

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 420 681 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

22.02.2012 Patentblatt 2012/08

(51) Int Cl.:

F15B 11/024 ^(2006.01)**F15B 11/036** ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **11006709.7**(22) Anmeldetag: **17.08.2011**

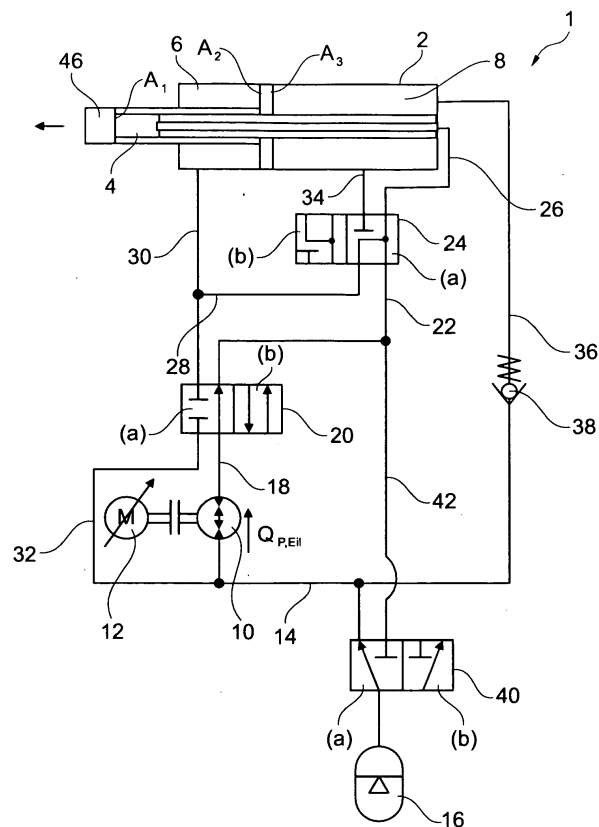
(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(30) Priorität: **18.08.2010 DE 102010034610**(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH
70469 Stuttgart (DE)**(72) Erfinder: **Beckmann, Bastian
64372 Ober-Ramstadt (DE)**(74) Vertreter: **Thürer, Andreas
Bosch Rexorth AG
Zum Eisengießer 1
97816 Lohr am Main (DE)**(54) **Hydraulischer Linearantrieb**

(57) Offenbart ist ein hydraulischer Linearantrieb mit einem mit drei Druckräumen (4,6,8) ausgeführten Hydraulikzylinder (2), dessen Wirkflächen (A_1, A_2, A_3) so

aufeinander abgestimmt sind, dass in einem Eilgang und in einem Krafthub ein Antrieb einer den Hydraulikzylinder mit Druckmittel versorgenden Hydromaschine (10) in etwa im gleichen Drehzahl/Drehmomentbereich arbeitet.

**Fig. 1****EP 2 420 681 A2**

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 wirkende 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] 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.

ung ermöglicht.

[0007] Diese Aufgabe wird durch einen hydraulischen Linearantrieb mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

5 **[0008]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] 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.

[0010] 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.

40 **[0011]** 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.

45 **[0012]** Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung hat die Ventilanordnung ein Wegeventil, das in einer 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 Position sperrt das Wegeventil eine Verbindung des zweiten Druckraums zur Niederdruckquelle ab.

50 **[0013]** Gemäß einer Variante der Erfindung ist stromabwärts des Wegeventils ein Steuerventil angeordnet, das in einer Position den ersten Druckraum mit dem in Gegenrichtung wirksamen zweiten Druckraum verbindet.

[0014] Dabei wird es bevorzugt, wenn in der ersten Position eine Druckmittelverbindung des dritten Druckraums zur Hydromaschine gesperrt ist.

[0015] In diesem Fall kann der dritte Druckraum über eine Saugleitung mit einem in Richtung zum dritten Druckraum öffnenden Rückschlagventil mit der Niederdruckquelle/Tank verbunden sein.

[0016] 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.

[0017] Vorzugsweise wird der erste Druckraum mit einer größeren Wirkfläche als der in Gegenrichtung wirkende zweite Druckraum ausgeführt.

[0018] Dabei kann es vorteilhaft sein, wenn wiederum die zweite Wirkfläche etwas kleiner als die dritte Wirkfläche ausgelegt ist.

[0019] Wie bereits erwähnt, kann es vorteilhaft sein, die Hydromaschine mit Drehrichtungsumkehr auszuführen, so dass ein Vier-Quadrantenbetrieb ermöglicht ist.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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

[0024] 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 Kompaktsaugerpressen, Reifenpressen, Reifenaufbaumaschinen, Vulkanisierpressen, Ziehpressen, Transfer- und Stufenpressen, Strangpressen, Biegezentren, Schmiedepressen, Schrottpressen, Spritzgießmaschinen, Blasformmaschinen oder Pulvermetallpressen verwendet werden.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 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 Re-

generationsleitung 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.

[0028] 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.

[0029] 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.

[0030] 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 kolbenstangenseitige 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.

[0031] 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.

[0032] Zur Einstellung des Eilganges werden das We-geventil 20 und das Steuerventil 24 in ihre mit (a) gekennzeichneten 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, EIL} aus der Formel

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

[0033] 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:

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

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

berechnet.

[0034] Für den Krafthub wird die Kolbenhohlstange 46

mit vergleichsweise geringer Geschwindigkeit und großer Kraft ausgefahren. Hierzu muss die Hydromaschine 10 gemäß Figur 3 einen Druckmittelvolumenstrom $Q_{p, Kraft}$, 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 Kolbenhohlstanze 46 wird mit großer Kraft bei geringer Geschwindigkeit x ausgefahren. Entsprechend den vorstehend erläuterten Rechnungsgleichungen ergibt sich dann der erforderliche Druckmittelvolumenstrom $Q_{p, Kraft}$, Kraft nach der Gleichung

$$Q_{p, Kraft} = x \cdot \dot{x}_{Kraft} (A_3 + A_1)$$

[0035] 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:

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

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] Für das Verfahren der Kolbenhohlstanze 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.

[0040] Zum Einfahren der Kolbenhohlstanze 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.

[0041] Im Übrigen entspricht das in den Figuren 5 und 6 dargestellte Ausführungsbeispiel dem eingangs beschriebenen Ausführungsbeispiel, so dass weitere Erläuterungen entbehrlich sind.

[0042] Offenbart 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.

55 Bezugszeichenliste

[0043]

1	Linearantrieb		Patentansprüche
2	Hydraulikzylinder		
4	Druckraum	5	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 mit Hochdruck oder Niederdruck, beispielsweise mit Tankdruck 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, 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.
6	Druckraum		
8	Druckraum	10	
10	Hydromaschine		
12	Motor		
14	Niederdruckleitung	15	
16	Niederdruckquelle		
18	Druckleitung	20	2. Linearantrieb nach Patentanspruch 1, wobei die Hydromaschine (10) in eine Maschine mit konstanten Förder- / Schluckvolumen ist.
20	Wegeventil		
22	Versorgungsleitung		
24	Steuerventil	25	3. Linearantrieb nach Patentanspruch 2, wobei die Ventileinheit ein Wegeventil (20) hat, das in einer ersten Position (b) einen Druckanschluss der Hydromaschine (10) über eine Arbeitsleitung (26) mit einem ersten Druckraum (4) und einen zweiten Druckraum (6) über eine weitere Arbeitsleitung (30) mit dem Niederdruck verbindet und in einer zweiten Position (a) die Verbindung des zweiten Druckraums (6) zum Niederdruck sperrt.
26	Arbeitsleitung		
28	Regenerationsleitung	30	
30	weitere Arbeitsleitung		
32	Rücklaufleitung		
34	dritte Arbeitsleitung	35	4. Linearantrieb nach Patentanspruch 3, wobei in Druckaufbaurichtung gesehen 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.
36	Saugleitung	40	
38	Rückschlagventil		
40	Speicherventil		
42	Leitung		
44	Kolben	45	5. Linearantrieb nach Patentanspruch 4, wobei in der ersten Position (a) eine Druckmittelverbindung des dritten Druckraums (8) zur Hydromaschine (10) gesperrt ist.
46	Kolbenhohlstange		
48	Zylinderboden		
50	Stange	50	6. Linearantrieb nach Patentanspruch 5, wobei der dritte Druckraum (8) über eine Saugleitung (36) und ein in Richtung des dritten Druckraums (8) öffnendes Rückschlagventil (38) mit Niederdruck verbunden ist.
52	Innenstirnfläche		
54	Kanal	55	7. Linearantrieb nach Patentanspruch 4, 5 oder 6, mit einem Speicherventil (40), das in einer Position (a) eine 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.

8. 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. 5
9. Linearantrieb nach Patentanspruch 8, wobei die Wirkfläche A_2 des zweiten Druckraums (6) etwas kleiner als die Wirkfläche (A_3) des dritten Druckraums (8) ist. 10
10. Linearantrieb nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Motor (12) oder die Hydromaschine (10) mit Drehrichtungsumkehr ausgeführt ist. 15
11. Linearantrieb nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei dieser ein Antrieb einer Umformmaschine oder Spritz- / Blasformmaschine ist.
12. 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. 20 25
13. Linearantrieb nach Patentanspruch 12, wobei eine kolbenstangenseitige Ringstirnfläche (A_2) des Kolbens (44) den zweiten Druckraum (6) und eine davon abgewandte stangenseitige Ringstirnfläche (A_3) den dritten Druckraum (8) in Axialrichtung begrenzt. 30 35

40

45

50

55

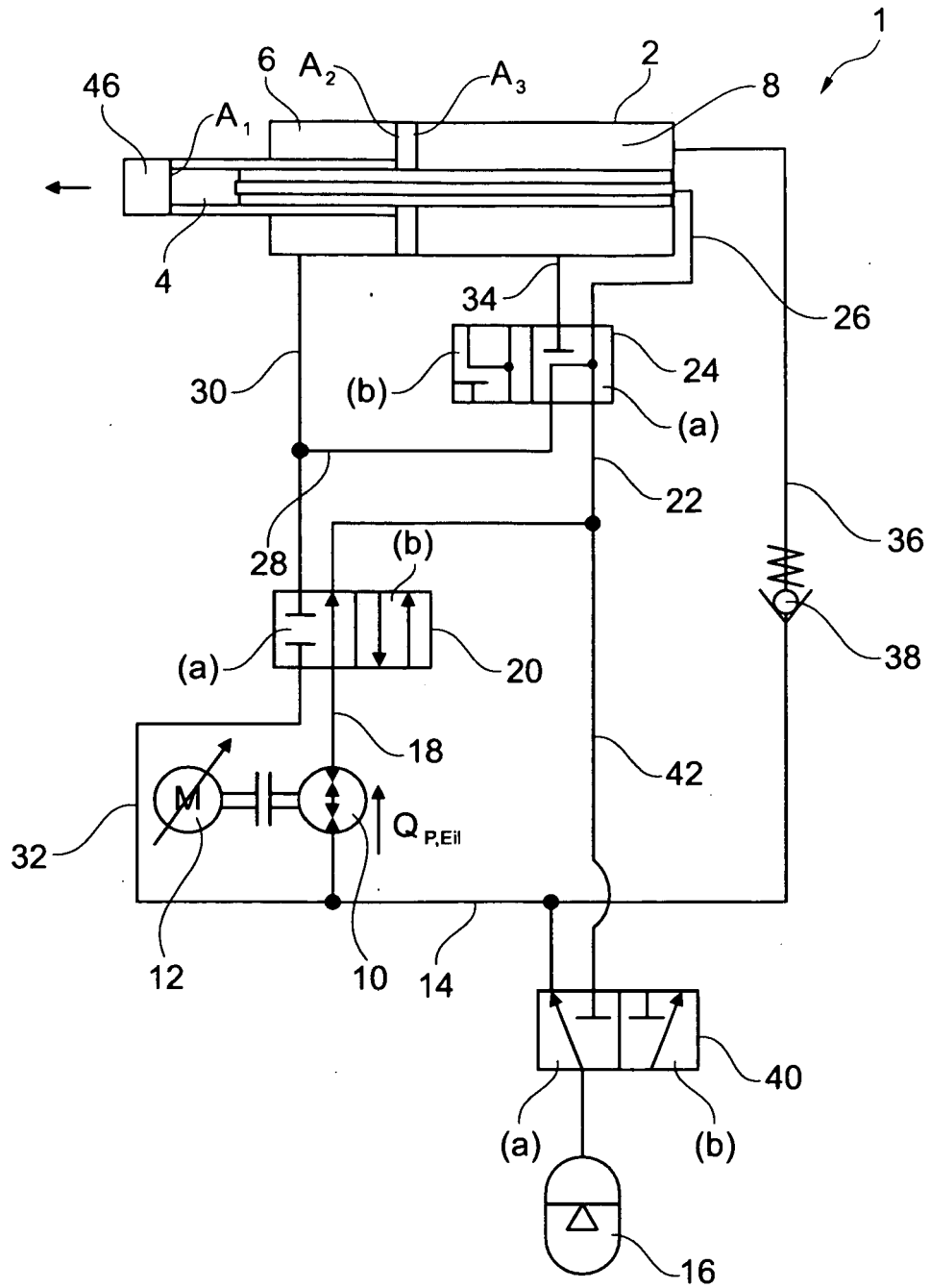


Fig. 1

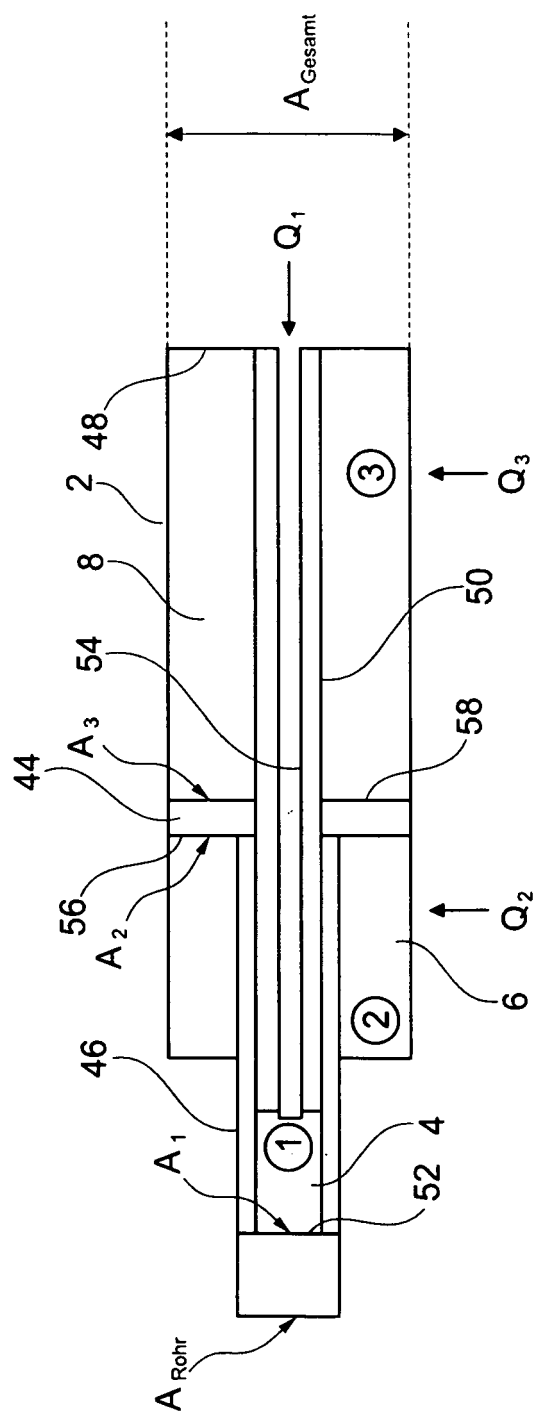


Fig. 2

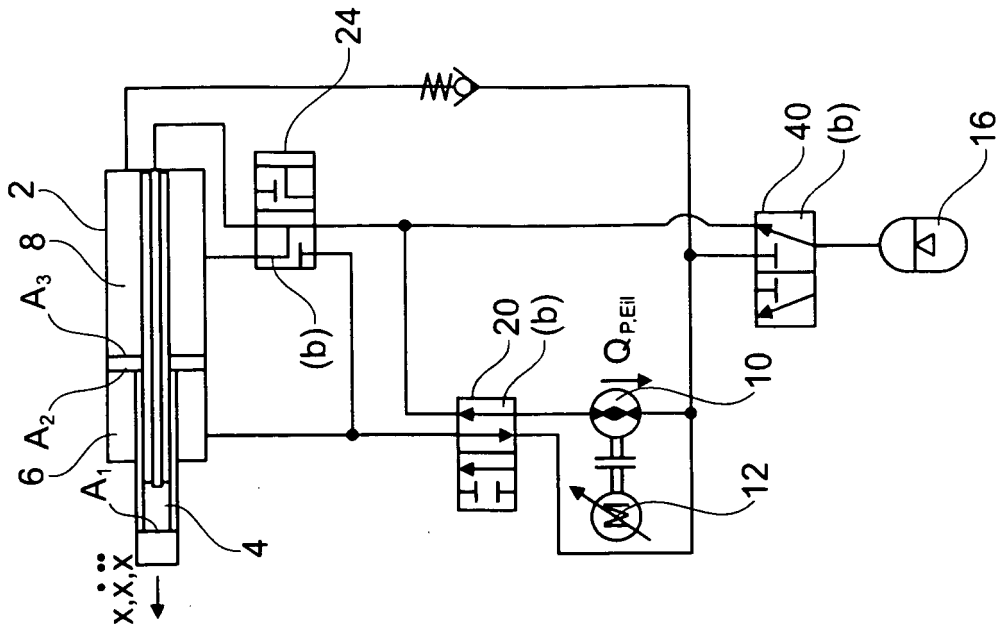


Fig. 3

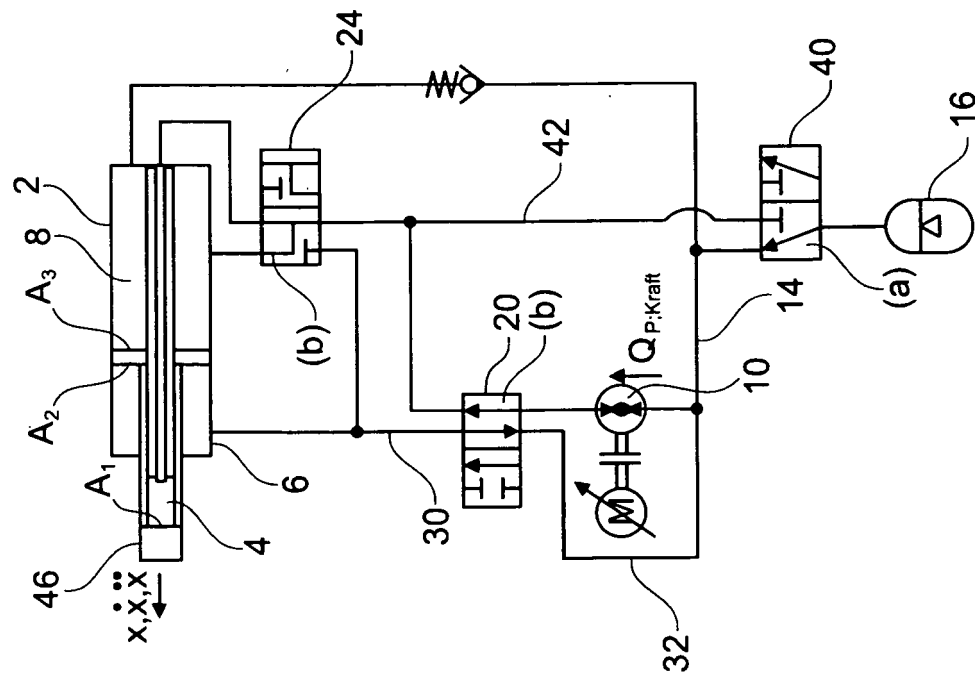


Fig. 4

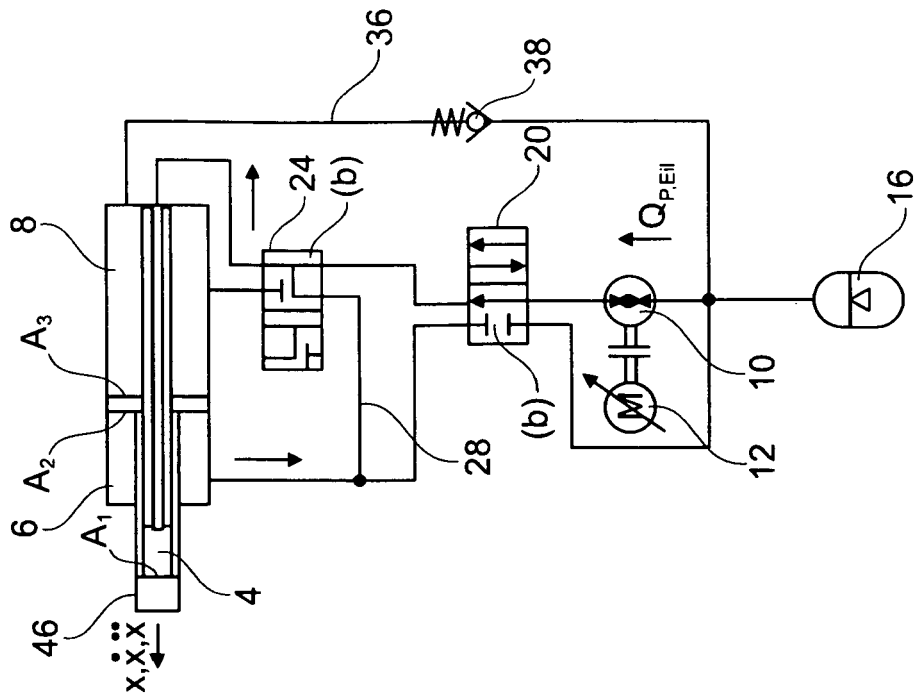


Fig. 5

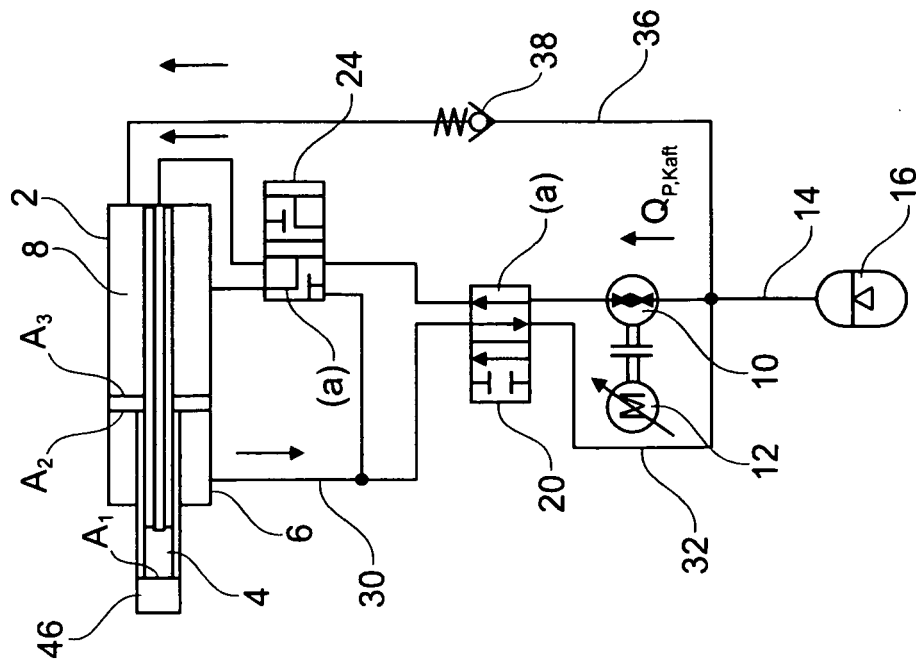


Fig. 6

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]