

(19)



(11)

EP 2 420 681 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.01.2020 Patentblatt 2020/02

(51) Int Cl.:
F15B 11/024^(2006.01) F15B 11/036^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11006709.7**

(22) Anmeldetag: **17.08.2011**

(54) **Hydraulischer Linearantrieb**

Hydraulic linear drive device

Entraînement linéaire hydraulique

(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

(30) Priorität: **18.08.2010 DE 102010034610**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.02.2012 Patentblatt 2012/08

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH
70469 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Beckmann, Bastian
64283 Darmstadt (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
**DE-A1-102004 027 849 DE-A1-102008 039 011
NL-A- 8 105 929 US-A- 5 522 212**

EP 2 420 681 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen hydraulischen Linearantrieb gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Derartige hydraulische Linearantriebe können beispielsweise zur Betätigung eines Pressstempels einer Presse verwendet werden, wobei über den Linearantrieb beispielsweise im Eilgang ein Presswerkzeug geschlossen und der eigentliche Pressvorgang dann mit vergleichsweise großer Kraft in einem sogenannten "Krafthub" durchgeführt wird. Nach dem Pressvorgang wird der Pressstempel dann wieder im Eilgang in Gegenrichtung in seine Grundposition zurückbewegt. Selbstverständlich sind derartige Linearantriebe auch bei anderen Anwendungen, beispielsweise Stanzen, Werkzeugmaschinen, in Fertigungsstraßen etc. einsetzbar.

[0003] In der US 5,522,212 ist ein Linearantrieb gezeigt, bei dem die Vorschubbewegung über einen Hydraulikzylinder mit drei Druckräumen gesteuert wird. Bei der bekannten Lösung sind diese Druckräume mit unterschiedlichen Wirkflächen ausgeführt, wobei für den mit vergleichsweise geringer Kraft ausgeführten Eilgang eine erste Wirkfläche über eine Verstellpumpe mit Druckmittel beaufschlagt wird. Eine in gleicher Richtung wirksame Wirkfläche eines dritten Druckraums ist mit dem Druck eines Hydrospeichers beaufschlagt, während eine in Gegenrichtung wirksame Wirkfläche eines zweiten Druckraums zu einem Tank hin entlastet ist. Die Druckmittelverbindung zu der Verstellpumpe, zum Hydrospeicher und zum Tank wird über eine Ventilanordnung gesteuert, wobei dann für den Krafthub die Wirkflächen des ersten und des dritten Druckraums mit dem Pumpendruck und die in Gegenrichtung wirksame Wirkfläche des zweiten Druckraums mit Tankdruck beaufschlagt ist, die Verbindung zum Hydrospeicher ist dann abgesperrt. Bei der bekannten Lösung ist in dem Hydrospeicher eine eigene Ladepumpe zugeordnet, so dass dieser stets auf ein vorbestimmtes Niveau geladen ist.

[0004] Eine derartige Lösung bedarf eines sehr großen vorrichtungstechnischen Aufwandes, da zum Einen zur Steuerung der Bewegungen des Hydrozylinders eine aufwendige Verstellpumpe erforderlich ist und zum Anderen eine weitere Pumpe zum Aufladen des Hydrospeichers vorgesehen werden muss.

[0005] In der DE 10 2008 039 011 A1 ist ein ähnlicher Linearantrieb mit einem mit drei Wirkflächen ausgeführten Hydraulikzylinder offenbart, dessen Druckräume zum Verstellen über zwei parallel geschaltete drehzahlvariable Pumpen und eine Ventilanordnung mit Druckmittel beaufschlagt sind. Die Ansteuerung der beiden Pumpen ist sowohl im Hinblick auf die Ansteuerung als auch im Hinblick auf die Investitionskosten sehr aufwendig.

[0006] Einen gattungsgemäßen Linearantrieb zeigt die Druckschrift NL8105929. Dort wird mit einer nicht drehzahlvariablen Pumpe und zwei 4/3-Wegeventilen ein Zylinder im Eilgang und Krafthub angesteuert.

[0007] Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen hydraulischen Linearantrieb zu schaffen, der einen vergleichsweise einfachen Aufbau hat und eine auch in energetischer Hinsicht optimierte Ansteuerung ermöglicht.

[0008] Diese Aufgabe wird durch einen hydraulischen Linearantrieb mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Erfindungsgemäß hat der hydraulische Linearantrieb einen Hydraulikzylinder, der mit drei von jeweils einer Wirkfläche begrenzten Druckräumen ausgeführt ist, wobei diese über eine Hydromaschine, vorzugsweise eine Pumpe und eine Ventilanordnung mit Hochdruck (Pumpe) oder einer Niederdruckquelle, beispielsweise mit Tankdruck beaufschlagbar sind, um den Hydraulikzylinder im Eilgang oder in einem Krafthub in einer Richtung und im Eilgang oder im Krafthub in der anderen Richtung zu bewegen. Erfindungsgemäß ist der Hydromotor mit einem drehzahlvariablen Antrieb ausgeführt, wobei die Flächenverhältnisse der Wirkflächen so abgestimmt sind, dass im Eilgang und im Krafthub der Antrieb in etwa im gleichen Drehzahlbereich arbeitet.

[0011] Durch diese Auslegung der Flächenverhältnisse und des Antriebs ist es möglich, letzteren jeweils im optimalen Drehmoment- und Drehzahlbereich und somit mit minimaler Antriebsleistung zu fahren, so dass der energetische Aufwand und der Investitionsaufwand gegenüber den eingangs genannten Lösungen deutlich verringert ist, da ein kleinerer Antriebsmotor verwendet werden kann. Im Wesentlichen unabhängig davon, ob der Hydraulikzylinder mit vergleichsweise großer Geschwindigkeit und kleiner Kraft (Eilgang) oder mit vergleichsweise geringer Geschwindigkeit und großer Kraft (Krafthub) betrieben wird, arbeitet der Antrieb stets in seinem optimalen Drehmoment-/Drehzahlbereich, so dass eine effektive Steuerung des Linearantriebs bei minimierter Antriebsleistung möglich ist. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass durch die konstante, vergleichsweise auf geringem Niveau vorbestimmte Drehzahl des Antriebs die Schallentwicklung des Linearantriebs in beiden Arbeitspunkten (Eilgang, Krafthub) minimal ist.

[0012] Die Hydromaschine kann mit konstantem Förder-/Verdrängungsvolumen ausgeführt sein. Prinzipiell anwendbar sind jedoch auch für einen Vier-Quadrantenbetrieb ausgelegte Hydromaschinen, bei denen eine Drehrichtungsumkehr möglich ist.

[0013] Erfindungsgemäß hat die Ventilanordnung ein Wegeventil, das in einer ersten Position einen Druckanschluss der Hydromaschine über eine Arbeitsleitung mit einem ersten Druckraum und einen zweiten Druckraum über eine weitere Arbeitsleitung mit der Niederdruckquelle, beispielsweise dem Tank verbindet. In einer weiteren, zweiten Position sperrt das Wegeventil eine Verbindung des zweiten Druckraums zur Niederdruckquelle ab.

[0014] Erfindungsgemäß ist stromabwärts des Wegeventils ein Steuerventil angeordnet, das in einer Position

den ersten Druckraum mit dem in Gegenrichtung wirkenden zweiten Druckraum verbindet.

[0015] Erfindungsgemäß ist in der einen Position des Steuerventils eine Druckmittelverbindung des dritten Druckraums zur Hydromaschine gesperrt.

[0016] Erfindungsgemäß ist der dritte Druckraum über eine Saugleitung mit einem in Richtung zum dritten Druckraum öffnenden Rückschlagventil mit der Niederdruckquelle/Tank verbunden sein.

[0017] Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der Niederdruckquelle ein Speicherventil zugeordnet, das in einer Position die Niederdruckquelle mit einer Saugseite der Hydromaschine und in einer anderen Position die erstgenannte Arbeitsleitung im Bereich zwischen dem Wegeventil und dem Steuerventil mit der Niederdruckquelle verbindet.

[0018] Vorzugsweise wird der erste Druckraum mit einer größeren Wirkfläche als der in Gegenrichtung wirkende zweite Druckraum ausgeführt.

[0019] Dabei kann es vorteilhaft sein, wenn wiederum die zweite Wirkfläche etwas kleiner als die dritte Wirkfläche ausgelegt ist.

[0020] Wie bereits erwähnt, kann es vorteilhaft sein, die Hydromaschine mit Drehrichtungsumkehr auszuführen, so dass ein Vier-Quadrantenbetrieb ermöglicht ist.

[0021] Der hydraulische Linearantrieb lässt sich besonders vorteilhaft als Pressenantrieb oder als Schließachse einer Spritzgießmaschine ausführen. Prinzipiell kann das erfindungsgemäße Konzept überall da eingesetzt werden, wo Kraft und Geschwindigkeit zu unterschiedlichen Zeitpunkten benötigt wird.

[0022] Bei einer Variante der Erfindung ist der Hydraulikzylinder mit einem Kolben mit einer Kolbenhohlstange ausgeführt, in den eine Stange des Hydraulikzylinders eintaucht, so dass durch diesen und eine Innenstirnfläche der Kolbenhohlstange der erste Druckraum begrenzt ist, der durch die Stange hindurch mit Druckmittel versorgt ist.

[0023] Bei einem derartigen Ausführungsbeispiel wird es bevorzugt, wenn eine kolbenhohlstangenseitige Ringstirnfläche des Kolbens den zweiten Druckraum und eine davon abgewandte stangenseitige Ringstirnfläche den dritten Druckraum abschnittsweise begrenzt.

[0024] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Schaltschema eines Ausführungsbeispiels eines hydraulischen Linearantriebs für eine Presse;

Figur 2 eine Einzeldarstellung eines Hydraulikzylinders des Linearantriebs aus Figur 1;

Figur 3 den Linearantrieb gemäß Figur 1 im Krafthub; Figur 4 den Linearantrieb gemäß Figur 1 bei einer Rückbewegung im Eilgang;

Figur 5 ein gegenüber dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 vereinfachtes Ausführungsbeispiel eines Linearantriebs im Eilgang und

Figur 6 den Linearantrieb gemäß Figur 5 im Krafthub

[0025] Der in Figur 1 dargestellte Linearantrieb kann beispielsweise in der Stanz- oder Umformtechnik, beispielsweise bei Servopressen, Rohr- und Drahtbiegemaschinen, Abkantpressen, Stanz- und Nibbelmaschinen, Stanz- und Umformautomaten, Saugtransfer- oder Kompaktsaugerpresen, Reifenpressen, Reifenaufbaumaschinen, Vulkanisierpressen, Ziehpressen, Transfer- und Stufenpressen, Strangpressen, Biegezentren, Schmiedepresen, Schrottpresen, Spritzgießmaschinen, Blasformmaschinen oder Pulvermetallpressen verwendet werden.

[0026] Der Linearantrieb 1 hat einen Hydrozylinder 2, der, wie im Folgenden noch näher erläutert wird, mit drei Druckräumen 4, 6, 8 ausgeführt ist. Die Druckmittelversorgung erfolgt über eine Hydromaschine 10, vorzugsweise eine Konstantpumpe, die mit einem drehzahlvariablen Motor 12 angetrieben ist. Ein Sauganschluss der Pumpe ist über eine Niederdruckleitung 14 mit einer Niederdruckquelle 16, beispielsweise einem Hydrospeicher oder einem Tank verbunden. Ein Druckanschluss der Hydromaschine 10 ist an eine Druckleitung 18 angeschlossen, die zum Eingangsanschluss eines Wegeventils 20 führt. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist dieses als 4/2-Wege-Schaltventil ausgeführt, wobei in einer dargestellten Grundposition (a) die Druckleitung 18 an eine Versorgungsleitung 22 angeschlossen ist, die ihrerseits zum Eingangsanschluss eines Steuerventils 24 führt, das ebenfalls als 4/2-Wege-Schaltventil ausgeführt ist.

[0027] In der dargestellten Grundposition (a) des Steuerventils 24 verbindet dies die Versorgungsleitung 22 mit einer Arbeitsleitung 26, über die der erste Druckraum 4 mit Druckmittel versorgt wird. In dieser Schaltposition ist ein weiterer Anschluss des Steuerventils 24 über eine Regenerationsleitung 28 mit einer weiteren Arbeitsleitung 30 verbunden, die einerseits mit einem Ausgangsanschluss des Wegeventils 20 und andererseits mit dem zweiten Druckraum 6 verbunden ist. In der Position (a) des Steuerventils 24 ist die Regenerationsleitung 28 mit der Arbeitsleitung 26 verbunden und in der Position (b) zum ersten Druckraum 4 hin abgesperrt. In der Grundposition (a) des Wegeventils 20 ist die Verbindung der Rücklaufleitung mit der weiteren Arbeitsleitung 30 abgesperrt. Das Wegeventil 20 hat einen Rücklaufanschluss, der über eine Rücklaufleitung 32 mit der Niederdruckleitung 14 verbunden ist. In der Schaltposition (a) des Wegeventils 20 ist die Druckmittelverbindung zwischen dieser Rücklaufleitung 32 und der weiteren Arbeitsleitung 30 unterbrochen. Durch Umschalten in die mit (b) gekennzeichnete Position wird diese Druckmittelverbindung geöffnet.

[0028] Gemäß Figur 1 ist der dritte Druckraum 8 über eine nur aus zeichnerischen Gründen dargestellte dritte Arbeitsleitung 34 mit einem weiteren Ausgangsanschluss des Steuerventils 24 verbunden. Diese Arbeitsleitung 34 kann auch mit der im Folgenden noch erläuterten Saugleitung 36 zusammengefasst sein. In der

Schaltposition (a) des Steuerventils 24 ist diese dritte Arbeitsleitung 34 zu der Versorgungsleitung 22, der Regenerationsleitung 28 und zur Arbeitsleitung 26 hin abgesperrt. Durch Umschalten des Steuerventils 24 in die Position (b) wird die dritte Arbeitsleitung 34 mit der Arbeitsleitung 26 und der Versorgungsleitung 22 verbunden.

[0029] Gemäß Figur 1 ist der dritte Druckraum 8 zusätzlich über eine Saugleitung 36 mit einem zum dritten Druckraum 8 hin geöffneten Rückschlagventil 38 mit der Niederdruckleitung 14 verbunden.

[0030] Diese ist an einem Ausgangsanschluss eines Speicherventils 40 angeschlossen, das in dem Ausführungsbeispiel als 3/2-Wegeschaltventil ausgeführt ist. In seiner dargestellten Grundposition (a) ist die Niederdruckquelle 16 mit der Niederdruckleitung 14 verbunden. Durch Umschalten des Speicherventils 40 wird die Niederdruckquelle 16 mit einer in die Versorgungsleitung 22 einmündenden Leitung 42 verbunden und die Verbindung zur Niederdruckleitung 14 gesperrt. Die Leitung 42 ist in der Position (a) des Speicherventils 40 zur Niederdruckquelle 16 hin abgesperrt.

[0031] Einzelheiten des Hydraulikzylinders 2 werden anhand Figur 2 erläutert. Demgemäß ist der Hydraulikzylinder 2 mit einem Kolben 44 ausgeführt, der eine Kolbenhohlstange 46 hat, in die eine am Zylinderboden 48 abgestützte Stange 50 eintaucht, so dass eine Innenstirnfläche 52 der Kolbenhohlstange 46 und die Stirnfläche der Stange 50 den ersten Druckraum 4 begrenzen. Dessen Druckversorgung erfolgt über einen sich durch die Stange 50 hindurch erstreckenden Kanal 54, der an die Arbeitsleitung 26 angeschlossen ist. Eine kolbenseitige Ringstirnfläche 56 des Kolbens 54 begrenzt in Axialrichtung den zweiten, von der Kolbenhohlstange 46 durchsetzten Druckraum 6 und eine andere, stangenseitige Ringstirnfläche 58 begrenzt den von der Stange 50 durchsetzten dritten Druckraum 8. Die Wirkflächen dieser Druckräume sind in Figur 2 mit den Bezeichnungen A₁, A₂, A₃ gekennzeichnet. Der Druckraum 6 ist, wie anhand Figur 1 erläutert, an die weitere Arbeitsleitung 30 und der Druckraum 8 an die dritte Arbeitsleitung 34 und 36 angeschlossen. In der Darstellung gemäß Figur 2 sind noch die Druckmittelvolumenströme Q₁, Q₂, Q₃ zu den Druckräumen 4, 6 bzw. 8 dargestellt, die über geeignete Ansteuerung der Hydromaschine 10 einstellbar sind.

[0032] Zum Einstellen einer schnellen Ausfahrbewegung der Kolbenhohlstange 46 mit hoher Geschwindigkeit oder hoher Beschleunigung soll die Hydromaschine einen Volumenstrom Q_p mit einem vorbestimmten Druck fördern, der auf eine vergleichsweise kleine, in Ausfahr-Richtung wirksame Fläche des Hydraulikzylinders 2 wirken soll, so dass mit einem vergleichsweise geringen Volumenstrom - und damit einhergehender geringer Antriebsleistung - eine hohe Ausfahrgeschwindigkeit des Hydraulikzylinders 2 bewirkt werden kann.

[0033] Zur Einstellung des Eilganges werden das We-geventil 20 und das Steuerventil 24 in ihre mit (a) ge-

kennzeichneten Positionen gebracht. Das Speicherventil 40 ist ebenfalls in die Position (a) geschaltet, so dass aus der Niederdruckquelle 16 über die Hydromaschine 10 Druckmittel angesaugt und über die Versorgungsleitung 22, die Arbeitsleitung 26 und den Kanal 54 in den ersten Druckraum 4 gefördert wird. In der Position (a) des Steuerventils 24 ist die Regenerationsleitung 28 mit der Arbeitsleitung 26 verbunden, so dass auch die beiden Druckräume 4, 6 miteinander verbunden sind. Der dritte Druckraum 8 ist im Eilgang über die Saugleitung 36 und das sich zum Druckraum 8 hin öffnende Rückschlagventil 48 mit der Niederdruckleitung 14 und damit mit der Niederdruckquelle 16 verbunden. Dem Druckraum 4 mit der Wirkfläche A₁ wird ein Druckmittelvolumenstrom über die Hydromaschine 10 zugeführt, so dass die Kolbenhohlstange 46 in Pfeilrichtung ausfährt. Dabei wird das Druckmittel aus dem sich verkleinernden zweiten Druckraum 6 ausgeschoben und über die Regenerationsleitung 28 zu dem von der Hydromaschine 10 geförderten Druckmittelvolumenstrom Q_p summiert. Beim Ausfahren der Kolbenhohlstange 46 im Eilgang vergrößert sich der dritte Druckraum 8, so dass Druckmittel über das Rückschlagventil 48 aus der Niederdruckquelle 16 nachgesaugt wird. Die Kolbenhohlstange 46 fährt somit mit vergleichsweise hoher Geschwindigkeit bei einem relativ niedrigen Druckmittelvolumenstrom aus. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Wirkfläche A₁ des ersten Druckraums 4 etwas größer als die Wirkfläche A₂ des zweiten Druckraums ausgeführt, so dass zum Ausfahren der Kolbenhohlstange 46 lediglich ein geringer Druckmittelvolumenstrom Q_p zum Pendelvolumenstrom (aus dem zweiten Druckraum 6 ausgeschobene Menge) hinzugefügt werden muss. Dementsprechend berechnet sich der von der Hydromaschine 10 zu fördernde Druckmittelvolumenstrom Q_p aus der Formel

$$Q_{p, \text{EIL}} = Q_1 - Q_2$$

[0034] Die Volumenströme Q₁, Q₂ berechnen sich aus dem Produkt der Ausfahrgeschwindigkeit x mit der jeweiligen Wirkfläche A₁, A₂. Der Fördervolumenstrom Q_p der Hydromaschine kann berechnet werden aus dem Produkt der Drehzahl n des Antriebs 12 mit dem Förder-/Schluckvolumen V der Hydromaschine 10, so dass sich der Druckmittelvolumenstrom Q_{p, EIL} im Eilgang nach den Gleichungen:

$$Q_{p, \text{EIL}} = x (A_1 - A_2)$$

$$V \cdot n_{\text{EIL}} = x_{\text{EIL}} (A_1 - A_2)$$

berechnet.

[0035] Für den Krafthub wird die Kolbenhohlstange 46 mit vergleichsweise geringer Geschwindigkeit und großer Kraft ausgefahren. Hierzu muss die Hydromaschine

10 gemäß Figur 3 einen Druckmittelvolumen $Q_{p, Kraft}$ auf eine möglichst große Wirkfläche fördern, um die gewünschte große Kraft zu erzeugen. Hierzu werden gemäß Figur 3 das Steuerventil 24 und das Regelventil 20 in ihre Schaltpositionen (b) umgeschaltet. Das Speicherventil 40 verbleibt in der Position (a). Dementsprechend wird der erste Druckraum 4 mit vergleichsweise großer Wirkfläche A_1 mit Druckmittel versorgt. Die in gleicher Richtung wirkende Wirkfläche A_3 des dritten Druckraums 8 wird ebenfalls mit dem Druck der Hydromaschine 10 beaufschlagt. Die in Gegenrichtung wirkende Wirkfläche A_2 des zweiten Druckraums 6 ist über die weitere Arbeitsleitung 30, das Wegeventil 20 und die Rücklaufleitung 32 mit der Niederdruckleitung 14 und damit mit der Saugseite der Hydromaschine 10 verbunden - die Kolbenhohlstange 46 wird mit großer Kraft bei geringer Geschwindigkeit x ausgefahren. Entsprechend den vorstehend erläuterten Rechnungsgleichungen ergibt sich dann der erforderliche Druckmittelvolumenstrom $Q_{p, Kraft}$ nach der Gleichung

$$Q_{p, Kraft} = x_{Kraft} (A_3 + A_1)$$

[0036] Unter der Annahme, dass die Drehzahlen n im Eilgang und im Krafthub in etwa gleich sein sollen, muss dann der Faktor K der Flächenverhältnisse den reziproken Wert des Geschwindigkeitsverhältnisses entsprechen:

$$\frac{n_{eil}}{n_{Kraft}} = K \cdot \frac{x_{Eil}}{x_{Kraft}} = \frac{Q_{p,Eil}}{Q_{p,Kraft}}$$

[0037] Zum schnellen Zurückfahren (Eilgang zurück) wird entsprechend gemäß der Darstellung in Figur 4 die Drehrichtung des Motors 12 umgekehrt. Das Wegeventil 20 und das Steuerventil 24 verbleiben jeweils in ihrer Schaltposition (b), so dass die Hydromaschine 10 den Druckmittelvolumenstrom $Q_{p, Eil}$ in den in Einfahrrichtung wirkenden zweiten Druckraum 6 fördert. Die beiden in Gegenrichtung wirkenden Druckräume 4, 8 sind über das Wegeventil 20 und das Steuerventil 24 sowie das in seine Schaltposition (b) umgeschaltete Speicherventil 40 mit der Niederdruckquelle 16 verbunden, so dass das Druckmittel aus diesen Druckräumen 4, 8 zur Niederdruckquelle 16 oder zur Saugseite der Hydromaschine 10 hin abströmen kann - der Hydraulikzylinder 2 wird mit großer Geschwindigkeit und geringer Kraft eingefahren.

[0038] Gemäß den obigen Ausführungen sind die Wirkflächen A_1, A_2, A_3 derart ausgelegt und miteinander verschaltbar, dass der Motor 12 sowohl im Krafthub als auch im Eilgang (vor und zurück) mit in etwa gleicher Drehzahl oder mit im etwa gleichem Drehmoment arbeitet, wobei dann durch geeignete Verschaltung die gewünschte Verfahrensgeschwindigkeit x oder Kraft ($p \times A$)

erzielt wird.

[0039] An Hand der Figuren 5 und 6 wird eine zweite, gegenüber dem vorher beschriebenen Ausführungsbeispiel vereinfachte Variante erläutert. Der einzige wesentliche Unterschied besteht im Prinzip darin, dass bei dem in den Figuren 5 und 6 dargestellten Ausführungsbeispiel auf das Speicherventil 40 und die Leitung 42 verzichtet wird, so dass die Niederdruckleitung 14 direkt in die Niederdruckquelle 16 einmündet. Figur 5 zeigt den Linearantrieb beim Krafthub - genau wie beim zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel sind dabei das Wegeventil 20 und das Steuerventil 24 in ihre Schaltpositionen (a) verstellt, so dass die Wirkflächen A_1, A_3 mit dem Druck am Ausgang der Hydromaschine 10 beaufschlagt sind. Der zweite Druckraum 6 ist über die weitere Arbeitsleitung 30, das Wegeventil 20, die Rücklaufleitung 32 und die Niederdruckleitung 14 mit der Niederdruckquelle 16 verbunden, so dass das Druckmittel aus dem dritten Druckraum 6 ausgeschoben werden kann.

[0040] Für das Verfahren der Kolbenhohlstange 46 im Eilgang werden das Wegeventil 20 und das Steuerventil 24 gemäß Figur 6 in ihre Positionen (b) verstellt. Dabei sind der erste Druckraum 4 und der zweite Druckraum 6 miteinander verbunden, so dass das aus letzterem ausgeschobene Druckmittel über die Regenerationsleitung 28 zu dem zum ersten Druckraum 4 strömenden Druckmittelvolumenstrom summiert wird. Während dieses Eilgangs wird Druckmittel über die Saugleitung 36 und das Rückschlagventil 38 aus der Niederdruckquelle in den sich vergrößernden dritten Druckraum 8 nachgesaugt.

[0041] Zum Einfahren der Kolbenhohlstange 46 im Eilgang werden das Wegeventil 20 und das Steuerventil 24 in ihre Positionen (a) verstellt (nicht dargestellt) und die Drehrichtung der Hydromaschine 10 umgekehrt (siehe Figur 4), so dass die beiden Druckräume 4, 8 mit der Saugseite der Hydromaschine 10 verbunden sind und die Hydromaschine 10 Druckmittel in den zweiten Druckraum 6 fördert. Dem Niederdruckspeicher 16 wird dann das Druckmittel zugeführt, das zuvor entnommen wurde.

[0042] Im Übrigen entspricht das in den Figuren 5 und 6 dargestellte Ausführungsbeispiel dem eingangs beschriebenen Ausführungsbeispiel, so dass weitere Erläuterungen entbehrlich sind.

[0043] Offenbar ist ein hydraulischer Linearantrieb mit einem mit drei Druckräumen ausgeführten Hydraulikzylinder, dessen Wirkflächen so aufeinander abgestimmt sind, dass in einem Eilgang und in einem Krafthub ein Antrieb einer den Hydraulikzylinder mit Druckmittel versorgenden Hydromaschine in etwa im gleichen Drehzahl-/Drehmomentbereich arbeitet.

Bezugszeichenliste

[0044]

- | | |
|---|-------------------|
| 1 | Linearantrieb |
| 2 | Hydraulikzylinder |
| 4 | Druckraum |

6	Druckraum	
8	Druckraum	
10	Hydromaschine	
12	Motor	
14	Niederdruckleitung	5
16	Niederdruckquelle	
18	Druckleitung	
20	Wegeventil	
22	Versorgungsleitung	
24	Steuerventil	10
26	Arbeitsleitung	
28	Regenerationsleitung	
30	weitere Arbeitsleitung	
32	Rücklaufleitung	
34	dritte Arbeitsleitung	15
36	Saugleitung	
38	Rückschlagventil	
40	Speicherventil	
42	Leitung	
44	Kolben	20
46	Kolbenhohlstange	
48	Zylinderboden	
50	Stange	
52	Innenstirnfläche	
54	Kanal	25

Patentansprüche

1. Hydraulischer Linearantrieb mit einem Hydraulikzylinder (2), der drei von jeweils einer Wirkfläche (A_1 , A_2 , A_3) begrenzte Druckräume (4, 6, 8) aufweist, die über eine Hydromaschine (10) und eine Ventilanordnung des Linearantriebs mit Hochdruck oder Niederdruck beaufschlagbar sind, um den Hydrozylinder (2) im Eilgang oder im Krafthub in einer Richtung oder im Eilgang oder Krafthub in der anderen Richtung zu bewegen, wobei die Ventilanordnung ein Wegeventil (20) hat, das in einer ersten Position (b) einen Druckanschluss der Hydromaschine (10) über eine Arbeitsleitung (26) mit einem ersten (4) der Druckräume (4, 6, 8) und einen zweiten (6) der Druckräume (4, 6, 8) über eine weitere Arbeitsleitung (30) mit einer Niederdruckquelle (16) verbindet und in einer zweiten Position (a) die Verbindung des zweiten Druckraums (6) zur Niederdruckquelle (16) sperrt, wobei in Druckaufbaurichtung stromabwärts des Wegeventils (20) ein Steuerventil (24) angeordnet ist, das in einer Position (a) den ersten Druckraum (4) mit dem in Gegenrichtung wirksamen zweiten Druckraum (6) und in der anderen Position (b) den ersten Druckraum mit dem dritten Druckraum (8) verbindet, und wobei in der einen Position (a) des Steuerventils (24) eine Druckmittelverbindung des dritten Druckraums (8) zur Hydromaschine (10) gesperrt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hydromaschine (10) einen drehzahlvariablen Antrieb (12) hat und dass die Flächenverhältnisse der Wirkflächen (A_1 , A_2 , A_3) so abgestimmt sind, dass im Eilgang und im Krafthub der Antrieb (12) im gleichen Drehzahlbereich arbeitet, und dass der dritte Druckraum (8) über eine Saugleitung (36) und ein in Richtung des dritten Druckraums (8) öffnendes Rückschlagventil (38) mit einer Niederdruckseite der Hydromaschine (10) verbunden ist und dass ein Speicherventil (40) des Linearantriebs vorgesehen ist, das in einer Position (a) die Niederdruckquelle (16) mit der Niederdruckseite der Hydromaschine (10) und in der anderen Position (b) die Niederdruckquelle (16) mit einer Versorgungsleitung (22) zwischen dem Wegeventil (20) und dem Steuerventil (24) verbindet.
2. Hydraulischer Linearantrieb mit einem Hydraulikzylinder (2), der drei von jeweils einer Wirkfläche (A_1 , A_2 , A_3) begrenzte Druckräume (4, 6, 8) aufweist, die über eine Hydromaschine (10) und eine Ventilanordnung des Linearantriebs mit Hochdruck oder Niederdruck beaufschlagbar sind, um den Hydrozylinder (2) im Eilgang oder im Krafthub in einer Richtung oder im Eilgang oder Krafthub in der anderen Richtung zu bewegen, wobei die Ventilanordnung ein Wegeventil (20) hat, das in einer ersten Position (b) einen Druckanschluss der Hydromaschine (10) über eine Arbeitsleitung (26) mit einem ersten (4) der Druckräume (4, 6, 8) und einen zweiten (6) der Druckräume (4, 6, 8) über eine weitere Arbeitsleitung (30) mit einer Niederdruckquelle (16) verbindet und in einer zweiten Position (a) die Verbindung des zweiten Druckraums (6) zur Niederdruckquelle (16) sperrt, wobei in Druckaufbaurichtung stromabwärts des Wegeventils (20) ein Steuerventil (24) angeordnet ist, das in einer Position (a) den ersten Druckraum (4) mit dem in Gegenrichtung wirksamen zweiten Druckraum (6) und in der anderen Position (b) den ersten Druckraum mit dem dritten Druckraum (8) verbindet, und wobei in der einen Position (a) des Steuerventils (24) eine Druckmittelverbindung des dritten Druckraums (8) zur Hydromaschine (10) gesperrt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hydromaschine (10) einen drehzahlvariablen Antrieb (12) hat und dass die Flächenverhältnisse der Wirkflächen (A_1 , A_2 , A_3) so abgestimmt sind, dass im Eilgang und im Krafthub der Antrieb (12) im gleichen Drehzahlbereich arbeitet, und dass der dritte Druckraum (8) über eine Saugleitung (36) und ein in Richtung des dritten Druckraums (8) öffnendes Rückschlagventil (38) mit einer Niederdruckseite der Hydromaschine (10) verbunden ist und dass ein Speicherventil (40) des Linearantriebs vorgesehen ist, das in einer Position (a) die Niederdruckquelle (16) mit der Niederdruckseite der Hydromaschine (10) und in der anderen Position (b) die Niederdruckquelle (16) mit einer Versorgungsleitung (22) zwischen dem Wegeventil (20) und dem Steuerventil (24) verbindet.
3. Linearantrieb nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei die Hydromaschine (10) eine Maschine mit konstantem Förder- / Schluckvolumen ist.
4. Linearantrieb nach Anspruch 1 oder Anspruch 3 in Kombination mit Anspruch 1, mit einem Speicher-

ventil (40), das in einer Position (a) die Niederdruckquelle (16) mit einer Niederdruckseite der Hydromaschine (10) und in der anderen Position (b) die Niederdruckquelle (16) mit einer Versorgungsleitung (22) zwischen dem Wegeventil (20) und dem Steuerventil (24) verbindet.

- 5 5. Linearantrieb nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der erste Druckraum (4) eine größere Wirkfläche (A_1) als der in Gegenrichtung wirksame zweite Druckraum (6) hat. 10
6. Linearantrieb nach Patentanspruch 5, wobei die Wirkfläche (A_2) des zweiten Druckraums (6) etwas kleiner als die Wirkfläche (A_3) des dritten Druckraums (8) ist. 15
7. Linearantrieb nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der drehzahlvariable Antrieb in Gestalt eines Motors (12) oder die Hydromaschine (10) mit Drehrichtungsumkehr ausgeführt ist. 20
8. Linearantrieb nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei dieser als ein Antrieb einer Umformmaschine oder Spritz- / Blasformmaschine verwendbar ist. 25
9. Linearantrieb nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Hydraulikzylinder (2) einen Kolben (44) mit einer Kolbenhohlstange (46) hat, in die eine Stange (50) des Hydraulikzylinders (2) eintaucht, so dass durch eine Innenstirnfläche (52) der Kolbenhohlstange (46) und die Stirnfläche der Stange (50) der erste Druckraum (4) axial begrenzt ist, der durch die Stange (50) hindurch mit Druckmittel versorgt ist. 30 35
10. Linearantrieb nach Patentanspruch 9, wobei eine kolbenstangenseitige Ringstirnfläche (A_2) des Kolbens (44) den zweiten Druckraum (6) und eine davon abgewandte stangenseitige Ringstirnfläche (A_3) des Kolbens (44) den dritten Druckraum (8) in Axialrichtung begrenzt. 40

Claims

1. Hydraulic linear drive having a hydraulic cylinder (2) which has three pressure spaces (4, 6, 8) which are delimited by in each case one active face (A_1 , A_2 , A_3) and can be loaded with high pressure or low pressure via a hydraulic machine (10) and a valve arrangement of the linear drive, in order to move the hydraulic cylinder (2) in a rapid motion or in a power stroke in one direction or in a rapid motion or in a power stroke in the other direction, the valve arrangement having a directional valve (20) which, in a first position (b), connects a pressure connector of 50 55

the hydraulic machine (10) via a working line (26) to a first one (4) of the pressure spaces (4, 6, 8) and connects a second one (6) of the pressure spaces (4, 6, 8) via a further working line (30) to a low pressure source (16), and, in a second position (a), shuts off the connection of the second pressure space (6) to the low pressure source (16), a control valve (24) being arranged downstream of the directional valve (20) in the pressure build-up direction, which control valve (20), in one position (a), connects the first pressure space (4) to the second pressure space (6) which is active in the opposite direction, and, in the other position (b), connects the first pressure space to the third pressure space (8), and a pressure medium connection of the third pressure space (8) to the hydraulic machine (10) being shut off in the one position (a) of the control valve (24), **characterized in that** the hydraulic machine (10) has a variable-speed drive (12), and **in that** the area ratios of the active faces (A_1 , A_2 , A_3) are adapted in such a way that the drive (12) operates in the same rotational speed range in the rapid motion and in the power stroke, and **in that** the third pressure space (8) is connected to the low pressure source (16) via a suction line (36) and a check valve (38) which opens in the direction of the third pressure space (8).

2. Hydraulic linear drive having a hydraulic cylinder (2) which has three pressure spaces (4, 6, 8) which are delimited by in each case one active face (A_1 , A_2 , A_3) and can be loaded with high pressure or low pressure via a hydraulic machine (10) and a valve arrangement of the linear drive, in order to move the hydraulic cylinder (2) in a rapid motion or in a power stroke in one direction or in a rapid motion or in a power stroke in the other direction, the valve arrangement having a directional valve (20) which, in a first position (b), connects a pressure connector of the hydraulic machine (10) via a working line (26) to a first one (4) of the pressure spaces (4, 6, 8) and connects a second one (6) of the pressure spaces (4, 6, 8) via a further working line (30) to a low pressure source (16), and, in a second position (a), shuts off the connection of the second pressure space (6) to the low pressure source (16), a control valve (24) being arranged downstream of the directional valve (20) in the pressure build-up direction, which control valve (20), in one position (a), connects the first pressure space (4) to the second pressure space (6) which is active in the opposite direction, and, in the other position (b), connects the first pressure space to the third pressure space (8), and a pressure medium connection of the third pressure space (8) to the hydraulic machine (10) being shut off in the one position (a) of the control valve (24), **characterized in that** the hydraulic machine (10) has a variable-speed drive (12), and **in that** the area ratios of the active faces (A_1 , A_2 , A_3) are adapted in such a way

that the drive (12) operates in the same rotational speed range in the rapid motion and in the power stroke, and **in that** the third pressure space (8) is connected to a low pressure side of the hydraulic machine (10) via a suction line (36) and a check valve (38) which opens in the direction of the third pressure space (8), and **in that** an accumulator valve (40) of the linear drive is provided, which accumulator valve (40), in one position (a), connects the low pressure source (16) to the low pressure side of the hydraulic machine (10), and, in the other position (b), connects the low pressure source (16) to a supply line (22) between the directional valve (20) and the control valve (24).

3. Linear drive according to Patent Claim 1 or 2, the hydraulic machine (10) being a machine with a constant delivery volume/displacement.
4. Linear drive according to Claim 1 or Claim 3 in combination with Claim 1, having an accumulator valve (40) which, in one position (a), connects the low pressure source (16) to a low pressure side of the hydraulic machine (10) and, in the other position (b), connects the low pressure source (16) to a supply line (22) between the directional valve (20) and the control valve (24).
5. Linear drive according to one of the preceding patent claims, the first pressure space (4) having a greater active face (A_1) than the second pressure space (6) which is active in the opposite direction.
6. Linear drive according to Patent Claim 5, the active face (A_2) of the second pressure space (6) being somewhat smaller than the active face (A_3) of the third pressure space (8).
7. Linear drive according to one of the preceding patent claims, the variable-speed drive being configured in the form of a motor (12) or the hydraulic machine (10) being configured with rotational direction reversal.
8. Linear drive according to one of the preceding patent claims, it being possible for the said linear drive to be used as a drive of a forming machine or an injection moulding/blow moulding machine.
9. Linear drive according to one of the preceding patent claims, the hydraulic cylinder (2) having a piston (44) with a hollow piston rod (46), into which a rod (50) of the hydraulic cylinder (2) dips, with the result that the first pressure space (4) which is supplied with pressure medium through the rod (50) is delimited axially by way of an inner end face (52) of the hollow piston rod (46) and the end face of the rod (50).

10. Linear drive according to Patent Claim 9, a piston rod-side annular end face (A_2) of the piston (44) delimiting the second pressure space (6) in the axial direction, and a rod-side annular end face (A_3) of the piston (44), which annular end face (A_3) faces away from the said piston rod-side annular end face (A_2), delimiting the third pressure space (8) in the axial direction.

Revendications

1. Entraînement linéaire hydraulique comprenant un cylindre hydraulique (2) qui comporte trois chambres de pression (4, 6, 8) qui sont délimitées chacune par une surface active (A_1 , A_2 , A_3) et qui peuvent être soumises à une haute pression ou une basse pression par une machine hydraulique (10) et un ensemble de soupapes de l'entraînement linéaire pour déplacer le cylindre hydraulique (2) suivant une marche rapide ou une course forcée dans un sens ou suivant une marche rapide ou une course forcée dans l'autre sens, l'ensemble de soupapes comportant un tiroir de distribution (20) qui, dans une première position (b), relie un raccord sous pression de la machine hydraulique (10) à une première (4) des chambres de pression (4, 6, 8) par le biais d'une conduite de travail (26) et une deuxième (6) des chambres de pression (4, 6, 8) à une source de basse pression (16) par le biais d'une autre conduite de travail (30) et qui, dans une deuxième position (a), bloque la liaison de la deuxième chambre de pression (6) à la source de basse pression (16), une soupape de commande (24) étant disposée en aval du tiroir de distribution (20) dans le sens de mise sous pression, laquelle soupape de commande relie, dans une position (a), la première chambre de pression (4) à la deuxième chambre de pression (6) active dans le sens opposé et, dans l'autre position (b), la première chambre de pression à la troisième chambre de pression (8) et une liaison de fluide sous pression de la troisième chambre de pression (8) à la machine hydraulique (10) étant bloquée lorsque la soupape de commande (24) est dans la position (a), **caractérisé en ce que** la machine hydraulique (10) comporte un entraînement à vitesse de rotation variable (12) et **en ce que** les rapports de surface des surfaces actives (A_1 , A_2 , A_3) sont accordés de telle sorte que, en marche rapide et en course forcée, l'entraînement (12) fonctionne dans la même gamme de vitesses de rotation et **en ce que** la troisième chambre de pression (8) est reliée à la source de basse pression (16) par le biais d'une conduite d'aspiration (36) et d'une soupape anti-retour (38) s'ouvrant en direction de la troisième chambre de pression (8).
2. Entraînement linéaire hydraulique comprenant un cylindre hydraulique (2) qui comporte trois chambres

de pression (4, 6, 8) qui sont délimitées chacune par une surface active (A_1 , A_2 , A_3) et qui sont soumises à une haute pression ou une basse pression par le biais d'une machine hydraulique (10) et d'un ensemble de soupapes de l'entraînement linéaire pour déplacer le cylindre hydraulique (2) suivant une marche rapide ou une course forcée dans un sens ou suivant une marche rapide ou une course forcée dans l'autre sens, l'ensemble de soupapes comportant un tiroir de distribution (20) qui, dans une première position (b), relie un raccord sous pression de la machine hydraulique (10) à une première (4) des chambres de pression (4, 6, 8) par le biais d'une conduite de travail (26) et une deuxième (6) des chambres de pression (4, 6, 8) à une source de basse pression (16) par le biais d'une autre conduite de travail (30) et qui, dans une deuxième position (a), bloque la liaison de la deuxième chambre de pression (6) à la source de basse pression (16), une soupape de commande (24) étant disposée en aval du tiroir de distribution (20) dans le sens de mise sous pression, laquelle soupape de commande relie, dans une position (a), la première chambre de pression (4) à la deuxième chambre de pression (6) active dans le sens opposé et, dans l'autre position (b), la première chambre de pression à la troisième chambre de pression (8), et une liaison de fluide sous pression de la troisième chambre de pression (8) à la machine hydraulique (10) étant bloquée lorsque la soupape de commande (24) est dans la position (a), **caractérisé en ce que** la machine hydraulique (10) comporte un entraînement à vitesse de rotation variable (12) et **en ce que** les rapports de surface des surfaces actives (A_1 , A_2 , A_3) sont accordés de telle sorte que l'entraînement (12) fonctionne dans la même gamme de vitesses de rotation en marche rapide vitesse et en course forcée, et **en ce que** la troisième chambre de pression (8) est reliée à un côté basse pression de la machine hydraulique (10) par le biais d'une conduite d'aspiration (36) et d'une soupape anti-retour (38) s'ouvrant en direction de la troisième chambre de pression (8) et **en ce qu'**une soupape d'accumulateur (40) de l'entraînement linéaire est prévue qui relie, dans une position (a), la source de basse pression (16) au côté basse pression de la machine hydraulique (10) et, dans l'autre position (b), la source de basse pression (16) à une conduite d'alimentation (22) située entre le tiroir de distribution (20) et la soupape de commande (24).

3. Entraînement linéaire selon la revendication 1 ou 2, la machine hydraulique (10) étant une machine à volume de transport/débit constant.
4. Entraînement linéaire selon la revendication 1 ou la revendication 3 en combinaison avec la revendication 1, comprenant une soupape d'accumulateur (40) qui, dans une position (a), relie la source de

basse pression (16) à un côté basse pression de la machine hydraulique (10) et, dans l'autre position (b), la source de basse pression (16) à une conduite d'alimentation (22) située entre le tiroir de distribution (20) et la soupape de commande (24).

5. Entraînement linéaire selon l'une des revendications précédentes, la première chambre de pression (4) présentant une surface active (A_1) supérieure à celle de la deuxième chambre de pression (6) agissant dans le sens opposé.
6. Entraînement linéaire selon la revendication 5, la surface active (A_2) de la deuxième chambre de pression (6) étant légèrement inférieure à la surface active (A_3) de la troisième chambre de pression (8).
7. Entraînement linéaire selon l'une des revendications précédentes, l'entraînement à vitesse de rotation variable étant réalisé sous la forme d'un moteur (12) ou la machine hydraulique (10) étant conçue avec un dispositif d'inversion du sens de rotation.
8. Entraînement linéaire selon l'une des revendications précédentes, celui-ci pouvant être utilisé comme entraînement d'une machine de formage ou d'une machine d'injection/soufflage.
9. Entraînement linéaire selon l'une des revendications précédentes, le cylindre hydraulique (2) comportant un piston (44) pourvu d'une tige de piston creuse (46) dans laquelle pénètre une tige (50) du cylindre hydraulique (2) de telle sorte que la première chambre de pression (4), qui est alimentée en fluide sous pression à travers la tige (50), soit limitée axialement par une face frontale intérieure (52) de la tige de piston creuse (46) et la face frontale de la tige (50).
10. Entraînement linéaire selon la revendication 9, une face frontale annulaire côté tige de piston (A_2) du piston (44) délimitant la deuxième chambre de pression (6) et une face frontale annulaire (A_3) du piston (44), laquelle est opposée à la précédente, délimitant la troisième chambre de pression (8) dans la direction axiale.

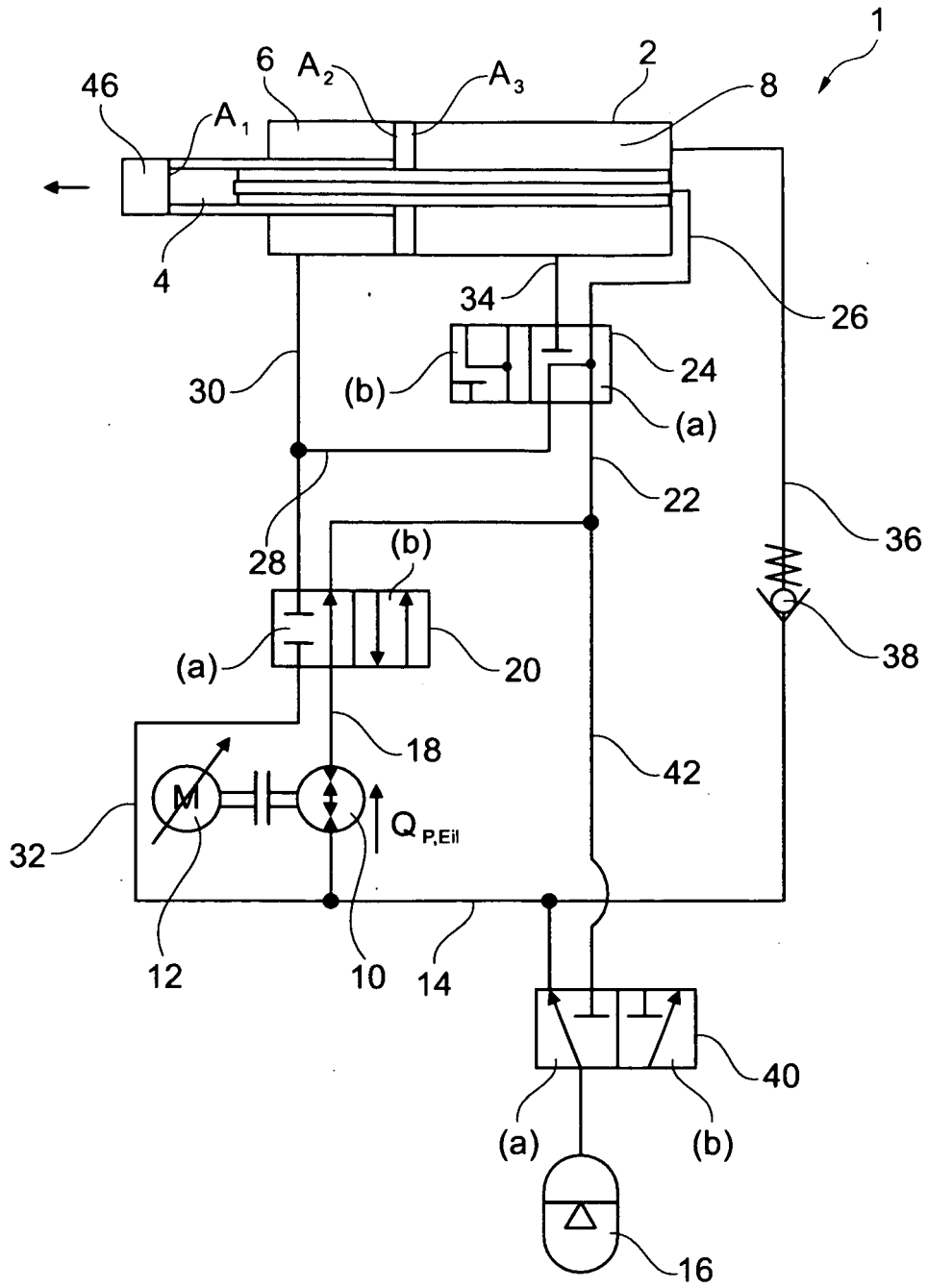


Fig. 1

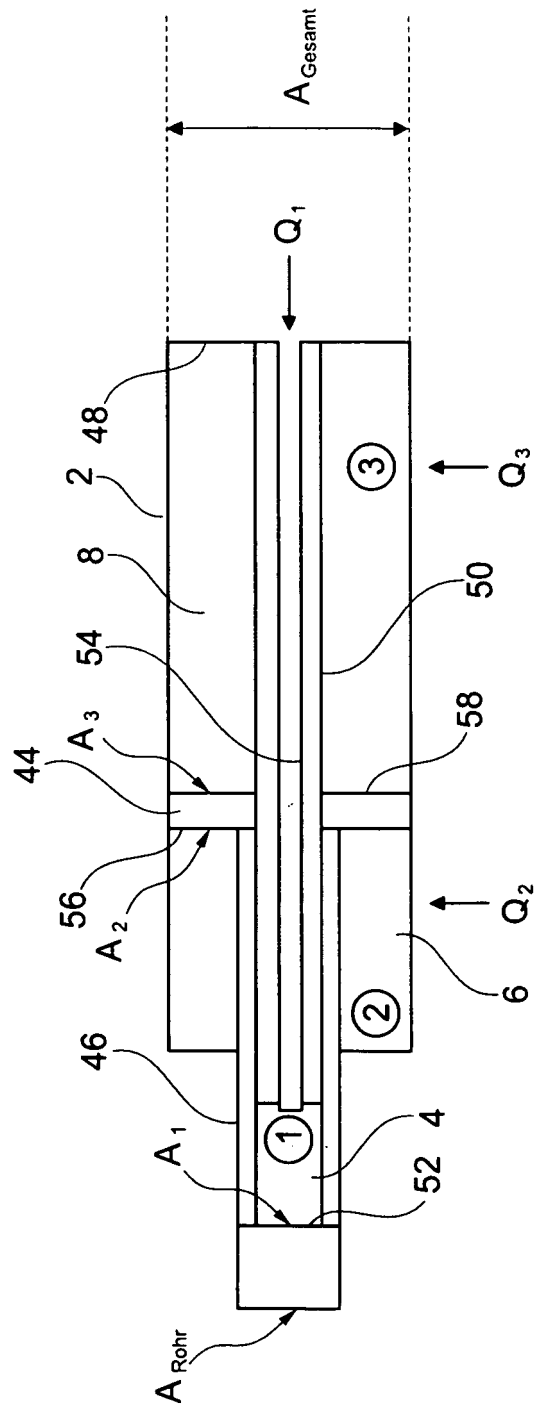


Fig. 2

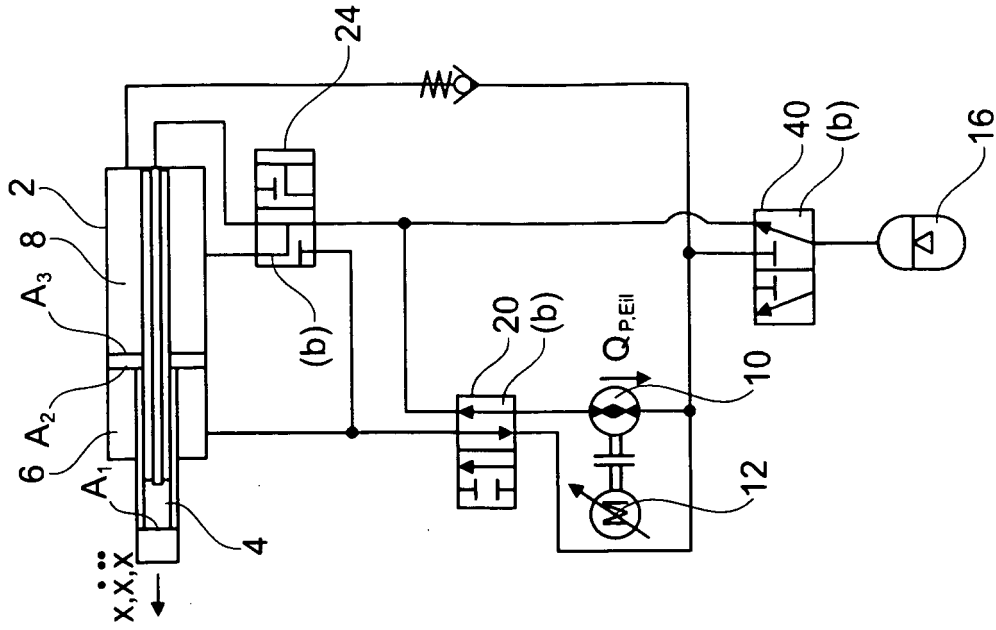


Fig. 3

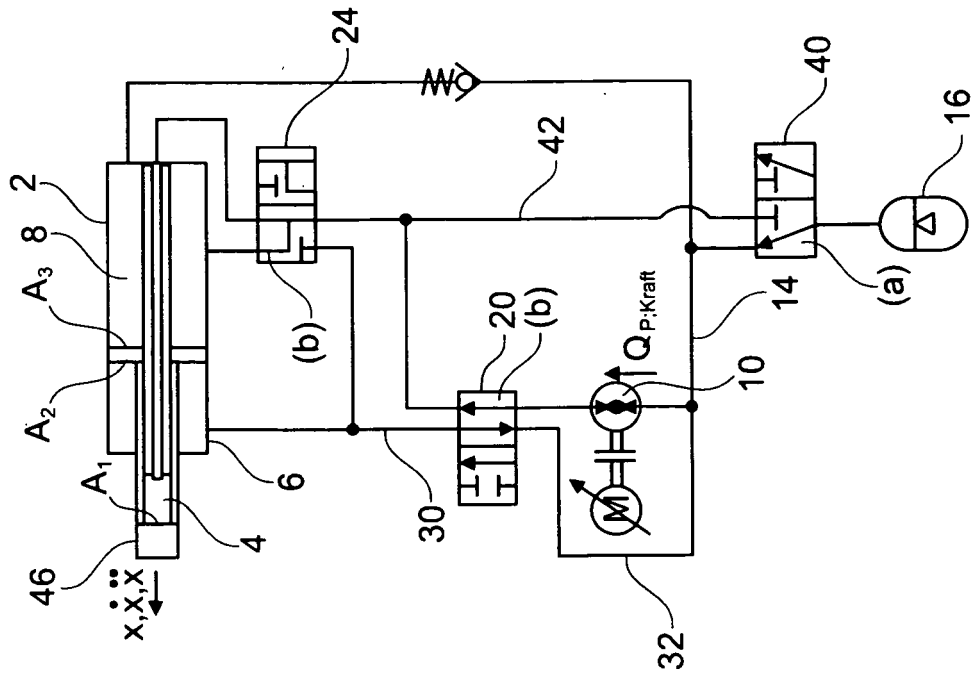


Fig. 4

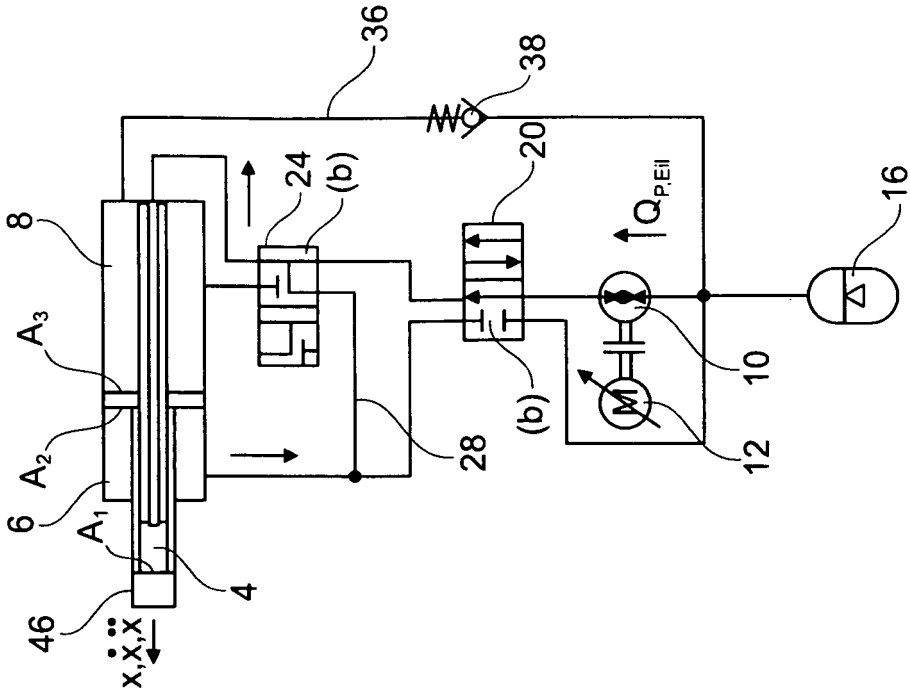


Fig. 5

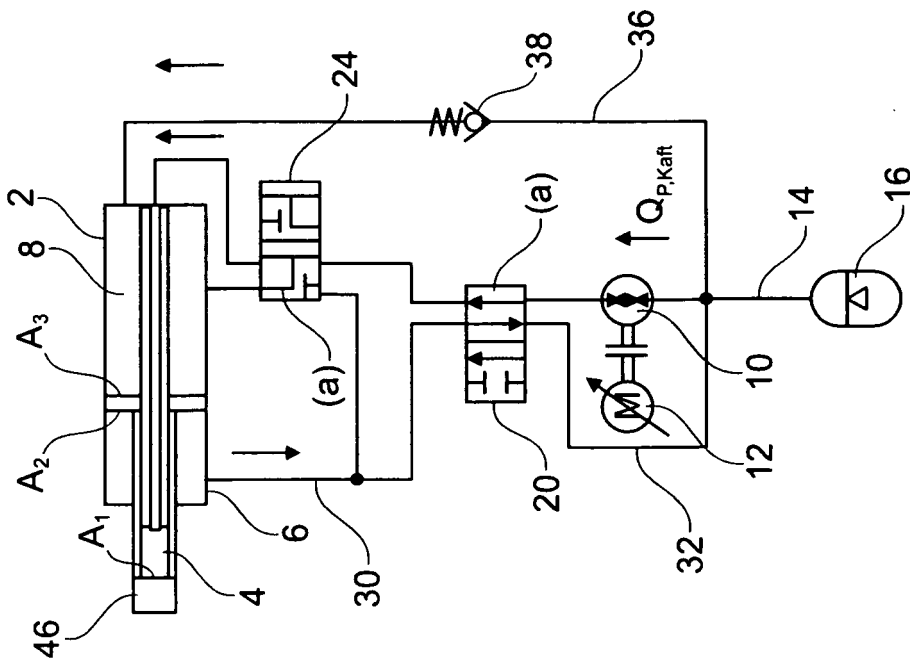


Fig. 6

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

- US 5522212 A [0003]
- DE 102008039011 A1 [0005]
- NL 8105929 [0006]