingriffsbereich bzw. auf dem Trennbereich einer Verteileröffnung vorhanden sind, sind zum Beispiel so, dass die Abbildung eines dieser Einschnitte, die durch Spiegelung bezüglich einer Symmetrieebene der Verteileröffnung erzielt wird, eine identische oder annähernd identische Form wie die des anderen Einschnitts aufweist.

[0030] Somit kann dasselbe Werkzeug zum Bearbeiten sämtlicher Einschnitte verwendet werden und die Anzahl der Einschnitte an jedem Rand so gewählt werden, dass der Durchlass des gewünschten Druckausgleichsvolumens ermöglicht wird.

[0031] Eine vorteilhafte Variante ist dadurch definiert, dass zwei benachbarte Rampen der Nockenscheibe entweder durch einen Nockenscheibenscheitelbereich, der zwischen ihren jeweiligen konvexen Bereichen verläuft, oder durch einen Nockenscheibensohlenbereich, der zwischen ihren jeweiligen konkaven Bereichen verläuft, miteinander verbunden sind, und dass der Nockenscheibenscheitel-

und der Nockenscheibensohlenbereich im Wesentlichen auf die Drehachse zentrierte Kreisbögen sind, so dass beim Zusammenwirken der Kolben mit diesen Bereichen deren radiale Hübe im Wesentlichen Null sind, und dadurch, dass die Verteileröffnungen und die Verbindungsöffnungen solche Abmessungen aufweisen, dass jede Verteileröffnung während der relativen Drehung des Zylinderblocks und des Verteilers zeitweilig von jeder Verbindungsöffnung abgesperrt bleibt.

[0032] Die Nockenscheibenscheitelbereiche und die Nockenscheibensohlenbereiche werden als "Nockenscheibenflächen" bezeichnet. Vorteilhafterweise lässt man den im Wesentlichen Null entsprechenden Hub eines mit einer Nockenscheibenfläche zusammenwirkenden Kolbens mit einer Absperrung der Verbindungsöffnung des Zylinders dieses Kolbens bezüglich jeder Verteileröffnung zusammentreffen. Auf diese Weise wird jede nennenswerte Kompression oder Dekompression des Fluids in der Arbeitskammer des Zylinderblocks verhindert, deren Kolben mit einem Nockenscheibenscheitelbereich oder einem Nockenscheibensohlenbereich in Kontakt ist.

[0033] Zum besseren Verständnis der Erfindung und ihrer Vorteile dient die nachfolgende detaillierte Beschreibung einer Ausführungsart, die beispielhaft ohne einschränkenden Charakter angeführt ist. Die Beschreibung nimmt Bezug auf die beigefügten Zeichnungen, in denen:

[0034] [Fig. 1](#) eine axiale Schnittansicht eines hydraulischen Motors ist, dessen Verteileröffnungen der Erfindung entsprechen können;

[0035] [Fig. 2](#) eine Schnittansicht entlang der Linie II-II aus [Fig. 1](#) ist;

[0036] [Fig. 3](#) ein Teilschnitt längs des Kreisbogens ist, der in [Fig. 2](#) mit III-III bezeichnet ist;

[0037] [Fig. 4](#) die relativen Positionen zwischen einer Verbindungsöffnung und einer Verteileröffnung während der relativen Drehung zwischen dem Zylinderblock und dem Verteiler darstellt und außerdem zeigt, wie die Verteileröffnung bezüglich einer Rampe eines Nockenscheibenbogens angeordnet ist;

[0038] [Fig. 5](#) eine Verbindungsöffnung gemäß einer Variante zeigt, die während der relativen Drehung zwischen dem Zylinderblock und dem Verteiler zwischen zwei Verteileröffnungen angeordnet ist; und

[0039] [Fig. 6](#) bis [Fig. 10](#) Varianten sind, die jeweils eine Verteileröffnung zeigen, die während der relativen Drehung zwischen dem Zylinderblock und dem Verteiler zwischen zwei Verbindungsöffnungen angeordnet ist.

[0040] [Fig. 1](#) zeigt einen hydraulischen Motor mit einem feststehenden Gehäuse aus drei Teilen **2A**, **2B** und **2C**, die mit Schrauben **3** verbunden sind.

[0041] Natürlich ist die Erfindung nicht auf hydraulische Motoren mit feststehendem Gehäuse beschränkt, sondern bezieht sich auch auf hydraulische Motoren mit drehendem Gehäuse, die dem Fachmann hinreichend bekannt sind.

[0042] Der Teil **2C** des Gehäuses ist axial durch eine radiale Platte **2D** verschlossen, die ebenfalls mit Schrauben befestigt ist. Eine wellenförmige Reaktionsnockenscheibe **4** ist am Teil **2B** des Gehäuses ausgebildet.

[0043] Der Motor umfasst einen Zylinderblock **6**, der zur relativen Drehung um eine Drehachse **10** bezüglich der Nockenscheibe **4** angebracht ist und eine Vielzahl von Radialzylindern umfasst, die mit einem unter Druck stehenden Fluid versorgt werden können und in deren Innenraum die Radialkolben **14** gleitend montiert sind.

[0044] Der Zylinderblock **6** versetzt eine Welle **5** in Drehung, die durch Rillen **7** mit ihm zusammenwirkt. Diese Welle trägt einen Ausgangsflansch **9**.

[0045] Der Motor weist ferner einen internen Fluidverteiler **16** auf, der hinsichtlich der Drehung um die Achse **10** mit dem Gehäuse fest verbunden ist. Zwischen dem Verteiler **16** und der axialen Innenseite des Teils **2C** des Gehäuses sind Verteilernuten ausgebildet, eine erste Nut **18** bzw. eine zweite Nut **19** bzw. eine dritte Nut **20**. Die Verteilerleitungen des Verteilers **16** sind aufgeteilt in eine erste Gruppe von Leitungen, die, wie die Leitung **21**, alle mit der Nut **18** verbunden sind, eine zweite (nicht dargestellte) Gruppe von Leitungen, die mit der Nut **19** verbunden sind, und eine dritte Gruppe von Leitungen, die, wie die Leitung **22**, mit der Nut **20** verbunden sind. Die erste Nut **18** ist mit einer ersten Hauptleitung **24** verbunden, an die somit alle Verteileröffnungen der Verteilerleitungen der ersten Gruppe angeschlossen sind, wie etwa die Öffnung **21A**. Die dritte Nut **20** ist mit einer zweiten Hauptleitung **26** verbunden, an die somit alle Verteileröffnungen der Leitungen der dritten Gruppe angeschlossen sind, etwa die Öffnung **22A** der Leitung **22**.

[0046] Entsprechend der Drehrichtung des Motors sind die Hauptleitungen **24** bzw. **26** eine Fluidauslass- bzw. eine Fluidzulaufleitung oder umgekehrt.

[0047] Die Verteilerleitungen münden in eine Verteilerseite **28** des Verteilers **16**, die an einer Verbindungsseite **30** des Zylinderblocks anliegt. Jeder Zylinder **12** besitzt eine Zylinderleitung **32**, die solchermaßen in diese Verbindungsseite mündet, dass während der relativen Drehung des Zylinderblocks und

der Nockenscheibe die Zylinderleitungen abwechselnd mit den Verteilerleitungen der verschiedenen Gruppen verbunden sind.

[0048] Der Motor der [Fig. 1](#) weist ferner eine Vorrichtung zur Auswahl des Hubraums auf, die im vorliegenden Fall eine Bohrung **40** umfasst, die sich axial in dem Teil **2C** des Gehäuses erstreckt und in der ein axial beweglicher Wählschieber **42** angeordnet ist. Die Bohrung **40** weist drei Verbindungswege **44**, **46** bzw. **48** auf, die durch Verbindungsleitungen **44'**, **46'** bzw. **48'** mit den Nuten **18**, **19** bzw. **20** verbunden sind. Der Schieber **42** ist im Inneren der Bohrung **40** zwischen zwei Endstellungen beweglich, in denen er die Wege **44** und **46** bzw. die Wege **46** und **48** durch seine Nut **43** verbindet.

[0049] Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, umfassen die nacheinander in Richtung der relativen Drehung zwischen dem Zylinderblock und dem Verteiler betrachteten Verteileröffnungen zum Beispiel ein Paar Öffnungen **21A**, **23A**, die jeweils mit den Nuten **18** und **19** verbunden sind, und ein Paar Öffnungen **21A**, **22A**, die jeweils mit den Nuten **18** und **20** verbunden sind. In der in [Fig. 1](#) dargestellten Position des Wählschiebers **42** sind die Nuten **19** und **20** beide mit dem Fluidzulauf verbunden. Während der relativen Drehung des Zylinderblocks und des Verteilers wird verständlicherweise eine Verbindungsöffnung **32A** nacheinander unter hohen und unter niedrigen Druck gesetzt, während sie mit den Öffnungen der beiden oben genannten Paare verbunden ist. Wird der Wählschieber **42** dagegen in Richtung des Pfeils **F** verschoben, um die Nuten **18** und **19** miteinander zu verbinden, so werden die beiden Verteileröffnungen **21A**, **23A** des ersten genannten Paares beide unter denselben Druck gesetzt. Dieses Paar wird demnach inaktiviert, da sich, wenn eine Verbindungsöffnung von der einen auf die andere der beiden Verteileröffnungen dieses Paares übergeht, der Druck in der an diese Verbindungsöffnung angeschlossenen Zylinderleitung nicht verändert. Das folgende Paar ist dagegen aktiv, da eine Verbindungsöffnung, die jeweils mit den Öffnungen **21A**, **22A** dieses Paares verbunden ist, nacheinander unter hohen und niedrigen Druck gesetzt wird.

[0050] Die in [Fig. 1](#) dargestellte Situation entspricht somit einem großen Hubraum, während die Situation, in welcher der Wählschieber **42** in Richtung des Pfeils **F** verschoben wird, um die beiden Nuten **18** und **19** zu verbinden, einem kleinem Hubraum entspricht. In einer solchen Situation sind die Öffnungspaare **21A** und **23A** inaktiv, während die Öffnungspaare **21A** und **22A** aktiv sind.

[0051] Wenn sich der Zylinderblock bezüglich des Verteilers in der in [Fig. 2](#) angegebenen Drehrichtung **R1** verlagert, so bilden die Bereiche **B1** der Ränder der Verteileröffnungen Eingriffsbereiche, durch die die Verbindung einer Verbindungsöffnung mit einer

Verteileröffnung beginnt, während die Bereiche **B2** der Ränder der Verteileröffnungen Trennbereiche bilden, durch die diese Verbindung unterbrochen wird. Wenn die relative Drehung in der Gegenrichtung **R2** erfolgt, so bilden natürlich die Bereiche **B2** die Eingriffsbereiche und die Bereiche **B1** bilden die Trennbereiche.

[0052] Bei dem in [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsbeispiel weisen die Eingriffsbereiche **B1** und die Trennbereiche **B2** jeder Verteileröffnung (bei Betrachtung in der Drehrichtung **R1**) jeweils eine Randanordnung mit einem Einschnitt auf. Man kann erkennen, dass diese Einschnitte unterschiedliche Abmessungen aufweisen, wobei die Einschnitte **54A** der Randanordnungen **53A** der Ränder **B1** der Verteileröffnungen **23A** und **22A** sowie die Einschnitte **54A** der Randanordnungen **53A** der Ränder **B2** der Öffnungen **21A** kleine Einschnitte sind und diese Ränder somit kleine eingeschnittene Abschnitte haben, während die Einschnitte **54B** der Randanordnungen **53B** der Ränder **B2** der Verteileröffnungen **23A** und **22A** sowie die Einschnitte **54B** der Randanordnungen **53B** der Ränder **B1** der Öffnungen **21A** große Einschnitte sind und diese Ränder somit große eingeschnittene Abschnitte haben.

[0053] Soweit die Nockenscheibe und der Verteiler drehfest verbunden sind, verändert sich die Position jeder Verteileröffnung bezüglich der Bögen der Nockenscheibe nicht.

[0054] Jeder Bogen der Nockenscheibe umfasst zwei Rampen, die jeweils einen konvexen Bereich und einen konkaven Bereich aufweisen. In [Fig. 4](#) ist eine dieser Rampen **50** dargestellt, deren konvexer Bereich, der einen geringeren Abstand zur Drehachse **10** aufweist, mit dem Bezugszeichen **51** gekennzeichnet ist, und deren konkaver Bereich, der weiter von dieser Achse entfernt ist, mit dem Bezugszeichen **52** gekennzeichnet ist. Ein Nockenscheibenbogen ist von dieser Rampe **50** und von einer weiteren Rampe gebildet, die zu der Rampe **50** bezüglich des durch die Drehachse des Motors verlaufenden Radius **R** symmetrisch ist. Der benachbarte Nockenscheibenbogen weist eine Rampe **50'** auf, die zu der Rampe **50** bezüglich des Radius **RS** symmetrisch ist.

[0055] Eine Verteileröffnung ist jeder Rampe der Nockenscheibe zugeordnet. Es besteht also eine Winkelübereinstimmung zwischen jeder Verteileröffnung und einer Rampe der Nockenscheibe. Obgleich die Verteileröffnungen nicht in derselben Radialebene wie die Nockenscheibe angeordnet sind, so ist in [Fig. 4](#) die Winkelübereinstimmung zwischen einer Verteileröffnung **23A** und der Rampe **50** der Nockenscheibe dargestellt. Ferner wurden zwecks einer deutlicheren Darstellung die Größenverhältnisse nicht eingehalten, sondern die Verbindungs- und Verteileröffnungen in einem geringeren Abstand zur No-

ckenscheibe dargestellt, als es in Wirklichkeit der Fall ist. Allgemein ist die Öffnung **23A** derart angeordnet, dass der einbeschriebene Kreis, der durch das äußere Ende der Einschnitte verläuft, im Wesentlichen symmetrisch bezüglich eines Radius RC der Nockenscheibe ist, der diese im Wesentlichen in einem Wendebereich zwischen ihren konvexen **51** und konkaven **52** Bereichen schneidet.

[0056] In **Fig. 4** ist zu erkennen, dass der Einschnitt **54A** des Bereichs **B1** des Randes der Öffnung **23A** ein kleiner Einschnitt ist, während der Einschnitt **54B** des Bereichs **B2** des Randes der Öffnung **23A** ein großer Einschnitt ist. Der kleine Einschnitt **54A** ist in Winkelübereinstimmung mit dem konvexen Stück **51** der Nockenscheibe, das heißt, dass ein Radius der Nockenscheibe, der sich radial von der Drehachse **10** des Motors aus erstreckt und durch den Einschnitt **54A** verläuft, die Rampe **50** in ihrem konvexen Bereich **51** schneidet. Der Einschnitt **54B** ist dagegen in Winkelübereinstimmung mit dem konkaven Bereich **52** der Rampe **50**, das heißt, dass ein Radius der Nockenscheibe, der sich von der Drehachse **10** aus erstreckt und durch den Einschnitt **54B** verläuft, die Rampe **50** in ihrem konkaven Bereich schneidet.

[0057] In **Fig. 4** wurden außerdem die verschiedenen Positionen einer Verbindungsöffnung bezüglich der Verteileröffnung **23A** während der relativen Drehung des Zylinderblocks und des Verteilers dargestellt. Es wird zum Beispiel davon ausgegangen, dass sich der Zylinderblock bezüglich der Nockenscheibe in der Richtung **R2** dreht, in der die Bereiche **B2** und **B1** des Randes der Öffnung **23A** den Eingriffsbereich bzw. den Trennbereich bilden.

[0058] Zunächst existiert eine Position **32A1** der Verbindungsöffnung **32A**, in der diese Verbindungsöffnung von jeder Verteileröffnung abgesperrt bleibt. Es ist nämlich festzustellen, dass die Öffnung **32A** in dieser Position von der Spitze des Einschnitts **54B** der Öffnung **23A** durch einen Winkelabstand α_1 , zum Beispiel von ungefähr 1° , getrennt ist und dass sie von dem Einschnitt **54B** der vorhergehenden Verteileröffnung **21A** ebenfalls abgesperrt ist. Während der Drehung des Zylinderblocks bezüglich des Verteilers in Richtung **R2** überdeckt die Verbindungsöffnung nach und nach den Einschnitt **54B** der Öffnung **23A** und ist während einer Winkelverschiebung α_2 , zum Beispiel von ungefähr 2° , mit der Verteileröffnung **23A** nur durch diesen Einschnitt **54B** verbunden, bis sie eine Position **32A2** einnimmt.

[0059] Wird die Drehung in Richtung **R2** fortgesetzt, überdeckt die Verbindungsöffnung nach und nach die gesamte Öffnung **23A**, und es existiert eine Position **32A3**, in der die Verteileröffnung **23A** vollständig von der Verbindungsöffnung überdeckt ist, wobei der Verbindungsquerschnitt zwischen der Verteileröffnung und der Verbindungsöffnung nun maximal ist.

[0060] Wird die Drehung in Richtung **R2** fortgesetzt, verringert sich der Verbindungsquerschnitt, und die Verbindungsöffnung erreicht eine Position **32A4**, in der sie mit der Verteileröffnung **23A** nur noch durch den Einschnitt **54A** des Randes dieser Öffnung verbunden ist. Sie hat nun noch eine Winkelstrecke α_3 , zum Beispiel von ungefähr 1° , zurückzulegen, bis die Verbindung mit der Verteileröffnung **23A** vollständig unterbrochen ist. Die Verbindungsöffnung hat nun noch eine Winkelstrecke α_4 , zum Beispiel von ungefähr 1° , zurückzulegen, bevor ihre Verbindung mit der in der Drehrichtung **R2** nach der Verteileröffnung **23A** angeordneten Verteileröffnung **21A** über den Einschnitt **54A** dieser Öffnung **21A** beginnt.

[0061] Wenn die Verbindungsöffnung ihre Position **32A2** einnimmt, so ist im Fall des großen Einschnitts **54B** der Gesamtquerschnitt des Verbindungsdurchlasses zwischen dieser Öffnung und der Verteileröffnung **23A** größer als der Querschnitt des Verbindungsdurchlasses, der über den kleinen Einschnitt **54A** zwischen derselben Verteileröffnung und der Verbindungsöffnung erreicht wird, wenn sie ihre Position **32A4** einnimmt.

[0062] Das Verhältnis zwischen diesen Durchlassquerschnitten ist vorteilhafterweise in Abhängigkeit vom Verhältnis zwischen den Volumina der Arbeitskammer des Zylinders **12** gewählt, der von der betreffenden Verbindungsöffnung **32A** gespeist wird, wenn die Verbindungsöffnung jeweils ihre Positionen **32A2** bzw. **32A4** einnimmt.

[0063] Das Verhältnis zwischen den von den Einschnitten **54B** und **54A** zugelassenen Verbindungsquerschnitten ist zum Beispiel proportional zum Verhältnis zwischen dem Volumen, das die Arbeitskammer des Zylinders aufweist, der von der Öffnung **32A** gespeist wird, wenn sich diese Öffnung in ihrer Position **32A2** befindet, und dem Volumen derselben Arbeitskammer, wenn sich die Öffnung **32A** in ihrer Position **32A4** befindet.

[0064] Es ist festzustellen, dass sich der große Einschnitt **54B** in einem zwischen zwei von der Achse des Motors ausgehenden Radien gemessenen Winkelsektor α_2 erstreckt, der größer ist als der ebenfalls zwischen zwei von der Achse des Motors ausgehenden Radien gemessene Winkelsektor α_3 , in dem sich der kleine Einschnitt **54A** erstreckt.

[0065] Die Rampe **50** der Nockenscheibe ist mit der benachbarten Rampe **50'** durch einen Nockenscheibenscheitelbereich **56** verbunden, der sich zwischen dem konvexen Bereich **51** der Rampe **50** und dem konvexen Bereich der Rampe **50'** erstreckt, und ist mit der anderen Rampe, die an sie angrenzt, das heißt die Rampe **50''**, durch einen Nockenscheibensohlenbereich **58** verbunden, der sich zwischen dem konkaven Bereich **52** der Rampe **50** und dem konkaven

ven Bereich der Rampe **50** erstreckt. Die Nockenscheibenscheitelbereiche sind die Bereiche, in denen der radiale Abstand der Nockenscheibe zur Drehachse minimal ist, während die Nockenscheibensohlenbereiche die Bereiche sind, in denen der radiale Abstand der Nockenscheibe zur Drehachse maximal ist.

[0066] Betrachtet man die Öffnung **32A**, so stellt man fest, dass sie zwischen ihrer Position **32A1** und ihrer Position **32A2** eine Winkelverschiebung $\alpha_1 + \alpha_2$ durchläuft, die gleich dem Winkel α_1 ist, der einem Teil der Nockenscheibensohle **58** entspricht, der auf einer Seite des Symmetrieradius R angeordnet ist. Geht die Verbindungsöffnung während der relativen Drehung des Zylinderblocks und des Verteilers aus ihrer Position **32A1** in ihre Position **32A2** über, wirkt also der Kolben des von dieser Verbindungsöffnung gespeisten Zylinders mit dem Nockenscheibensohlenbereich **58** zusammen. Auf einem Teil dieser Winkelstrecke, der der Winkelverschiebung α_1 entspricht, ist die Öffnung **32A** von jeder Verteileröffnung abgesperrt. Auf dem übrigen Teil der Strecke, der der Verschiebung α_2 entspricht, ist sie mit der Verteileröffnung **23A** nur durch die Kehle **54B** verbunden.

[0067] Wirkt ein Kolben mit dem Nockenscheibensohlenbereich **58** zusammen, ist sein radialer Hub Null oder annähernd Null. Er ist zum Beispiel im Wesentlichen höchstens gleich 0,5 % des Hubwegs des Kolbens zwischen seinem oberen und unteren Totpunkt. Aus diesem Grund ist der Nockenscheibensohlenbereich **58** im Wesentlichen ein auf die Drehachse zentrierter Kreisbogen. Dies bedeutet, dass der Nockenscheibensohlenbereich entweder ein auf die Drehachse zentrierter Kreisbogen oder ein Bereich ist, der über den gesamten Winkelabstand $2\alpha_1$, den er abdeckt, einen radialen Abstand zur Drehachse des Motors aufweist, der im Wesentlichen gleich dem maximalen radialen Abstand der Nockenscheibe zur Drehachse **10** ist. Da die Verbindungsöffnung, wenn sie den Winkelausschlag α_1 durchläuft, von jeder Verteileröffnung abgesperrt ist, bleibt der Druck in der Arbeitskammer des von dieser Öffnung gespeisten Zylinders während dieser Verschiebung im Wesentlichen konstant. Die Form des Nockenscheibensohlenbereichs ermöglicht es nun, jede nennenswerte Fluidkompression in dieser Kammer zu verhindern. Im restlichen Teil α_2 des Wegs der Verbindungsöffnung **32A**, in dem der Kolben des von dieser Öffnung gespeisten Zylinders mit dem Nockenscheibensohlenbereich **58** zusammenwirkt, ist diese Verbindungsöffnung mit der Verteileröffnung nur durch den Einschnitt **54B** verbunden. Dieser restliche Teil, in dem der Kolben keine radiale Verschiebung auszuführen hat, wird genutzt, um den Druck in der Arbeitskammer dieses Kolbens durch die von dem Einschnitt **54B** herbeigeführte Verbindung "sanft" zu verändern. Da die Öffnung **23A** im vorliegenden Fall mit dem Fluidauslass verbunden ist, nimmt der Druck in der Arbeitskammer nun sehr progressiv ab, bis er ei-

nen Wert erreicht, der dem Druck der Öffnung **23A** entspricht oder annähernd entspricht, wenn die Verbindungsöffnung ihre Position **32A2** in der Drehrichtung R_2 überschritten hat, wobei in diesem Fall der Kolben des von dieser Öffnung gespeisten Zylinders mit der Rampe **50** zusammenwirkt und sich radial zur Drehachse des Motors verlagern wird.

[0068] Der Winkel α_2 , auf dem sich der auf einer Seite des Symmetrieradius RS angeordnete Teil des Nockenscheibenscheitelbereichs **56** erstreckt, entspricht dem Weg, der von der Verbindungsöffnung **32A** zwischen ihrer Position **32A4** und ihrer Position **32A5** zurückgelegt wird, in der sie bereit ist, sich der Verteileröffnung **21A**, die auf die Öffnung **23A** in der Richtung R_2 folgt, über den kleinen Einschnitt **54A** dieser Verteileröffnung **21A** anzunähern. Dies bedeutet, dass die Verbindungsöffnung sich zwischen ihren Positionen **32A4** und **32A5** verlagert, während der Kolben des von dieser Öffnung gespeisten Zylinders mit dem Nockenscheibenscheitelbereich **56** zusammenwirkt. Während dieser Verlagerung ist die Verbindungsöffnung **32A** auf der Strecke α_3 nach wie vor mit der Verteileröffnung **23A** verbunden, jedoch nur über die kleine Kehle **54A**, danach ist sie auf der Strecke α_4 von jeder Verteileröffnung abgesperrt. Der Nockenscheibenscheitelbereich **56** beschreibt im Wesentlichen einen auf die Drehachse zentrierten Kreisbogen. Er kann entweder tatsächlich einen solchen Kreisbogen bilden oder über den gesamten Winkelabstand $2\alpha_2$, den er abdeckt, einen radialen Abstand zur Drehachse des Motors aufweisen, der im Wesentlichen dem minimalen radialen Abstand der Nockenscheibe zur Drehachse **10** entspricht, wobei die Abweichung von diesem radialen Abstand zum Beispiel höchstens ungefähr 0,5 % beträgt.

[0069] Wie bei den Nockenscheibensohlenbereichen **58** wird diese Situation, in der der von der Verbindungsöffnung **32A** gespeiste Kolben keine nennenswerte radiale Verschiebung auszuführen hat, genutzt, um die Verbindung zwischen dieser Öffnung und der folgenden Verteileröffnung **21A** "sanft" zu öffnen.

[0070] In [Fig. 3](#) ist die Position einer Verbindungsöffnung **32A** zwischen zwei Verteileröffnungen **23A** und **21A** zu erkennen. Es ist zu erkennen, dass die Einschnitte **54B** länger sind als die Einschnitte **54A**, das heißt, sie erstrecken sich über Winkelausschläge α_2 (siehe [Fig. 4](#)), die größer sind als die Winkelausschläge (α_3), über die sich die Einschnitte **54A** erstrecken. Die Einschnitte **54B** sind außerdem etwas tiefer als die Einschnitte **54A**.

[0071] Zum Ausführen der Einschnitte kann man von einer vollkommen runden Öffnung ausgehen und einen Fräser ansetzen, der sich in einer diametralen Ebene dieser Öffnung erstreckt und axial bezüglich dieser Öffnung verlagert wird. Wenn der Fräser kreis-

förmig ist und einen bezüglich der Achse der betreffenden Öffnung leicht versetzten Durchmesser aufweist, können auf diese Weise die Einschnitte **54B** größer und tiefer ausgeführt werden als die Einschnitte **54A**.

[0072] In den eben beschriebenen Figuren sind die Verteileröffnungen, abgesehen von den Einschnitten **54A** und **54B**, rund. Es können jedoch auch Verteileröffnungen mit anderen Formen gewählt werden. So zeigt **Fig. 5** eine runde Verbindungsöffnung **32A**, die zwischen zwei Verteileröffnungen **123A** bzw. **121A** angeordnet ist, die nicht rund sind. Bei diesen Verteileröffnungen sind nämlich der Eingriffsbereich (B2, wenn sich der Zylinderblock in Richtung R2 bezüglich des Verteilers dreht, und B1, wenn die Richtung dieser relativen Drehung R1 ist) sowie der Trennbereich (B1, wenn die Richtung der relativen Drehung R2 ist, und B2, wenn die Richtung der relativen Drehung R1 ist) vom Inneren der Öffnung aus gesehen beide allgemein konvex. Mit Ausnahme der Randanordnungen **53'A** und **53'B**, die die oben beschriebenen Einschnitte **54A** und **54B** aufweisen, bilden die Eingriffsbereiche und die Trennbereiche allgemein Kreisbögen, die bei der relativen Verschiebung des Verteilers und des Zylinderblocks den Rand einer Verbindungsöffnung überdecken, wenn Letztere eine Position einnimmt, die der in **Fig. 4** dargestellten Position **32A2** oder **32A4** entspricht.

[0073] Somit weisen die Verteileröffnungen allgemein die in der Patentanmeldung FR-A-2 587 761 beschriebenen Formen auf.

[0074] Nachdem die Verbindung durch die Einschnitte **54A** oder **54B** hergestellt wurde, und während sich die relative Drehung zwischen dem Verteiler und dem Zylinderblock fortsetzt, ermöglicht es diese Anordnung, den Verbindungsquerschnitt zwischen den Verteileröffnungen und den Verbindungsöffnungen sehr rasch zu vergrößern. Dank der Einschnitte werden somit die oben genannten Stoßwirkungen verhindert, jedoch dank der besonderen Form der Verteileröffnungen wird anschließend eine sehr rasche Verbindung ermöglicht, so dass die Motorleistung verbessert wird.

[0075] In **Fig. 5** weist die Verbindungsöffnung **32A** einen im Wesentlichen runden Querschnitt auf, und die oben erwähnte konvexe Form der Ränder der Verteileröffnungen **121A** und **123A** ermöglicht es, die Verbindung zwischen der Verbindungsöffnung und den Verteileröffnungen schnellstens zu vergrößern, nachdem eine erste Verbindung durch die Einschnitte **54A** und **54B** hergestellt wurde.

[0076] Im Allgemeinen ist es vorteilhaft, wenn der Eingriffsbereich und der Trennbereich der Verteileröffnungen Formen aufweisen, die im Wesentlichen komplementär zu den Formen der Ränder der Ver-

bindungsöffnungen sind, durch die sich die Verbindung zwischen den Verteileröffnungen und den Verbindungsöffnungen öffnet oder schließt.

[0077] **Fig. 6** zeigt eine Verteileröffnung **221A**, die während der relativen Drehung des Zylinderblocks und des Verteilers zwischen zwei Verbindungsöffnungen **32A** bzw. **32'A** angeordnet ist, wobei sie gleichzeitig von diesen beiden Öffnungen abgesperrt ist.

[0078] In **Fig. 6** wurden zwecks einer deutlicheren Darstellung die Kreisbögen C1 und C2 eingezeichnet, zwischen denen die Verbindungs- und Verteileröffnungen begrenzt sind. Wenn die Richtung der relativen Drehung des Zylinderblocks und des Verteilers so ist, dass sich der Zylinderblock bezüglich des Verteilers in die Richtung R1 dreht, ist der Einschnitt **254A** auf dem Eingriffsbereich B1 des Rands der Verteileröffnung **221A** angeordnet, während der Einschnitt **254B** auf dem Trennbereich B2 des Rands dieser Öffnung angeordnet ist. Es ist zu erkennen, dass die Einschnitte **254A** und **254B** der Randanordnungen **253A** und **253B** in unterschiedlichen radialen Abständen zur Drehachse angeordnet sind.

[0079] Genauer gesagt, ist der Abstand des kleinen Einschnitts **254A** zur Drehachse des Motors geringer als der Abstand des großen Einschnitts **254B** zu dieser Achse, und der Winkelsektor, in dem der große Einschnitt die Verbindung zwischen den Öffnungen begrenzt, ist größer als der Winkelsektor des kleinen Einschnitts. Auf diese Weise kann erreicht werden, dass bei der relativen Drehung zwischen dem Zylinderblock und dem Verteiler der Zeitraum, in dem die Verteileröffnung **221A** nur durch den Einschnitt **254B** mit der Verbindungsöffnung **32A** verbunden ist, länger ist als der Zeitraum, in dem die Verteileröffnung nur durch den Einschnitt **254A** mit der Verbindungsöffnung **32'A** verbunden ist. Ferner ist die tangential bezüglich der Drehachse des Motors gemessene Länge des Einschnitts **254B** größer als die des Einschnitts **254A**.

[0080] Bei dem in **Fig. 6** dargestellten Beispiel weisen die Einschnitte **254A** und **254B** beide im Wesentlichen dieselbe Dicke e auf, gemessen entlang eines durch die Drehachse des Motors verlaufenden Radius.

[0081] **Fig. 7** unterscheidet sich von **Fig. 6** nur dadurch, dass der Einschnitt **254'B** des Trennbereichs B2 der Verteileröffnung **221A** sich von dem Einschnitt **254B** leicht unterscheidet. In der Tat weist der Einschnitt **254'B** der Randanordnung **253'B** eine entlang eines durch die Drehachse verlaufenden Radius gemessene maximale Dicke e_1 auf, die größer ist als die Dicke e des Einschnitts **254A** der Randanordnung **253A**, die ebenfalls entlang eines durch die Drehachse verlaufenden Radius gemessen wird. Die Dicke e_1 entspricht beispielsweise im Wesentlichen

dem Zweifachen der Dicke e . Der große Einschnitt **254'B** bildet somit eine größere Öffnung als der kleine Einschnitt **254A**.

[0082] In [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) ist die Verteileröffnung **221A** länglich, wobei ihre größere Abmessung entlang einem Radius gemessen wird, der durch die Drehachse verläuft.

[0083] In [Fig. 8](#) weist die Verteileröffnung **321A**, wenn davon ausgegangen wird, dass sich der Zylinderblock in der Richtung R1 bezüglich der Nockenscheibe dreht, einen Trennbereich B2 auf, dessen Randanordnung **353B** einen Einschnitt **354B** aufweist, dessen Querschnitt größer als der Querschnitt des Einschnitts **354A** der Randanordnung **353A** des Eingriffsbereichs B1 ist. Der Trennbereich B2 der Verteileröffnung hat im Wesentlichen die Form eines Kreisbogens, dessen Mittelpunkt im Innern dieser Öffnung angeordnet ist.

[0084] Der Einschnitt **354A** entspricht beispielsweise dem Einschnitt **254A** aus [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#). Dieser Eingriffsbereich B1 weist eine Form auf, die im Wesentlichen komplementär zu der Form des Rands C der Verbindungsöffnung **32'A** ist, durch die sich die Verbindung zwischen der Verbindungsöffnung und der Verteileröffnung öffnet, wenn sich der Zylinderblock bezüglich des Verteilers in der Drehrichtung R1 dreht. Durch diesen Rand C schließt sich die Verbindung zwischen der Verteileröffnung und der Verbindungsöffnung **32'A** auch, wenn sich der Zylinderblock bezüglich des Verteilers in der Richtung R2 dreht, die der Richtung R1 entgegengesetzt ist. Der Eingriffsbereich B1 ist vom Inneren der Verteileröffnung **321A** aus betrachtet konvex. Es weist im Wesentlichen die Form eines Kreisbogens auf, der den von dem Stück C1 der Verbindungsöffnung **32'A** gebildeten Kreisbogen zu überdecken vermag. In der Drehrichtung R1 erfolgt somit die Verbindung zwischen der Verteileröffnung **321A** und der Verbindungsöffnung **32'A** zunächst durch einen sehr kleinen Querschnitt, der durch den Einschnitt **354A** bedingt ist, und nimmt dann aufgrund der Form des Eingriffsbereichs B1 sehr rasch zu.

[0085] In entgegengesetzter Drehrichtung R2 ist festzustellen, dass aufgrund der Form des Rands B2 nur ein Teil des Einschnitts **354B** die Verbindung durch einen begrenzten Querschnitt zwischen den Öffnungen **321A** und **32A** gestattet, bevor sich die bündige Verbindung zwischen den Öffnungen einstellt. Der Querschnitt dieses Teils des Einschnitts **354B** ist größer als der Querschnitt des Einschnitts **354A**.

[0086] Natürlich könnte man Verteileröffnungen, die allgemein dieselbe Form wie die Öffnung **321A** aufweisen, mit Einschnitten versehen, die einem beliebigen der oben erwähnten Einschnitte **54A**, **54B** oder

254A, **254B** entsprechen.

[0087] In [Fig. 9](#) hat die Verteileröffnung **421A** mit Ausnahme ihrer Einschnitte allgemein die Form eines Kreises. Es ist zu erkennen, dass die Einschnitte **454A** der Randanordnung **453A** ihres Eingriffsbereichs B1 und **454B** der Randanordnung **453B** ihres Trennbereichs B2 (in Drehrichtung R1) in unterschiedlichen radialen Abständen zur Drehachse des Motors angeordnet sind. In [Fig. 6](#) bis [Fig. 8](#) ist der kleine Einschnitt **254A** bzw. **354A** im Wesentlichen auf einem Kreisbogen angeordnet, der auf die Drehachse des Motors zentriert ist und durch die geometrischen Mittelpunkte der Verbindungsöffnungen **32A** und **32'A** verläuft, während der große Einschnitt **254B**, **254'B** bzw. **354B** jenseits dieses Kreisbogens angeordnet ist, wobei er sich von der Drehachse entfernt.

[0088] In [Fig. 9](#) ist der "kleine" Einschnitt **454A** der längere Einschnitt und jenseits eines Kreisbogens A angeordnet, der durch die geometrischen Mittelpunkte der Verbindungsöffnungen **32A** und **32'A** verläuft und auf die Drehachse zentriert ist, während der "große" Einschnitt **454B** der kürzere Einschnitt und in diesem Kreisbogen angeordnet ist. Die Einschnitte **454A** und **454B** weisen dieselben Querschnitte auf.

[0089] Die Anordnung des längeren Einschnitts **454A** ermöglicht eine Begrenzung des Fluidvolumens, das den Einschnitt auf dem kurzen Teil seiner Länge durchquert, der mit der Verbindungsöffnung verbunden ist, bevor die bündige Verbindung mit dem Rand der Verteileröffnung selbst erfolgt. Diese Volumenbegrenzung ist durch den Druckverlust bedingt, der durch die große Drossellänge hervorgerufen wird, die dieser Einschnitt bewirkt. Der kürzere Einschnitt **454B** wird auf seiner gesamten Länge in demselben auf die Drehachse zentrierten Winkelsektor genutzt, in dem auch die begrenzte Verbindung des langen Einschnitts **454A** mit der Verbindungsöffnung erfolgt, bevor die bündige Verbindung mit dem Rand der Verteileröffnung selbst erfolgt. Der Einschnitt **454B** gestattet also den Durchlass eines größeren Druckausgleichsvolumens.

[0090] Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass die kreisförmigen Verbindungs- und Verteileröffnungen der Standardverteiler (ohne Einschnitte) beibehalten werden und die Einschnitte, die für jede Anwendung in Abhängigkeit von den Arbeitsdrücken, Drehzahlen und Volumen der Arbeitskammern am oberen und unteren Totpunkt definiert werden, zusätzlich ausgebildet werden.

[0091] In dem eben beschriebenen Beispiel weisen die Ränder sämtlicher Verteileröffnungen jeweils Einschnitte in ihren Eingriffsbereichen und Trennbereichen auf.

[0092] Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, weisen die großen Einschnitte **54B** ferner alle dieselbe Größe auf, während die kleinen Einschnitte **54A** alle dieselbe Größe aufweisen.

[0093] Es könnte festgelegt werden, dass nur einige Verteileröffnungen Ränder mit Einschnitten aufweisen, oder es könnte festgelegt werden, dass die Einschnitte bei einigen Verteileröffnungen gegebene Abmessungen aufweisen, die kleiner als die Abmessungen der Einschnitte anderer Verteileröffnungen sind.

[0094] Insbesondere wurde bei der Beschreibung der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) erwähnt, dass der dargestellte Motor zwei aktive Arbeitshubräume umfasst, das heißt einen großen Hubraum, in dem jedes Paar aufeinanderfolgender Verteileröffnungen (**21A**, **23A**; **21A**, **22A**) eine mit dem Fluidzulauf verbundene Öffnung (**22A** oder **23A**) und eine mit dem Fluidauslass verbundene Öffnung (**21A**) aufweist. Bei dem Motor aus [Fig. 1](#) wird dieser große Hubraum erhalten, wenn sich der Wählschieber **42** in der dargestellten Position befindet.

[0095] Der Motor weist außerdem einen kleinen aktiven Arbeitshubraum auf, in dem bestimmte Paare aufeinanderfolgender Verteileröffnungen (**21A**, **22A**) aktiv sind und eine mit dem Fluidzulauf verbundene Öffnung (**22A**) und eine mit dem Fluidauslass verbundene Öffnung (**21A**) aufweisen, während andere Verteileröffnungspaare (**21A**, **23A**) inaktiv sind und zwei unter demselben Druck stehende Öffnungen aufweisen.

[0096] Läuft der Motor mit kleinem aktivem Arbeitshubraum, ist seine Drehzahl bei gleichem Versorgungsfliiddurchsatz höher als bei seinem Betrieb mit großem Hubraum. Beim kleinen Hubraum ist hingegen das Drehmoment geringer.

[0097] Die oben erwähnten Stoßwirkungen oder Klappergeräusche sind noch deutlicher wahrnehmbar, wenn der Motor mit hoher Drehzahl läuft. Es kann daher vorgesehen werden, dass nur die Ränder der Verteileröffnungen der im kleinen Hubraum aktiven Paare Randanordnungen mit Einschnitten aufweisen. Wie bereits beschrieben, umfassen diese Einschnitte in diesem Fall kleine Einschnitte des Typs der Einschnitte **54A** und große Einschnitte des Typs der Einschnitte **54B**, entsprechend ihren jeweiligen Positionen bezüglich der konvexen und konkaven Bereiche jeder Nockenscheibenrampe.

[0098] Alternativ kann vorgesehen werden, dass die Ränder der Verteileröffnungen der im kleinen Hubraum aktiven Paare Randanordnungen mit eingeschnittenen Abschnitten aufweisen, die größer sind als die der Randanordnungen der Verteileröffnungen der im kleinen Hubraum inaktiven Paare. Somit weisen die Randanordnungen der Verteileröffnungen

der im kleinen Hubraum aktiven Paare einen kleinen Einschnitt und einen großen Einschnitt auf, die jeweils in Winkelübereinstimmung mit einem konvexen Bereich und mit einem konkaven Bereich der Nockenscheibe angeordnet sind, während die Randanordnungen der Öffnungen der im kleinen Hubraum inaktiven Paare ebenfalls einen kleinen Einschnitt und einen großen Einschnitt aufweisen, die jeweils einem konvexen Bereich und einem konkaven Bereich der Nockenscheibe gegenüber angeordnet sind, wobei diese Einschnitte der im kleinen Hubraum inaktiven Öffnungen jedoch kleiner sind als die der im kleinen Hubraum aktiven Öffnungen.

[0099] In den oben beschriebenen Figuren weist jede Randanordnung einer Verteileröffnung einen einzigen Einschnitt auf und die kleinen oder großen eingeschnittenen Abschnitte werden durch die Auswahl eines kleinen oder großen Einschnitts erzielt.

[0100] In [Fig. 10](#) weisen die Randanordnungen **553A** und **553B** der Verteileröffnung **521A** ähnliche Einschnitte auf, allerdings in unterschiedlicher Zahl. So weist die Randanordnung **553A** einen Einschnitt **554A** auf, während die Randanordnung **553B** zwei Einschnitte, **554B** und **554'B**, aufweist.

[0101] Der einzige Einschnitt **554A** bildet also für die Anordnung **553A** einen eingeschnittenen Abschnitt, der kleiner als der Abschnitt ist, den die beiden Einschnitte **554B** und **554'B** für die Anordnung **553B** bilden.

[0102] Diese Einschnitte können mit ein und demselben Werkzeug gefertigt werden, das in geeigneter Weise bezüglich der Öffnung **521A** verlagert wird.

Patentansprüche

1. Hydraulischer Radialkolbenmotor mit einer Nockenscheibe (**4**) und einem Zylinderblock (**6**), die sich bezüglich einander um eine Drehachse (**10**) zu drehen vermögen, wobei der Zylinderblock Radialzylinder (**12**) umfasst, die durch Zylinderleitungen (**32**) mit Verbindungsöffnungen (**32A**) verbunden sind, welche in einer Verbindungsseite (**30**) des Zylinderblocks angeordnet sind, die senkrecht zur Drehachse ist, wobei die in den Zylindern gleitend montierten Kolben (**14**) mit der Nockenscheibe (**4**) zusammenzuwirken vermögen, wobei Letztere mehrere Bögen mit jeweils zwei Rampen (**50**) aufweist, die jeweils einen konvexen (**51**) und einen konkaven (**52**) Bereich umfassen, wobei der Motor ferner einen Fluidverteiler (**16**) umfasst, der eine Verteilerseite (**28**) aufweist, die senkrecht zur Drehachse verläuft und an der Verbindungsseite (**30**) des Zylinderblocks anzuliegen vermag, wobei diese Verteilerseite Verteileröffnungen (**21A**, **22A**, **23A**) mit an einen Fluidzulauf (**24**) anschließbaren Öffnungen und mit an einen Fluidauslass (**26**) anschließbaren Öffnungen aufweist, wobei

der Fluidverteiler mit der Nockenscheibe solchermaßen drehfest verbunden ist, dass jeder Verteileröffnung eine Rampe der Nockenscheibe entspricht, wobei die Verteileröffnungen während der relativen Drehung des Zylinderblocks (6) und des Verteilers (16) nacheinander mit den Verbindungsöffnungen verbunden zu werden vermögen, wobei der Rand jeder Verteileröffnung einen Eingriffsbereich (B1) hat, durch das sich die Verbindung zwischen der Verteileröffnung und den Verbindungsöffnungen während der relativen Drehung zwischen dem Zylinderblock und dem Verteiler in einer gegebenen Drehrichtung (R1) öffnet, sowie einen Trennbereich (B2), durch das sich die Verbindung zwischen der Verteileröffnung und den Verbindungsöffnungen während der relativen Drehung zwischen dem Zylinderblock und dem Verteiler in derselben relativen Drehrichtung (R1) schließt, wobei der Eingriffsbereich und der Trennbereich (B1, B2) des Rands wenigstens einiger Verteileröffnungen (21A, 22A, 23A) jeweils eine Randanordnung (53A, 53B; 53'A, 53'B; 253A, 253B; 253'A, 253'B; 353A, 353B; 453A, 453B; 553A, 553B) mit wenigstens einem Einschnitt aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Randanordnungen einer Verteileröffnung unterschiedlich sind, wobei die Randanordnung einer Verteileröffnung, die in Winkelübereinstimmung mit dem der betreffenden Verteileröffnung (21A) entsprechenden konvexen Bereich (51) der Rampe (50) der Nockenscheibe (4) angeordnet ist, den Durchlass eines Fluidvolumens zum Druckausgleich zwischen einer Verbindungsöffnung und der Verteileröffnung zu gestatten vermag, das geringer ist als das Druckausgleichsfluidvolumen, dessen Durchlass die Randanordnung derselben Verteileröffnung, die in Winkelübereinstimmung mit dem konkaven Bereich (52) der Rampe (50) angeordnet ist, zu gestatten vermag.

2. Motor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingriffsbereich und der Trennbereich bei wenigstens einigen Verteileröffnungen (121A, 123A) Formen aufweisen, die zu den Formen, welche die Ränder der Verbindungsöffnungen (32A) haben, durch die sich die Verbindung zwischen den Verteileröffnungen und den Verbindungsöffnungen öffnet oder schließt, im Wesentlichen komplementär sind.

3. Motor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingriffsbereich und der Trennbereich (B1, B2) bei jeder Verteileröffnung (121A, 123A) vom Inneren der Öffnung aus betrachtet allgemein konvex sind.

4. Hydraulikmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Randanordnung (253A; 353A; 453A; 553A) des Eingriffsbereichs (B1) wenigstens einer Verteileröffnung (221A; 321A; 421A; 521A) wenigstens einen Einschnitt (254A; 354A, 454A; 554A) aufweist, der bezogen auf einen Einschnitt (254B; 254'B; 354B; 454B; 554B)

der Randanordnung (253B; 353B; 453B; 553B) des Trennbereichs (B2) des Verteileröffnungsrandes mit einem anderen radialen Abstand zur Drehachse angeordnet ist.

5. Motor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei den Randanordnungen wenigstens einer Verteileröffnung (221A; 321A; 421A) der Abstand eines kurzen Einschnitts (254A; 354A; 454B) zur Drehachse kleiner ist als der Abstand eines langen Einschnitts (254B; 254'B; 354B; 454B) zur Drehachse.

6. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei wenigstens einer Verteileröffnung (21A; 123A; 221A; 321A) die Randanordnung (53B; 53'B; 253B; 253'B; 353B), die in Winkelübereinstimmung mit dem konkaven Bereich (52) der Rampe (50) angeordnet ist, wenigstens einen Einschnitt (54B; 254B; 254'B; 354B) aufweist, der sich in einem zwischen zwei von der Drehachse (10) ausgehenden Radien gemessenen Winkelsektor (α_2) erstreckt, der größer ist als der in gleicher Weise gemessene Winkelsektor (α_3), in dem der Einschnitt (54A; 254A; 354A) verläuft, der in Winkelübereinstimmung mit dem konvexen Bereich (51) der Rampe (50) angeordnet ist.

7. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Randanordnung (253'B; 353B; 553B), die in Winkelübereinstimmung mit dem konkaven Bereich (52) der Rampe (50) angeordnet ist, bei wenigstens einer Verteileröffnung einen eingeschnittenen Abschnitt hat, der größer ist als der der Randanordnung (253A; 353A; 553A), die in Winkelübereinstimmung mit dem konvexen Bereich (51) der Rampe (50) angeordnet ist.

8. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Randanordnungen (53A; 53B; 253A; 253B; 253'A; 253'B; 353A; 353B; 453A; 453B) wenigstens einer Verteileröffnung jeweils die gleiche Anzahl Einschnitte aufweisen, wobei sich der bzw. die Einschnitte einer dieser Randanordnungen von dem bzw. denen der anderen Randanordnung unterscheidet bzw. unterscheiden.

9. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Randanordnungen (553A; 553B) wenigstens einer Verteileröffnung (521A) jeweils ähnliche Einschnitte aufweisen, wobei sich die Anzahl der Einschnitte (554A) einer dieser Randanordnungen (553A) von der Anzahl der Einschnitte (554B; 554'B) der anderen Randanordnung (553B) unterscheidet.

10. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zwei benachbarte Rampen (50, 50'; 50, 50'') der Nockenscheibe entweder durch einen Nockenscheibenscheitelbereich (56),

der zwischen ihren jeweiligen konvexen Bereichen (51) verläuft, oder durch einen Nockenscheibensohlenbereich (58), der zwischen ihren jeweiligen konkaven Bereichen (52) verläuft, miteinander verbunden sind, dass der Nockenscheibenscheitel- und der Nockenscheibensohlenbereich im Wesentlichen auf die Drehachse zentrierte Kreisbögen sind, so dass beim Zusammenwirken der Kolben mit diesen Bereichen deren radiale Hübe im Wesentlichen Null sind, und dass die Verteileröffnungen (21A, 22A, 23A) und die Verbindungsöffnungen (32A) solche Abmessungen aufweisen, dass jede Verteileröffnung während der relativen Drehung des Zylinderblocks (6) und des Verteilers (16) zeitweilig von jeder Verbindungsöffnung abgesperrt bleibt.

Abschnitte haben, die größer sind als die der Randaordnungen der Verteileröffnungen der im kleinen Hubraum inaktiven Paare.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

11. Motor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Nockenscheibenscheitelbereiche (56) in jeweils zwischen zwei von der Drehachse (10) ausgehenden Radien gemessenen Winkelsektoren ($\alpha'2 + \alpha'2$) verlaufen, die kleiner sind als die in gleicher Weise gemessenen Winkelsektoren ($\alpha'1 + \alpha'1$), in denen die Nockenscheibensohlenbereiche (58) verlaufen.

12. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit zwei aktiven Arbeitshubräumen, das heißt einem großen Hubraum, in dem jedes Paar aufeinanderfolgender Verteileröffnungen (21A, 22A; 21A, 23A) eine mit dem Fluidzulauf (26) verbundene Öffnung (22A, 23A) und eine mit dem Fluidauslass (24) verbundene Öffnung (21A) aufweist, sowie einem kleinen Hubraum, in dem bestimmte Paare aufeinanderfolgender Verteileröffnungen (21A, 22A) aktiv sind und eine mit dem Fluidzulauf (26) verbundene Öffnung (22A) und eine mit dem Fluidauslass (24) verbundene Öffnung (21A) aufweisen, während andere Verteileröffnungs-paare inaktiv sind und zwei unter demselben Druck stehende Öffnungen (21A, 23A) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass nur die Ränder der Verteileröffnungen der im kleinen Hubraum aktiven Paare Einschnitte aufweisen.

13. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit zwei aktiven Arbeitshubräumen, das heißt einem großen Hubraum, in dem jedes Paar aufeinanderfolgender Verteileröffnungen (21A, 22A; 21A, 23A) eine mit dem Fluidzulauf (26) verbundene Öffnung (22A, 23A) und eine mit dem Fluidauslass (24) verbundene Öffnung (21A) aufweist, sowie einem kleinen Hubraum, in dem bestimmte Paare aufeinanderfolgender Verteileröffnungen (21A, 22A) aktiv sind und eine mit dem Fluidzulauf (26) verbundene Öffnung (22A) und eine mit dem Fluidauslass (24) verbundene Öffnung (21A) aufweisen, während andere Verteileröffnungs-paare inaktiv sind und zwei unter demselben Druck stehende Öffnungen (21A, 23A) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass die Ränder der Verteileröffnungen der im kleinen Hubraum aktiven Paare Randaordnungen aufweisen, die eingeschnittene

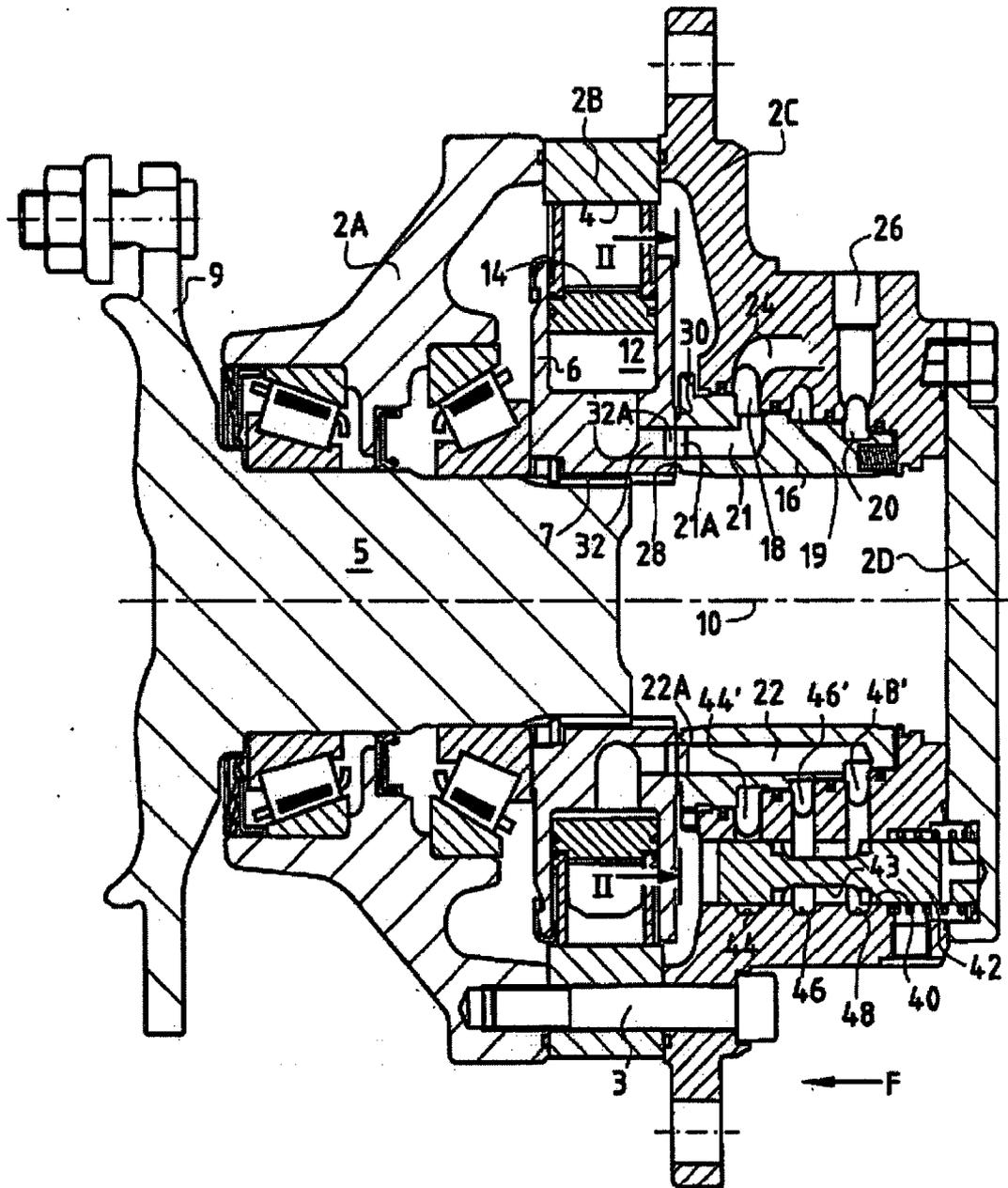


FIG.1

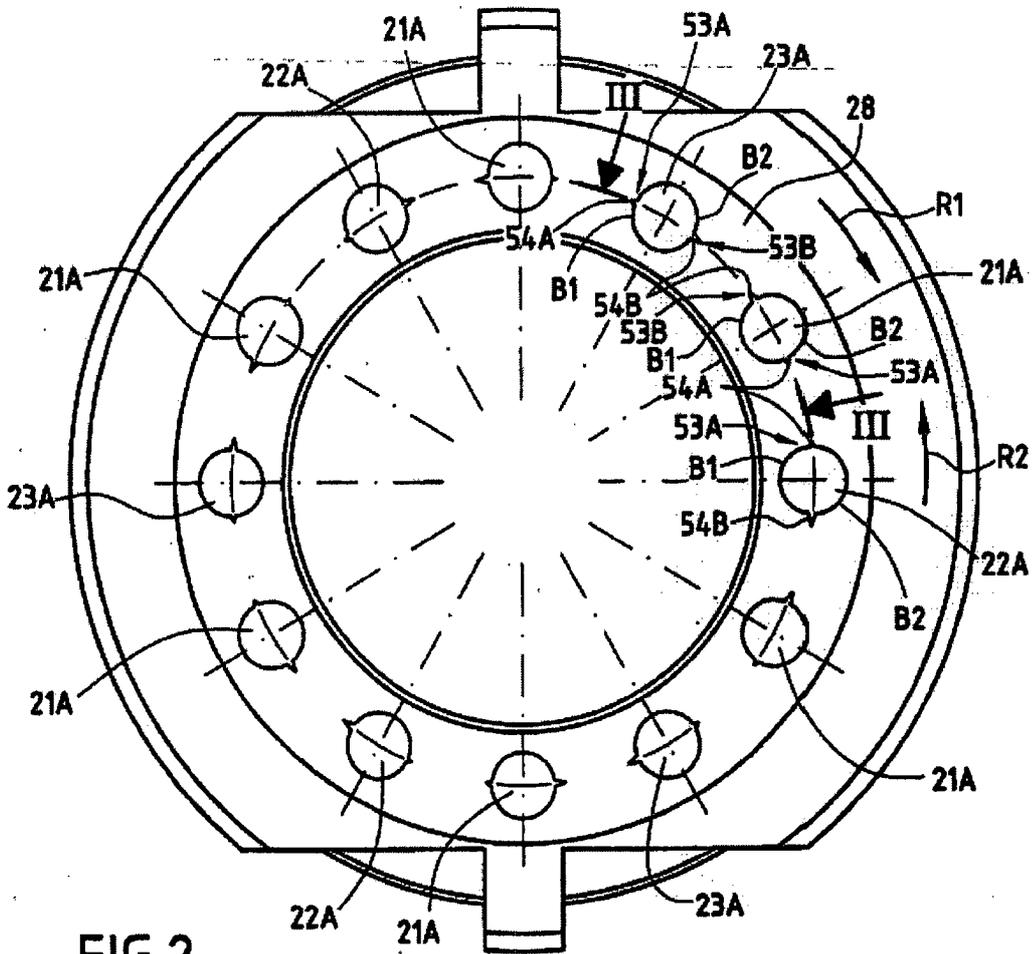


FIG. 2

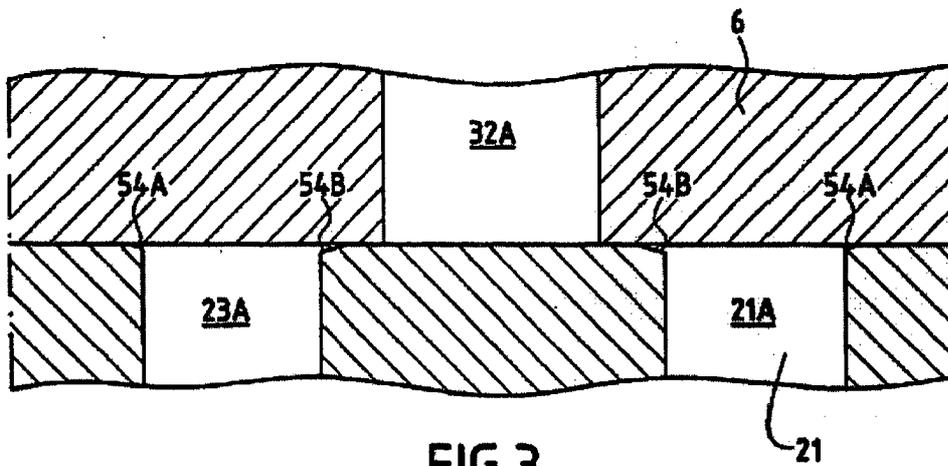


FIG. 3

