



(11)

EP 3 091 230 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.11.2016 Patentblatt 2016/45

(51) Int Cl.:
F04B 49/18 (2006.01) **F04B 49/16** (2006.01)
F04B 1/04 (2006.01) **F04B 3/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16164342.4**

(22) Anmeldetag: **08.04.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
 GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
 PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Hendrix, Gottfried**
97737 Gemuenden (DE)

(74) Vertreter: **Thürer, Andreas**
Bosch Rexroth AG
DC/IPR
Zum Eisengiesser 1
97816 Lohr am Main (DE)

(30) Priorität: 23.04.2015 DE 102015207440

(54) **HYDROSTATISCHE KOLBENMASCHINE**

(57) Offenbart ist eine hydrostatische Kolbenmaschine mit mehreren Stufenkolben, die in einem jeweils zugeordneten Zylinder geführt sind. Jeder Stufenkolben weist einen ersten Teilkolben und am Außenumfang zumindest einen gegen den ersten Teilkolben relativ bewegbaren weiteren Teilkolben auf. Jeder Zylinder weist einen ersten Arbeitsraum und zumindest einen davon durch den Stufenkolben getrennten weiteren Arbeitsraum auf. Jeder Teilkolben begrenzt mit einer Arbeitsfläche einen zugeordneten Arbeitsraum. Der erste Arbeitsraum ist über ein oder zwei erste Schaltventile zu- und abschaltbar, und jeder weitere Arbeitsraum ist über ein oder zwei weitere Schaltventile zu- und abschaltbar. Damit kann jeder Teilkolben des Stufenkolbens unabhängig vom anderen Teilkolben aktiviert und deaktiviert werden.

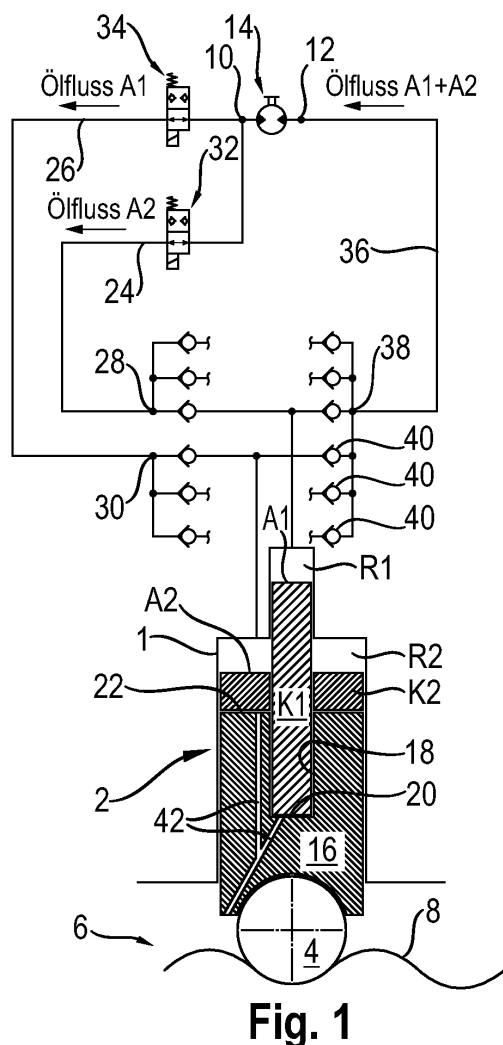


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydrostatische in ihrem Hubvolumen verstellbare Kolbenmaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Zur Verstellung des Hubvolumens von hydrostatischen Axialkolbenmaschinen bei gleichbleibender Drehzahl ist es bekannt, einen Schwenkwinkel einer Schrägscheibe oder einer Zylindertrommel stufenlos zu verstellen und so den Hub der daran gekoppelten beziehungsweise der darin geführten Kolben während eines Umlaufs zu verändern. Damit wird das Hubvolumen im Verhältnis zur Drehzahl verstellt.

[0003] Weiterhin sind aus dem Stand der Technik Kolbenmaschinen bekannt, bei denen Teilmengen ihrer Zylinder komplett deaktiviert werden können. Dies geschieht z.B. über Ventile, die den Zylindern zugeordnet sind. Über die Ventile werden die zu deaktivierenden Zylinder nicht alternierend mit der Hochdruckseite und der Niederdruckseite der Maschine sondern stets mit einer der beiden Seiten - meistens mit der Niederdruckseite - verbunden. Damit ergibt sich eine gestufte Verstellmöglichkeit des Hubvolumens der Kolbenmaschine wobei die Anzahl der Abstufungsmöglichkeiten von der Anzahl der Zylinder abhängt. Bei der Konzeption derartiger Kolbenmaschinen müssen Aspekte der Symmetrie der verbleibenden aktiven Zylinder wegen einer möglichst gleichmäßigen Momenteneinleitung am Umfang und die Pulsation des Druckmittels berücksichtigt werden.

[0004] In der Druckschrift DE 10 2009 035 893 A1 ist eine Kolbenmaschine offenbart, bei der jeder Kolben einen inneren Kolbenteil und einen äußeren Kolbenteil hat, die gemeinsam einen Arbeitsraum des zugeordneten Zylinders begrenzen. Der äußere Kolbenteil kann hydraulisch blockiert und dadurch deaktiviert werden. Dazu sind Ventile zu jedem Kolben vorgesehen, über die der Druck eines Rückraums des äußeren Kolbenteils verändert werden kann. Damit ergibt sich eine zweistufige Verstellmöglichkeit des Hubvolumens der Kolbenmaschine.

[0005] Nachteilig an derartigen Kolbenmaschinen ist, dass nur der eine (äußere) Teilkolben aktiviert und deaktiviert werden kann, während der andere (innere) Teilkolben stets aktiv bleibt.

[0006] Dem gegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Kolbenmaschine zu schaffen, bei der alle Teilkolben aktiviert und deaktiviert werden können.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Kolbenmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0008] Die beanspruchte hydrostatische Kolbenmaschine hat zumindest einen - vorzugsweise mehrere - Kolben, der in einem jeweils zugeordneten Zylinder geführt ist. Jeder Kolben weist einen ersten Teilkolben und einen gegen den ersten Teilkolben relativ bewegbaren zweiten Teilkolben auf. Erfindungsgemäß weist jeder Zylinder einen ersten Arbeitsraum und einen davon durch den Kolben getrennten zweiten Arbeitsraum auf. Jeder Teilkolben begrenzt mit einer Arbeitsfläche einen zugeordneten Arbeitsraum. Der erste Arbeitsraum ist über ein

erstes Absperrventil aktivierbar und deaktivierbar, und der zweite Arbeitsraum ist über ein zweites Absperrventil aktivierbar und deaktivierbar. Damit kann jeder Teilkolben des Kolbens unabhängig vom anderen Teilkolben aktiviert und deaktiviert werden. Die erfindungsgemäße Kolbenmaschine ist besonders geeignet für vorgespannte geschlossenen Kreisläufe sowie in Systeme mit einer Ladepumpe. In Verbindung mit einer stufenlos verstellbaren weiteren Maschine (Pumpe oder Motor) ergibt sich ein Getriebe, wobei die erfindungsgemäße Kolbenmaschine stets in der Stufe betrieben wird, die einen maximalen Wirkungsgrad des Getriebes ergibt. Bevorzugte Anwendungen sind ein direkter Antrieb der Kurbel einer Presse mit Schleichgang und Eilgang, ein Extruderantrieb mit wechselnder Drehzahl, ein flügelseitiger Motor eines Windradantriebs und ein Windenantrieb in der Schiffstechnik.

[0009] Besonders bevorzugt wird bei der erfindungsgemäßen Kolbenmaschine eine rotationssymmetrische und konzentrische Gestaltung des Zylinders und des Kolbens einschließlich seiner Teilkolben. Dabei kann der zweite Teilkolben den ersten Teilkolben umgreifen.

[0010] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen beschrieben.

[0011] Die Variationsmöglichkeiten des Hubvolumens der erfindungsgemäßen Kolbenmaschine sind erweitert, wenn der Kolben einen dritten Teilkolben aufweist, der gegen die anderen Teilkolben relativ bewegbar ist, und wenn der Zylinder einen dritten Arbeitsraum aufweist, der über den Kolben von den anderen Arbeitsräumen getrennt ist. Der dritte begrenzt Teilkolben mit einer dritten Arbeitsfläche den Arbeitsraum. Der dritte Arbeitsraum ist über ein drittes Absperrventil aktivierbar und deaktivierbar. Damit kann jeder der drei Teilkolben des Kolbens unabhängig von den anderen Teilkolben aktiviert und deaktiviert werden. Weitere derartige Teilkolben und Arbeitsräume sind möglich und erhöhen die Variationsmöglichkeiten des Hubvolumens der erfindungsgemäßen Kolbenmaschine entsprechend.

[0012] Bei rotierenden Kolbenmaschinen wie z.B. bei Axialkolbenmaschinen oder Radialkolbenmaschinen werden mehrere gleichmäßig am Umfang verteilte Kolben und Zylinder bevorzugt, wobei jedes Absperrventil zwischen einem als Zulauf einsetzbaren oder dienenden Arbeitsanschluss der Kolbenmaschine und einer Verzweigung zu den mehreren vergleichbaren Arbeitsräumen aller Zylinder angeordnet ist. So können mit einem Absperrventil alle am Umfang verteilten zugeordneten Arbeitsräume aktiviert und deaktiviert werden, wodurch stets eine gleichmäßige Momenteneinleitung der Teilkolben am Umfang erfolgt.

[0013] Ablaufseitig ist bei einer unidirektional betriebenen Kolbenmaschine nur eine Verzweigung nötig, über die alle Arbeitsräume aller Zylinder mit dem ablaufseitigen Arbeitsanschluss der Kolbenmaschine verbunden sind.

[0014] Um die erfindungsgemäße Kolbenmaschine bi-

direktional betreiben zu können, benötigt sie einen weiteren als Zulauf einsetzbaren Arbeitsanschluss. Dann werden auch diesem Arbeitsanschluss weitere Verzweigungen zugeordnet, deren Anzahl - wie auch die Anzahl der erstgenannten Verzweigungen - derjenigen der Arbeitsräume pro Zylinder entspricht. Jede dieser weiteren Verzweigungen verbindet - wie auch die erstgenannten Verzweigungen - die vergleichbaren Arbeitsräumen aller Zylinder miteinander. Zwischen dem weiteren Arbeitsanschluss und jeder weiteren Verzweigung sind jeweilige weitere Absperrventile angeordnet, deren Anzahl - wie auch die Anzahl der erstgenannten Absperrventile - derjenigen der Teilkolben pro Zylinder entspricht. Es ergibt sich also eine Verdopplung der Verzweigungen und der Absperrventile gegenüber der vorbeschriebenen Ausgestaltung.

[0015] Gemäß dem oben gewürdigten Stand der Technik ergibt sich eine lediglich zweistufige Verstellmöglichkeit des Hubvolumens der Kolbenmaschine. Dem gegenüber ist die Verstellmöglichkeit der erfindungsgemäßen Kolbenmaschine verfeinert, wenn die dem ersten Arbeitsraum zugewandte erste Arbeitsfläche des ersten Teilkolbens eine Größe hat, die nicht der Größe der dem zweiten Arbeitsraum zugewandten zweiten Arbeitsfläche des zweiten Teilkolbens entspricht. Da nur die kleinere Arbeitsfläche oder nur die größere Arbeitsfläche oder beide Arbeitsflächen aktiviert werden können, ergeben sich drei Stufen der Verstellmöglichkeit des Hubvolumens.

[0016] Bei mehr als zwei (z.B. drei) Teilkolben pro Kolben wird es entsprechend bevorzugt, wenn alle (z.B. drei) Arbeitsflächen unterschiedlich groß sind. Damit sind weitere Stufen der Verstellmöglichkeit des Hubvolumens gegeben.

[0017] Konstruktiv besonders bevorzugt wird es, wenn der Kolben einen im Zylinder bewegbaren Kolbengrundkörper hat, der auch relativ zu allen Teilkolben bewegbar ist. Der Kolbengrundkörper ist im Wesentlichen an den von den Arbeitsflächen abgewandten Seiten der Teilkolben angeordnet.

[0018] Vorzugsweise ist der Kolbengrundkörper zur Führung - ähnlich einem herkömmlich Kolben - am Innenumfang des Zylinder anliegend. Dann hat der Kolbengrundkörper eine gesamte Querschnittsfläche, die der Summe aller Arbeitsflächen entspricht.

[0019] Der Kolbengrundkörper kann für jeden Teilkolben eine Anlagefläche aufweisen, über die der Teilkolben im aktivierten Zustand die Kraft des Druckmittels im Arbeitsraum von der Arbeitsfläche über die Anlagefläche an den Kolbengrundkörper überträgt.

[0020] Im Falle einer Radialkolbenmaschine kann eine Wälzkörper oder eine Rolle am Kolbengrundkörper gelagert sein und über Nocken abrollen. Damit hat der Kolbengrundkörper eine mechanische Kopplung an die erfindungsgemäße Kolbenmaschine.

[0021] Vorzugsweise mündet in jede Anlagefläche ein mit einem Gehäuseinnenraum oder einem Tank verbundener Entlastungskanal. Damit wird eine Relativbewe-

gung des Kolbengrundkörpers gegenüber dem zugeordneten deaktiviert Teilkolben ermöglicht, da Druckmittel oder Luft in einen sich vergrößernden Zwischenraum zwischen den Kolbengrundkörper und den Teilkolben einströmen kann.

[0022] Der erste Teilkolben kann zu seiner Führung abschnittsweise in eine Ausnehmung des Kolbengrundkörpers eingesetzt sein. Die Ausnehmung ist vorzugsweise - wie der gesamte Kolben mit seinem Teilkolben - rotationssymmetrisch.

[0023] Bei der Weiterbildung mit drei Teilkolben wird es besonders bevorzugt, wenn der zweite Teilkolben den ersten Teilkolben umgreift, und wenn der dritte Teilkolben den Kolbengrundkörper umgreift.

[0024] Dabei kann der erste Teilkolben kreiszylindrisch sein, während der zweite Teilkolben und der dritte Teilkolben ringförmig sind.

[0025] Zur zyklischen Befüllung und Entleerung der Arbeitsräume werden folgende drei Weiterbildungen bevorzugt:

[0026] Stromauf und stromab jedes Arbeitsraumes kann vorrichtungstechnisch einfach ein Rückschlagventil angeordnet sein. Bei der bevorzugten Weiterbildung mit den mehreren Zylindern und den mehreren Kolben sind diese Rückschlagventile zwischen der Verzweigung und jedem Arbeitsraum angeordnet.

[0027] Stromauf jedes Arbeitsraumes kann ein Schaltventil vorgesehen sein. Bei einem Betrieb der Kolbenmaschine stets in eine Richtung reicht stromab jedes Zylinders ein weiteres Schaltventil. Bei einer bidirektional betreibbaren Kolbenmaschine ist je nach Betriebsrichtung dient einer von zwei verschiedenen Kanälen als Zulauf und ist stromauf angeordnet, so dass pro Arbeitsraum in jedem der beiden Kanäle ein Schaltventil nötig ist.

[0028] Es können auch Steuerschlitze stromauf und stromab der Arbeitsräume in einem Steuerspiegel oder einer Verteilerplatte vorgesehen sein.

[0029] Mehrere Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Kolbenmaschine sind in den Zeichnungen dargestellt. Anhand der Figuren dieser Zeichnungen wird die Erfindung nun näher erläutert.

[0030] Es zeigen

Figur 1 in einem Längsschnitt einen Zylinder mit Kolben und einen Teil eines Schaltplans einer erfindungsgemäßen Radialkolbenmaschine gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel mit maximalem Volumenstrom,

Figur 2 den Längsschnitt und den Schaltplan aus Figur 1 mit reduziertem Volumenstrom,

Figur 3 den Längsschnitt und den Schaltplan aus Figur 1 mit reduziertem Volumenstrom,

Figur 4 in einem Längsschnitt einen Zylinder mit Kolben und einen Teil eines Schaltplans einer erfindungsgemäßen Radialkolbenmaschine gemäß einem zweiten und einem dritten Ausführungsbeispiel mit maximalem Volumenstrom,

Figur 5 den Längsschnitt und den Schaltplan aus

Figur 4 mit reduziertem Volumenstrom, Figur 6 den Längsschnitt und den Schaltplan aus Figur 4 mit reduziertem Volumenstrom, Figur 7 in einem Längsschnitt einen Zylinder mit Kolben und einen Teil eines Schaltplans einer erfindungsgemäßen Radialkolbenmaschine gemäß einem vierten und einem fünften Ausführungsbeispiel, Figuren 8 bis 13 jeweils in einem Längsschnitt einen Zylinder mit Kolben einer erfindungsgemäßen Radialkolbenmaschine gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel mit einem Volumenstrom, der auf verschiedene Weisen reduziert ist, Figur 14 in einem Längsschnitt den Zylinder mit Kolben aus Figur 8 mit maximalem Volumenstrom und mit einer ersten Variante eines Schaltplans und Figur 15 in einem Längsschnitt den Zylinder mit Kolben aus Figur 8 mit maximalem Volumenstrom und mit einer zweiten Variante eines Schaltplans.

[0031] Figur 1 zeigt einen Zylinder 1 mit einem darin geführten Kolben 2, an dem ein Wälzkörper 4 gelagert ist. Diese Anordnung ist mehrfach vorgesehen und dabei gleichmäßig am Umfang eines (nicht gezeigten) Rotors des ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Radialkolbenmaschine verteilt. Die Kolben 2 stützen sich über den jeweiligen Wälzkörper 4 an einer am Außenumfang der Radialkolbenmaschine angeordneten Hubkurve 6 ab, wobei an der Hubkurve 6 eine mehrere Nocken 8 gleichmäßig verteilt sind.

[0032] Das erste Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Radialkolbenmaschine wird als Pumpe eingesetzt. Sie hat einen Niederdruck führenden zulaufseitigen Arbeitsanschluss 10 und einen Hochdruck führenden ablaufseitigen weiteren Arbeitsanschluss 12. Die Radialkolbenpumpe wird in einem geschlossenen Kreis mit einem hydrostatischen Motor 14 verbunden. Da das Fördervolumen des ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe in drei Stufen verstellt werden kann, kann der Motor 14 im Falle eines Konstantmotors bei gleichbleibender Antriebsdrehzahl der Radialkolbenpumpe in drei Stufen verstellt werden. Wenn der Motor 14 ein Verstellmotor ist, kann durch die drei Stufen eine Optimierung des Wirkungsgrades des Getriebes erreicht werden.

[0033] Die dreistufige Verstellmöglichkeit des Fördervolumens der Radialkolbenpumpe gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ist dadurch realisiert, dass der Kolben 2 als Stufenkolben und der Zylinder 1 als Stufenzylinder ausgebildet sind. Genauer gesagt haben beide einen mittleren konzentrischen verjüngten Abschnitt. Dadurch ist im Zylinder 1 ein mittlerer erster Arbeitsraum A1 und ein ringförmiger zweiter Arbeitsraum A2 gebildet. Der erste Arbeitsraum A1 wird durch eine erste Arbeitsfläche A1 begrenzt, die an einem ersten Teilkolben K1 gebildet ist. Der zweite Arbeitsraum R2 wird durch eine ringförmige zweite Arbeitsfläche A2 begrenzt, die an einem zweiten Teilkolben K2 gebildet ist. Der erste Teilkolben K1 ist kreiszylindrisch und zapfenartig. Der zweite

Teilkolben K2 ist ringförmig und umgreift den ersten Teilkolben K1.

[0034] Weiterhin ist im Zylinder 1 ein Kolbengrundkörper 16 des Kolbens 2 geführt, an dessen äußeren (in Figur 1 unteren) Endabschnitt der Wälzkörper 4 gelagert ist und an dessen inneren (in Figur 1 oberen) Endabschnitt einerseits der erste Teilkolben K1 in eine konzentrische Ausnehmung 18 eingesetzt ist und andererseits der zweite Teilkolben K2 stirnseitig in Anlage gebracht werden kann. Am Boden der Ausnehmung 18 hat der Kolbengrundkörper 16 eine erste Anlagefläche 20 für den ersten Teilkolben K1 und an seiner vom Wälzkörper 4 abgewandten Stirnseite eine zweite Anlagefläche 22 für den zweiten Teilkolben K2.

[0035] Bei der in Figur 1 gezeigten Stufe mit maximalem Fördervolumen liegen die beiden Teilkolben K1, K2 stets an der zugeordneten Anlagefläche 20, 22 des Kolbengrundkörpers 16 an, so dass bei jedem Hub des Kolbens 2 im Zylinder 1 stets beide Arbeitsräume R1, R2 vergrößert und verkleinert werden. Dazu sind stromab des Arbeitsanschlusses 10 zwei zulaufseitige Kanäle 24, 26 mit jeweils zugeordneten Verzweigungen 28, 30 vorgesehen, wobei in jedem Kanal 24, 26 zwischen dem Arbeitsanschluss 10 und der Verzweigung 28, 30 ein Absperrventil 32, 34 vorgesehen ist. Jedes Absperrventil 32, 34 ist als 2/2-Wegeventil ausgebildet, das in einer durch einer federvorgespannten Grundstellung abgesperrt ist, und dass in einer durch einen elektrischen Aktor geöffneten Schaltstellung die zugeordnete Verzweigung 28, 30 mit dem Arbeitsanschluss 10 verbindet. Die erste Verzweigung 28 verzweigt zu den ersten Arbeitsräumen R1 aller Zylinder 1, während die zweite Verzweigung 28, 30 zu den zweiten Arbeitsräumen R2 aller Zylinder 1 verzweigt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden lediglich drei Zylinder 1 angenommen.

[0036] Ablaufseitig ist lediglich ein gemeinsamer weiterer Kanal 36 nötig, der eine weitere Verzweigung 38 mit dem weiteren Arbeitsanschluss 12 verbindet. Über die weitere Verzweigung 38 wird das Druckmittel unter Hochdruck der Arbeitsräume R1, R2 aller Zylinder 1 zusammengeführt. Für das in Figur 1 gezeigte maximale Fördervolumen der Radialkolbenpumpe sind die beiden Absperrventile 32, 34 bestromt und daher geöffnet.

[0037] Um die Bewegung des Kolbengrundkörpers 16 hin zum und weg vom deaktivierten Teilkolben K2 oder K2 zu ermöglichen ist ein verzweigter Entlastungskanal 42 vorgesehen, der sich im Innen des Kolbengrundkörpers 16 erstreckt, und der einen Gehäuseinnenraum der Radialkolbenpumpe mit den beiden Anlageflächen 20, 22 verbindet.

[0038] Figur 2 zeigt die Anordnung aus Figur 1, wobei die Radialkolbenpumpe auf ein verringertes Fördervolumen eingestellt ist. Dazu sind lediglich die (bei diesem Ausführungsbeispiel drei) ersten Arbeitsräume R1 der Radialkolbenpumpe aktiviert, während die (bei diesem Ausführungsbeispiel drei) zweiten Arbeitsräume R2 deaktiviert sind. Dazu wurde das zweite Absperrventil 34 über seine Feder geschlossen. Damit verbleiben die

zweiten Teilkolben K2 stets in der in Figur 2 gezeigten Stellung, während die ersten Teilkolben K1 zusammen mit den Kolbengrundkörpern 16 die Hubbewegung ausführen.

[0039] Zur zyklischen Befüllung und Entleerung in Förderrichtung der Radialkolbenpumpe ist für jeden Arbeitsraum R1 R2 zulaufseitig und ablaufseitig ein Rückschlagventil 40 vorgesehen. Genauer gesagt ist zwischen jeder Verzweigung 28, 30, 38 und dem jeweiligen Arbeitsraum R1, R2 ein Rückschlagventil 40 vorgesehen, wobei die (bei diesem Ausführungsbeispiel drei) Rückschlagventile 40, die zwischen dem ablaufseitigen weiteren Kanal 36 und dem deaktivierten zweiten Arbeitsräumen R2 aller Zylinder 1 angeordnet sind, in diesem Betriebszustand stets geschlossen sind, da im weiteren Kanal 36 stets Hochdruck herrscht, während in den zweiten Arbeitsräumen R2 stets Niederdruck herrscht. Alle Rückschlagventile 40, die den ersten Arbeitsräumen R1 zugeordnet sind, öffnen und schließen bei diesem Betriebszustand zyklisch.

[0040] Figur 3 zeigt die Anordnung aus Figuren 1 und 2, wobei die Radialkolbenpumpe auf ein verringertes Fördervolumen eingestellt ist. Dazu sind lediglich die (bei diesem Ausführungsbeispiel drei) zweiten Arbeitsräume R2 der Radialkolbenpumpe aktiviert, während die (bei diesem Ausführungsbeispiel drei) ersten Arbeitsräume R1 deaktiviert sind. Dazu wurde das erste Absperrventil 32 über seine Feder geschlossen. Damit verbleiben die ersten Teilkolben K1 stets in der in Figur 2 gezeigten Stellung, während der zweiten Teilkolben K2 zusammen mit den Kolbengrundkörpern 16 die Hubbewegung ausführen.

[0041] Die (bei diesem Ausführungsbeispiel drei) Rückschlagventile 40, die zwischen dem ablaufseitigen weiteren Kanal 36 und dem deaktivierten ersten Arbeitsräumen R1 aller Zylinder 1 angeordnet sind, sind in diesem Betriebszustand stets geschlossen, da im weiteren Kanal 36 stets Hochdruck herrscht, während in den ersten Arbeitsräumen R1 stets Niederdruck herrscht. Alle Rückschlagventile 40, die den zweiten Arbeitsräumen R2 zugeordnet sind, öffnen und schließen bei diesem Betriebszustand zyklisch.

[0042] Da die erste Arbeitsfläche A1 kleiner als die umlaufende zweite Arbeitsfläche A2 ist, ist das Fördervolumen im Betrieb gemäß Figur 3 größer als das Fördervolumen beim Betrieb gemäß Figur 2. Insgesamt zeigen die Figuren 1 bis 3 die drei unterschiedlichen Stufen des Fördervolumens des ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Radialkolbenpumpe.

[0043] Die Figuren 4 bis 6 zeigen in einer jeweiligen gemeinsamen Darstellung ein zweites und ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Radialkolbenmaschine, die ebenfalls als Radialkolbenpumpe betrieben wird. Dabei entsprechen die gezeigten Betriebszustände beziehungsweise Stufen, die Zylinder 1, die

spiels gemäß den Figuren 1 bis 3. Auch der von der Radialkolbenpumpe versorgte hydrostatische Motor 14 entspricht dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel.

[0044] Abweichend vom ersten Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 bis 3 ist die zyklische beziehungsweise abwechselnde Verbindung der Arbeitsräume R1, R2 synchron zu den Flanken der Nocken 8 der Hubkurve 6 gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel auch über jeweilige zulaufseitige Schaltventile 44 und über ein gemeinsames ablaufseitiges weiteres Schaltventil 46 oder gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel über eine Schlitzsteuerung mit einem Steuerspiegel A, B und einer Verteilerplatte 48 möglich. In den Figuren 4 bis 6 sind diese beiden Ausführungsbeispiele gemeinsam dargestellt.

[0045] Durch den Druckunterschied zwischen der hydraulischer Vorspannung in den Kanälen 24, 26 und dem Gehäusedruck entsteht eine Kraft, die die Teilkolben K1, K2 ausfahren lässt und die Wälzkörper 4 an die Hubkurve 6 presst. Dies sorgt für einen unterbrechungsfreien Lauf der Wälzkörper 4 über die Nocken 8 der Hubkurve 6. Sind im Pumpenbetrieb alle zulaufseitigen Kanäle 24, 26 offen geschaltet, werden alle Arbeitsräume R1, R2, R3 mit Druckmittel befüllt und durch den Nockenhub in Richtung ablaufseitigen Kanal 36 gefördert.

[0046] Wenn über ein Absperrventil 32, 34 eine Gruppe von gleichartigen Teilkolben K1, K2 aller Zylinder 1 abgeschaltet wird, werden diese Teilkolben K1, K2 gegen mechanische obere Anschläge der Zylinder 1 eingedrückt, aber mechanisch nicht wieder in Richtung Hubkurve 6 bewegt. Beim Absperrn einer Gruppe von Arbeitsräumen R1, R2 wird das restliche Druckmittel beim nächsten Hub aus diesen Arbeitsräumen R1, R2 in den ablaufseitigen Kanal 36 gefördert. Danach erfolgt kein Rückhub der abgeschalteten Teilkolben K1, K2 zur Hubkurve 6. Durch die Entlastungskanäle 42 drückt der Gehäuseinnendruck die abgeschalteten Teilkolben K1, K2 gegen die oberen Anschläge der Zylinder 1, es findet keine weitere Förderung statt.

[0047] Figur 7 zeigt einen Teil eines vierten und eines fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Radialkolbenmaschine. Sie ist bidirektional mit maximaler Flexibilität betreibbar. Der Zylinder 1, der Kolben 2, der Wälzkörper 4, die Hubkurve 6, und die Verbindung des Arbeitsanschlusses 10 über die beiden Kanäle 24, 26 mit dem Zylinder 1 und die gemeinsame Darstellung der Schaltventile 44 mit dem Steuerspiegel A, B und der Verteilerplatte 48 entsprechen dem zweiten und dem dritten Ausführungsbeispiele gemäß Figur 4.

[0048] Zur Ermöglichung einer Umkehrung der Betriebsrichtung ist auch der weitere Arbeitsanschluss 12 über zwei getrennte weitere Kanäle 36 mit den ersten Arbeitsräumen R1 aller Zylinder 1 und den zweiten Arbeitsräumen R2 aller Zylinder 1 verbindbar. Dazu ist in jedem weiteren Kanal 36 ein weiteres Absperrventil 50 und eine weitere Verzweigung 38 und ein weiteres Schaltventil 46 oder eine entsprechende Schlitzsteuerung vorgesehen. Es ergibt sich insgesamt ein symme-

trischer Aufbau des Schaltplans und eine gleichartige Verbindung beider Arbeitsanschlüsse 10, 12 mit den Zylindern 1. Die Abschaltung der gewünschten Gruppe von gleichartigen Arbeitsräumen R1 oder R2 erfolgt dann je nach Betriebsrichtung der Radialkolbenmaschine durch das zulaufseitige Absperrventil 32, 34 oder 50.

[0049] Die Figuren 8 bis 13 zeigen jeweils in einem Längsschnitt einen Zylinder 101 mit einem Kolben 102 gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Radialkolbenmaschine, die weitere Stufen ihres Hubvolumens bietet. Der Kolbengrundkörper 116 hat eine zusätzliche äußerste umlaufende dritte Anlagefläche 122 für einen ringförmigen dritten Teilkolben K3, der mit seiner umlaufenden dritten Arbeitsfläche A3 einen dritten Arbeitsraum R3 des Zylinders 101 begrenzt. Während der zweite Teilkolben - wie auch bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen - am Außenumfang des ersten Teilkolbens K1 anliegt, umgreift der dritte Teilkolben K3 den Kolbengrundkörper 116.

[0050] Um die Anzahl der Stufen des einstellbaren Hubvolumens zu maximieren, haben alle drei Teilkolben K1, K2, K3 unterschiedlich große Arbeitsflächen A1, A2, A3. Figur 8 zeigt einen Betriebszustand, bei dem der erste und der zweite Arbeitsraum R1, R2 aktiviert sind, während der dritte Arbeitsraum R3 deaktiviert ist. Figur 9 zeigt einen Betriebszustand, bei dem der erste und der dritte Arbeitsraum R1, R3 aktiviert sind, während der zweite Arbeitsraum R2 deaktiviert ist. Figur 10 zeigt einen Betriebszustand, bei dem der zweite und der dritte Arbeitsraum R2, R3 aktiviert sind, während der erste Arbeitsraum R1 deaktiviert ist. Figur 11 zeigt einen Betriebszustand, bei dem nur der erste Arbeitsraum R1 aktiviert ist. Figur 12 zeigt einen Betriebszustand, bei dem nur der zweite Arbeitsraum R2 aktiviert ist. Figur 13 zeigt einen Betriebszustand, bei dem nur der dritte Arbeitsraum R3 aktiviert ist.

[0051] Figuren 14 und 15 zeigen jeweils in einem Längsschnitt den Zylinder 101 mit dem Kolben 102 gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel aus den Figuren 8 bis 13. Der Entlastungskanal 142 dieses Ausführungsbeispiels hat eine Verzweigung zu den drei Anlageflächen 20, 22, 122, so dass bei jedem deaktivierten oder abgeschalteten Teilkolben K1, K2, K3 Druckmittel aus dem Gehäuseinnenraum in den sich zwischen dem betroffenen Teilkolben K1, K2, K3 und dem Kolbengrundkörper 116 bildenden Zwischenraum nachgesaugt werden kann.

[0052] Figur 14 zeigt zusätzlich den Schaltplan des Zylinders 101 einer bidirektional betreibbaren Radialkolbenmaschine. Jedem Arbeitsraum R1, R2, R3 sind einerseits ein Schaltventil 44 und andererseits ein weiteres Schaltventil 46 zugeordnet, die beide in Abhängigkeit der momentan überfahrenen Flanke der Nocken 8 der Hubkurve 6 geschaltet werden.

[0053] Figur 15 zeigt zusätzlich den Schaltplan des Zylinders 101 einer Radialkolbenmaschine, die nur in einer Richtung betrieben werden soll. Dabei riecht ablaufseitig ein gemeinsames weiteres Schaltventil für die drei Ar-

beitsräume R1, R2, R3 des Zylinders 101 aus.

[0054] Wie bereits zuvor beschrieben, kann statt der Schaltventile 44, 46 auch eine Schlitzzsteuerung mit einem Steuerspiegel A, B und einer Verteilerplatte 148 vorgesehen sein.

[0055] Offenbart ist eine hydrostatische Kolbenmaschine mit mehreren Stufenkolben, die in einem jeweils zugeordneten Zylinder geführt sind. Jeder Stufenkolben weist einen ersten Teilkolben und am Außenumfang zumindest einen gegen den ersten Teilkolben relativ bewegbaren weiteren Teilkolben auf. Jeder Zylinder weist einen ersten Arbeitsraum und zumindest einen davon durch den Stufenkolben getrennten weiteren Arbeitsraum auf. Jeder Teilkolben begrenzt mit einer Arbeitsfläche einen zugeordneten Arbeitsraum. Der erste Arbeitsraum ist über ein oder zwei erste Schaltventile zu- und abschaltbar, und jeder weitere Arbeitsraum ist über ein oder zwei weitere Schaltventile zu- und abschaltbar. Damit kann jeder Teilkolben des Stufenkolbens unabhängig vom anderen Teilkolben aktiviert und deaktiviert werden.

Bezugszeichenliste

[0056]

1; 101	Zylinder
2; 102	Kolben
4	Wälzkörper
6	Hubkurve
8	Nocke
10	Arbeitsanschluss
12	weiterer Arbeitsanschluss
14	Motor
16; 116	Kolbengrundkörper
18	Ausnehmung
20	erste Anlagefläche
22	zweite Anlagefläche
24	erster Kanal
26	zweiter Kanal
28	erste Verzweigung
30	zweite Verzweigung
32	erstes Absperrventil
34	zweites Absperrventil
36	weiterer Kanal
38	weitere Verzweigung
40	Rückschlagventil
42; 142	Entlastungskanal
44	Schaltventil
46	weiteres Schaltventil
48; 148	Verteilerplatte
50	weiteres Absperrventil
122	dritte Anlagefläche
A, B	Steuerspiegel
A1	erste Arbeitsfläche
A2	zweite Arbeitsfläche
A3	dritte Arbeitsfläche
K1	erster Teilkolben
K2	zweiter Teilkolben

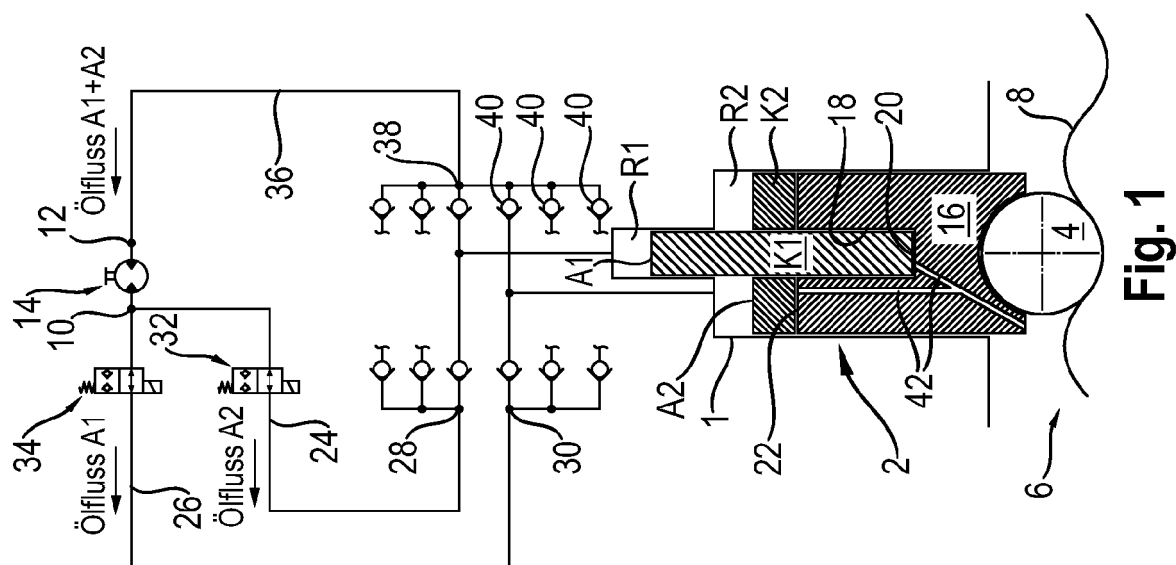
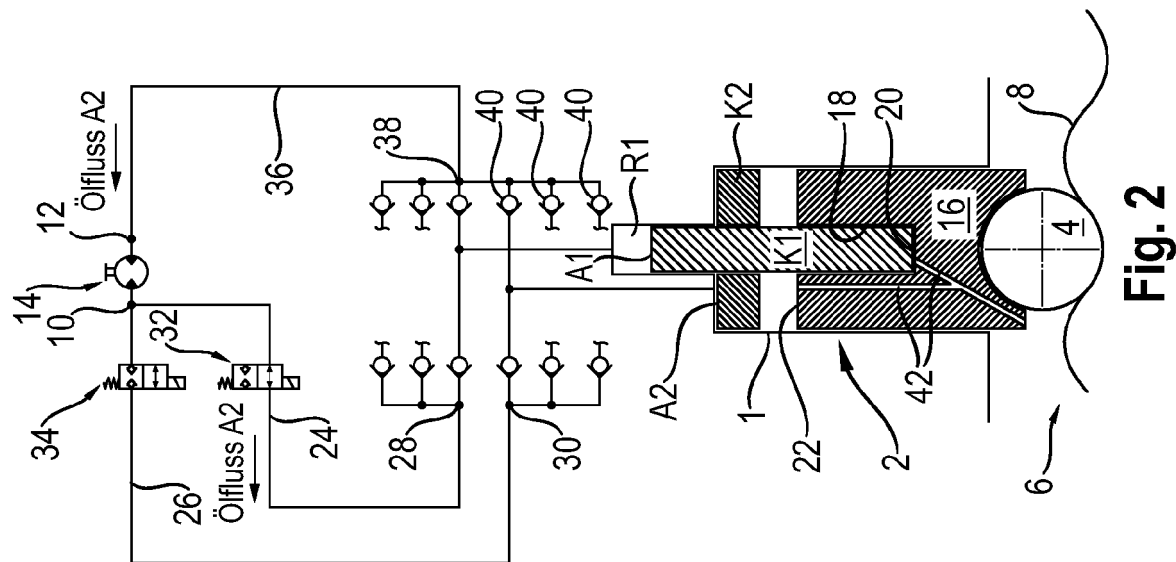
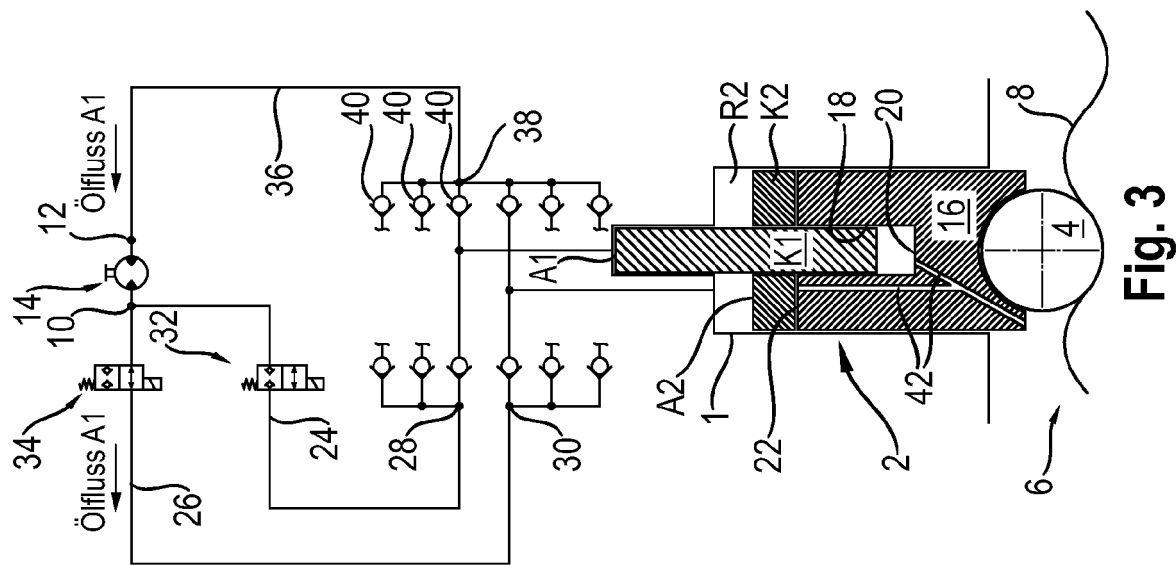
K3 dritter Teilkolben
 R1 erster Arbeitsraum
 R2 zweiter Arbeitsraum
 R3 dritter Arbeitsraum

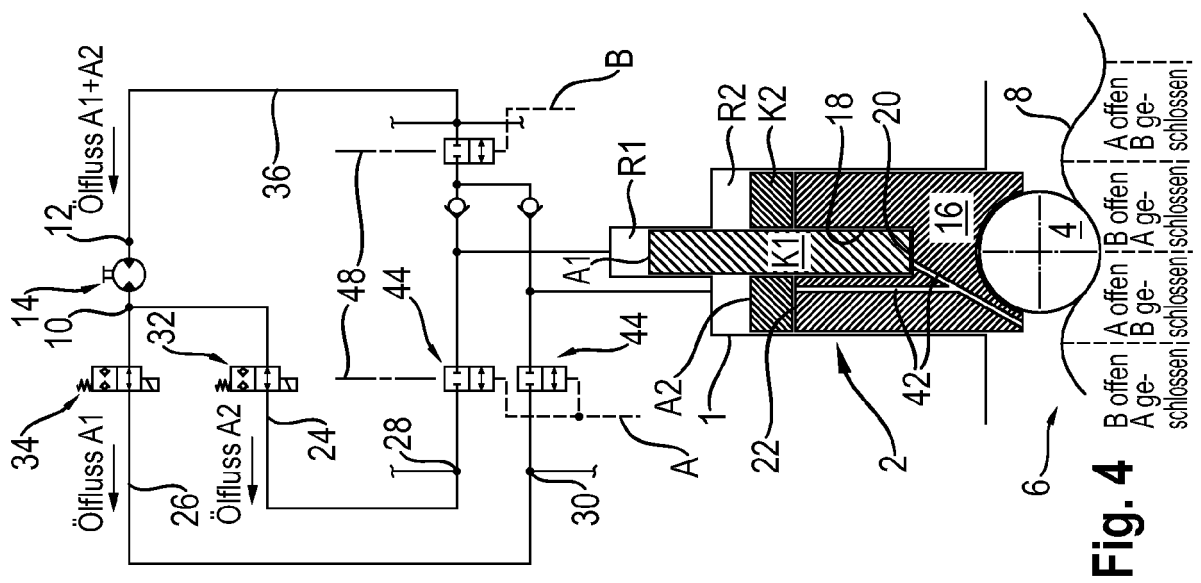
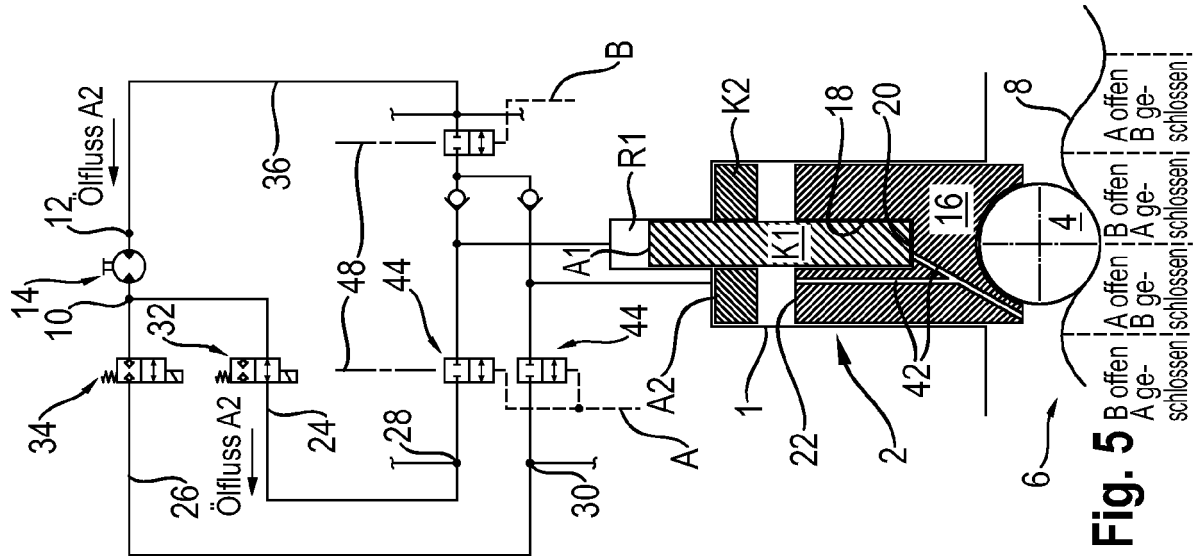
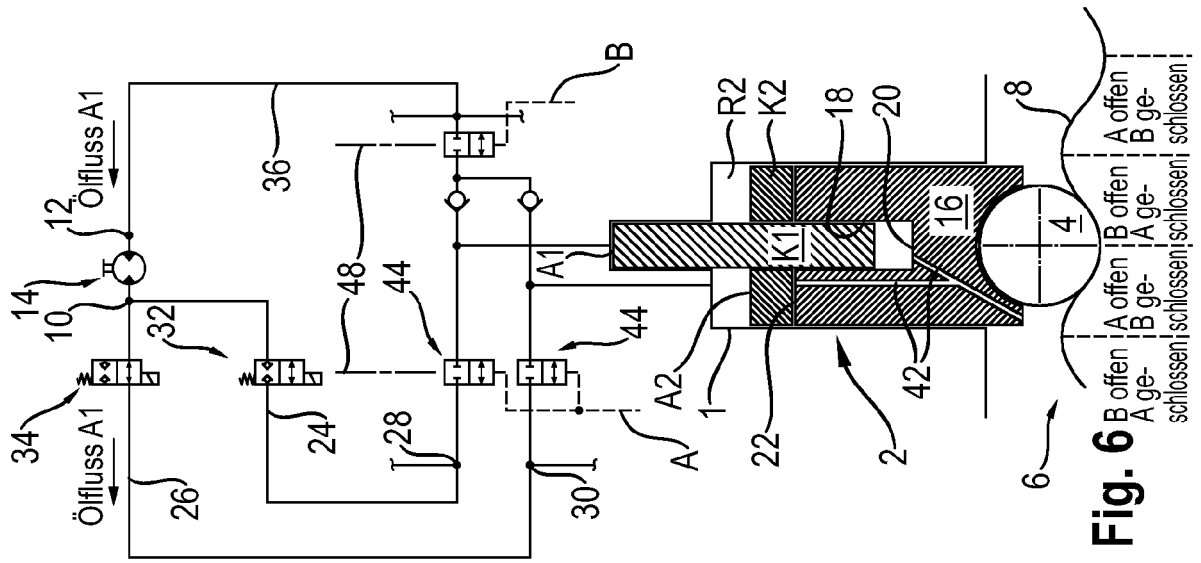
Patentansprüche

1. Hydrostatische Kolbenmaschine mit zumindest einem Kolben (2; 102), der in einem zugeordneten Zylinder (1; 101) bewegbar ist, wobei der Kolben (2; 102) einen ersten Teilkolben (K1) und einen gegen den ersten Teilkolben (K1) relativ bewegbaren zweiten Teilkolben (K2) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zylinder (1; 101) einen ersten Arbeitsraum (R1) und einen davon durch den Kolben (2; 102) getrennten zweiten Arbeitsraum (R2) aufweist, wobei jeder Teilkolben (K1, K2) einen Arbeitsraum (R1, R2) begrenzt, und wobei der erste Arbeitsraum (R1) über ein erstes Absperrventil (32) aktivierbar und deaktivierbar ist, und wobei der zweite Arbeitsraum (R2) über ein zweites Absperrventil (34) aktivierbar und deaktivierbar ist.
2. Kolbenmaschine nach Anspruch 1, wobei der Kolben (102) einen dritten Teilkolben (K3) aufweist, der gegen die anderen Teilkolben (K1, K2) relativ bewegbar ist, und wobei der Zylinder (101) einen dritten Arbeitsraum (R3) aufweist, der durch den Kolben (102) von den anderen Arbeitsräumen (R1, R2) getrennt ist, und wobei der dritte Teilkolben (K3) den dritten Arbeitsraum (R3) begrenzt, und wobei der dritte Arbeitsraum (A3) über ein drittes Absperrventil aktivierbar und deaktivierbar ist.
3. Kolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2 mit mehreren Kolben (2; 102) und Zylindern (1; 101), wobei jedes Absperrventil (32, 34) zwischen einem Arbeitsanschluss (10) der Kolbenmaschine und einer Verzweigung (28, 30) zu den mehreren gleichartigen Arbeitsräumen (R1, R2, R3) aller Zylinder (1; 101) angeordnet ist.
4. Kolbenmaschine nach Anspruch 3 mit weiteren Absperrventilen (50), deren Anzahl derjenigen der Teilkolben (K1, K2, K3) pro Zylinder (1; 101) entspricht, wobei jedes weitere Absperrventil (50) zwischen einem weiteren Arbeitsanschluss (12) der Kolbenmaschine und einer weiteren Verzweigung (38) zu den mehreren gleichartigen Arbeitsräumen (R1, R2, R3) aller Zylinder (1; 101) angeordnet ist.
5. Kolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine dem ersten Arbeitsraum (R1) zugewandte erste Arbeitsfläche (A1) des ersten Teilkolbens (K1) eine Größe hat, die ungleich einer Größe einer dem zweiten Arbeitsraum (R2) zugewandten zweiten Arbeitsfläche (A2) des zweiten Teilkolbens

(K2) ist.

6. Kolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kolben (2; 102) einen im Zylinder (1; 101) bewegbaren Kolbengrundkörper (16; 116) hat, der relativ zu den Teilkolben (K1, K2, K3) bewegbar ist.
7. Kolbenmaschine nach Anspruch 5 und 6, wobei der Kolbengrundkörper (16; 116) eine Querschnittsfläche hat, die der Summe der Arbeitsflächen (A1, A2, A3) entspricht.
8. Kolbenmaschine nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, wobei der Kolbengrundkörper (16; 116) für jeden Teilkolben (K1, K2, K3) eine Anlagefläche (20, 22, 122) aufweist.
9. Kolbenmaschine nach Anspruch 8, wobei in jede Anlagefläche (20, 22, 122) ein mit einer Druckmittelsenke verbundener Entlastungskanal (42; 142) mündet.
10. Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei der erste Teilkolben (K1) in eine Ausnehmung (18) des Kolbengrundkörpers (16; 116) eingesetzt ist.
11. Kolbenmaschine nach Anspruch 2 und nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei der zweite Teilkolben (K2) den ersten Teilkolben (K1) umgreift, und wobei der dritte Teilkolben (K3) den Kolbengrundkörper (116) umgreift.
12. Kolbenmaschine nach Anspruch 11, wobei der erste Teilkolben (K1) kreiszylindrisch ist, und wobei der zweite Teilkolben (K2) und der dritte Teilkolben (K3) ringförmig sind.
13. Kolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei stromauf und stromab jedes Arbeitsraumes (R1, R2, R3) ein Rückschlagventil (40) angeordnet ist.
14. Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei stromauf jedes Arbeitsraumes (R1, R2, R3) ein Schaltventil (44) vorgesehen ist, und wobei stromab jedes Zylinders (1) oder jedes Arbeitsraumes (R1, R2, R3) ein weiteres Schaltventil (46) angeordnet ist.
15. Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei stromauf und stromab der Arbeitsräume (R1, R2, R3) eine Schlitzsteuerung vorgesehen ist.





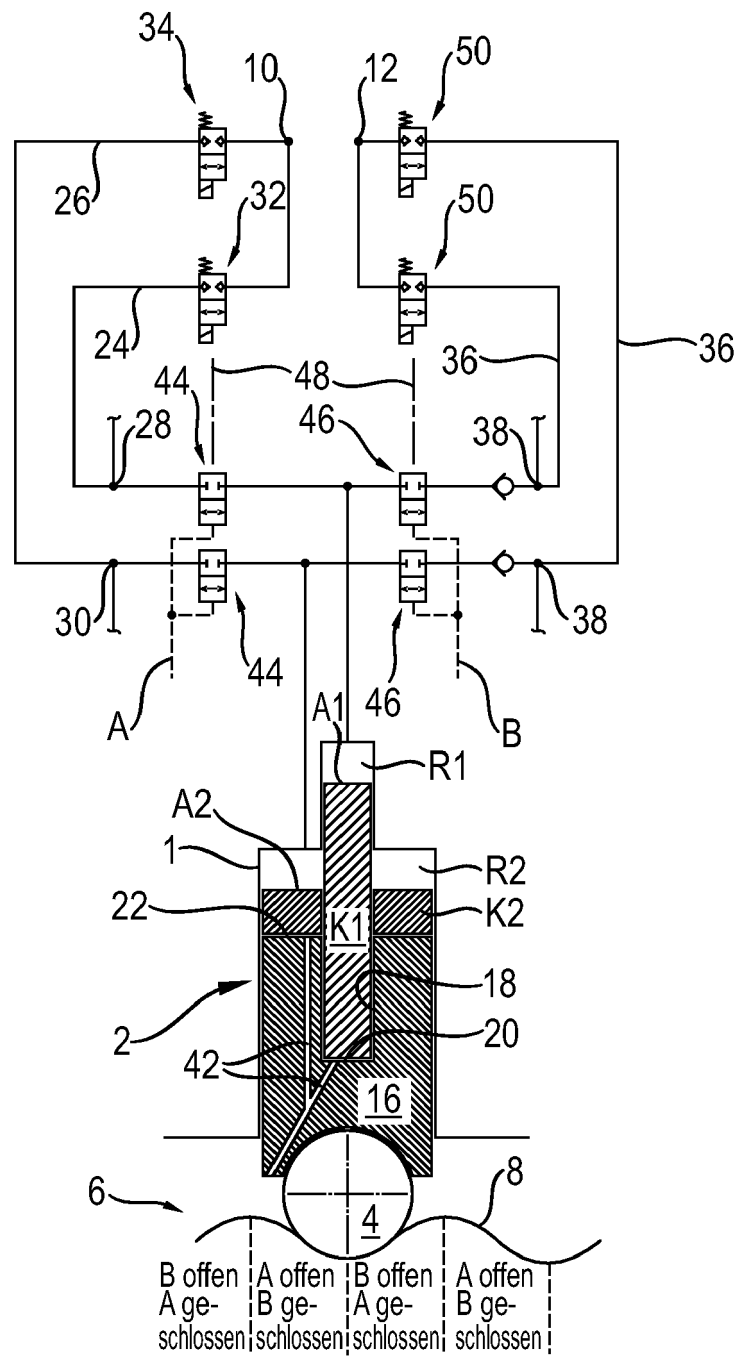


Fig. 7

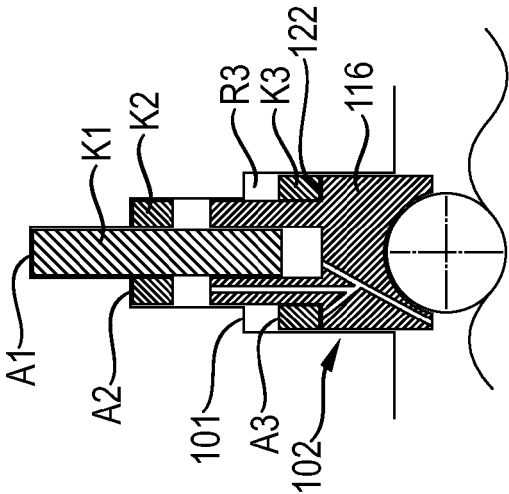


Fig. 8

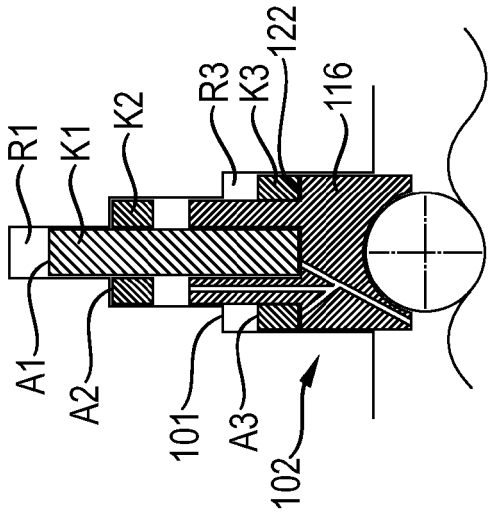


Fig. 9

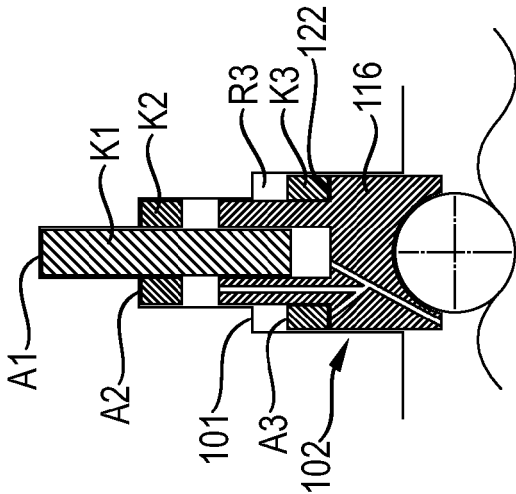


Fig. 10

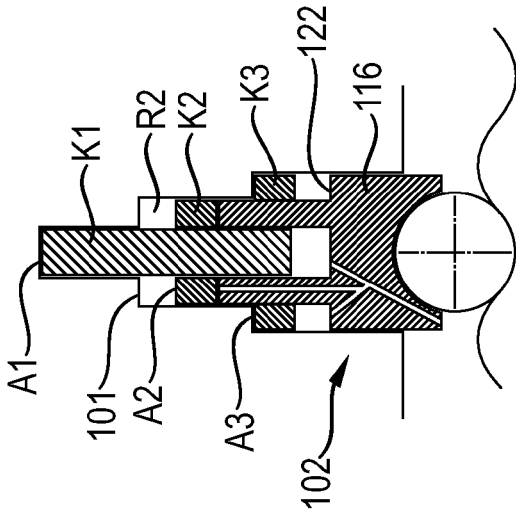


Fig. 11

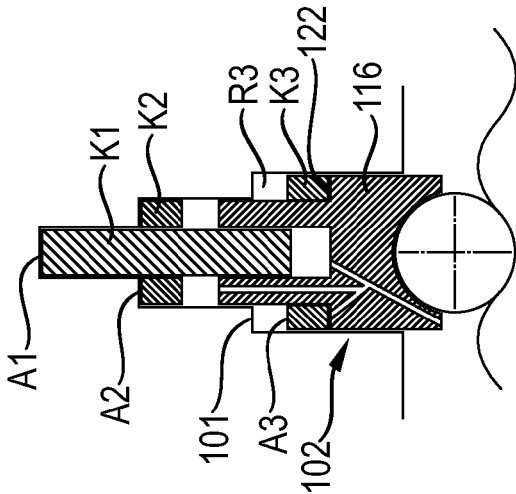


Fig. 12

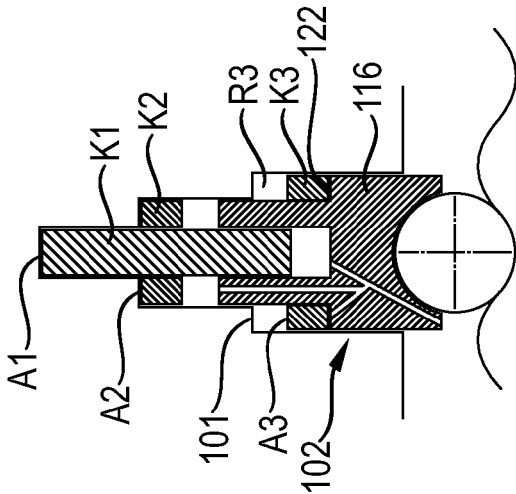
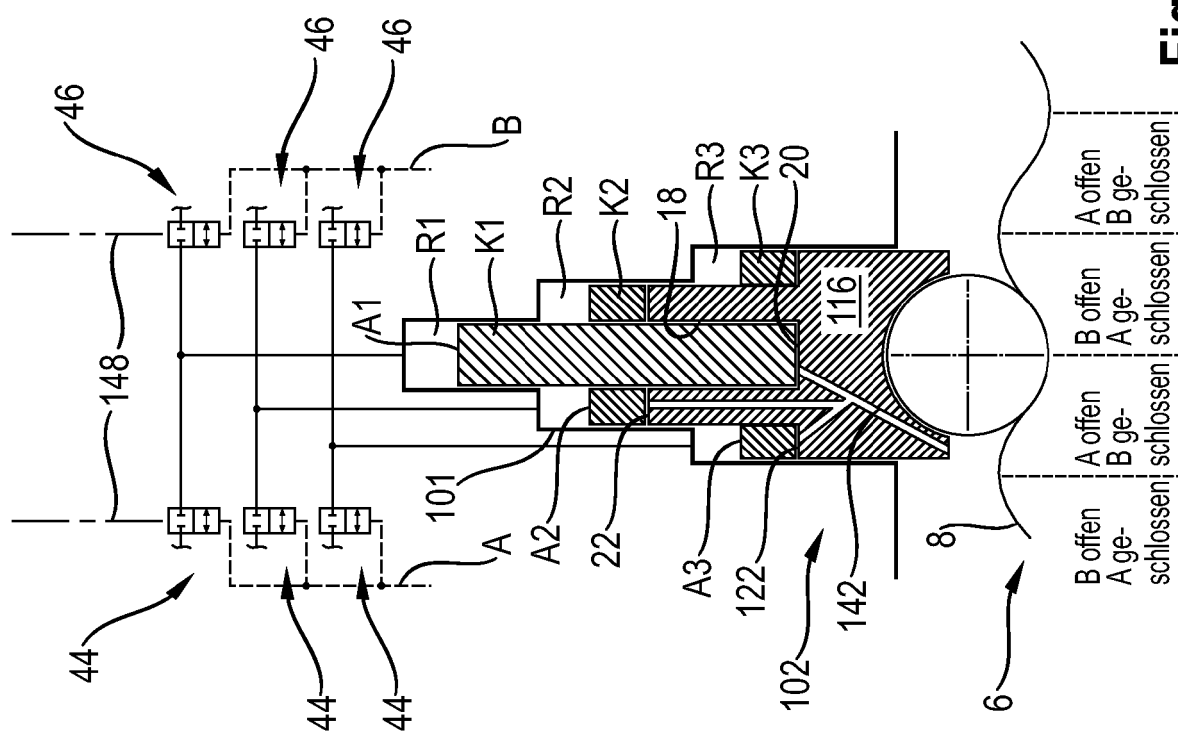
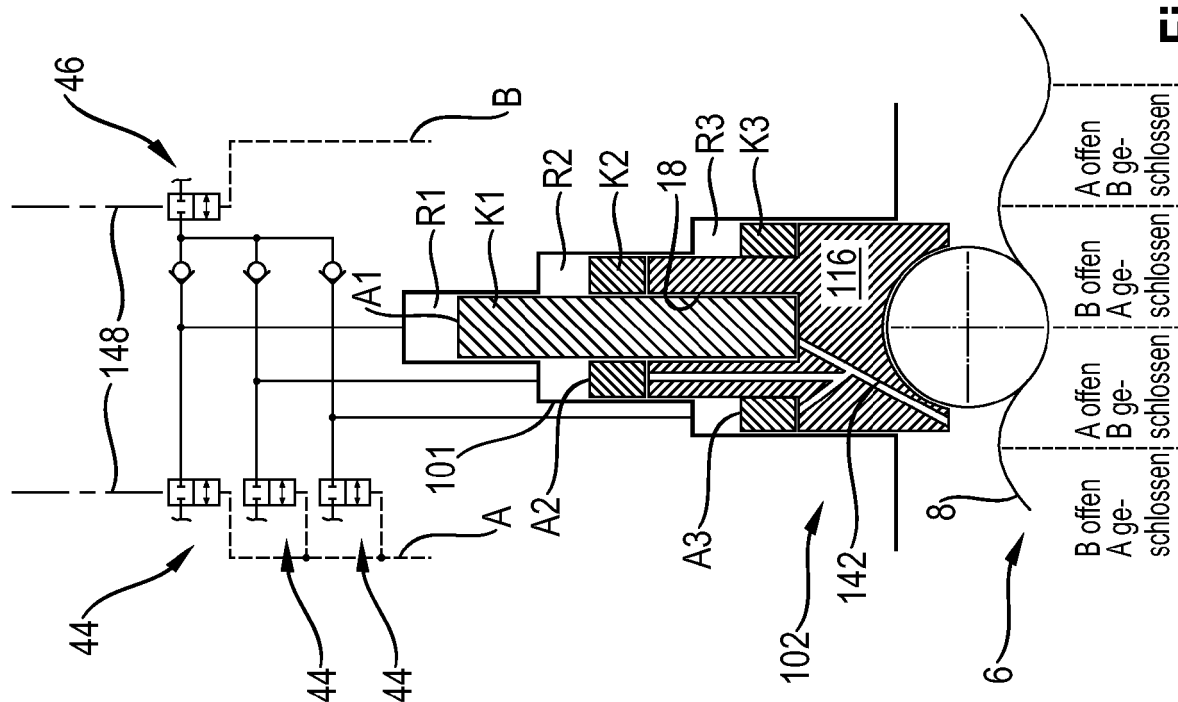


Fig. 13





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 16 4342

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X A	DE 196 13 080 C1 (REIMANN, W.; REIMANN, B. [DE]) 23. Januar 1997 (1997-01-23) * Abbildungen 1, 4-7 * * Spalte 3, Zeile 48 - Spalte 4, Zeile 17 * * Spalte 4, Zeile 54 - Spalte 5, Zeile 44 *	1,5,13 2-4, 6-12,14, 15	INV. F04B49/18 F04B49/16 F04B1/04 F04B3/00
X A	DE 11 63 145 B (MUENCHNER MOTORZUBEHOER GMBH [DE]) 13. Februar 1964 (1964-02-13) * Abbildungen 1, 2 * * Anspruch 1 * * Spalte 2, Zeile 24 - Spalte 4, Zeile 52 *	1 2-15	
A	EP 0 927 305 B1 (GUSTAV KLAUKE GMBH [DE]) 15. Januar 2003 (2003-01-15) * Abbildungen 2a-c, 3a-c * * Absatz [0010] - Absatz [0022] * * Anspruch 1 *	1-15	
A	DE 10 2006 052775 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 24. Januar 2008 (2008-01-24) * Abbildung 1 * * Absatz [0008] * * Absatz [0015] - Absatz [0021] *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04B
A	DE 12 78 249 B (SCHIESS DEFRIES HEBEZEUG UND KRANBAU GMBH [DE]) 19. September 1968 (1968-09-19) * das ganze Dokument *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. September 2016	Prüfer Gnüchtel, Frank
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 16 16 4342

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-09-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19613080 C1	23-01-1997	AU 2691397 A	22-10-1997
		DE 19613080 C1	23-01-1997
		WO 9737129 A1	09-10-1997
DE 1163145 B	13-02-1964	KEINE	
EP 0927305 B1	15-01-2003	AT 231217 T	15-02-2003
		AU 7649598 A	10-02-1999
		DK 0927305 T3	05-05-2003
		EP 0927305 A1	07-07-1999
		ES 2187973 T3	16-06-2003
		JP 4138897 B2	27-08-2008
		JP 2001504909 A	10-04-2001
		TW 401484 B	11-08-2000
		US 6206663 B1	27-03-2001
		WO 9904165 A1	28-01-1999
DE 102006052775 A1	24-01-2008	KEINE	
DE 1278249 B	19-09-1968	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102009035893 A1 [0004]