

(51) Int Cl.:
F15B 11/072 (2006.01)

(22) Anmeldetag: **21.07.2012**

(74) Vertreter: **Mielke, Klaus**
Patentanwalt,
Lohmühlenweg 24
91413 Neustadt a.d. Aisch (DE)

(30) Priorität: 22.07.2011 DE 202011103604 U

(57) Hydropneumatisches Antriebssystem mit einem Doppelmediumarbeitszylinder (B; B1, B2, B3), der einen in einer Arbeitskammer (A; AB1) verfahrbaren Arbeitskolben (K; KB1) aufweist und mit einer Speichervorrichtung (M) mit einem Druckausgleichsbehälter (H) zur Aufnahme eines über ein Druckluftkissen (HD) unter Vordruck stehenden Hydraulikmediums (HM). Die Arbeitskammer weist einen ersten Teil (AL; AB1L) auf einer ersten Seite des Arbeitskolbens (K; KB1) auf, der zur Beaufschlagung mit Druckluft (LV) an den Druckluftezu-

ger ankoppelbar ist, und einen zweiten Teil (AF; AB1F) auf einer zweiten Seite des Arbeitskollens, der an den Druckausgleichsbehälter gekoppelt ist. Ein Druckluftverteiler (V; VK1, VK2, VK3) zwischen dem Druckluffterzeuger und dem ersten Teil der Arbeitskammer ist derart steuerbar, dass dieser für eine Bewegung des Arbeitskollens in einer ersten Verfahrrichtung den Druckluffterzeuger mit dem ersten Teil der Arbeitskammer verbindet, und für eine Bewegung des Arbeitskollens in einer zweiten Verfahrrichtung den Druckluffterzeuger abspermt und den ersten Teil der Arbeitskammer öffnet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein hydropneumatisches Antriebssystem mit zumindest einem Doppelmediumarbeitszylinder, welcher einen in einer Arbeitskammer verfahrbaren Arbeitskolben aufweist.

[0002] Bekannte pneumatische Antriebe sind z.B. mit einem gemäß ISO 15552 genormten Arbeitszylinder ausgestattet. Ein solcher weist ein profilrohrartig gestrecktes Gehäuse mit einer innen liegenden Arbeitskammer auf. In dieser kann ein Arbeitskolben zwischen zwei Endlagen linear hin- und hergefahren werden. Der Arbeitskolben weist einen radial gegenüber der Innenmantelfläche der Arbeitskammer abgedichteten Kolbenteller auf, an dem eine z.B. an einem Ende des Gehäuses herausgeführte Kolbenstange angebracht ist.

[0003] Je nach Bauart des Arbeitszylinders ist dessen Arbeitskolben in der Arbeitskammer linear oder rotatorisch verfahrbar. Der im Inneren eines solchen Arbeitszylinders geführte Kolbenteller ist somit entweder stempelartig ausgeführt und linear hin- und herfahrbar, oder flügel- bzw. propellerartig ausgeführt und um eine Achse schwenkbar. Entsprechend ist somit eine an dem Kolbenteller eines Linearantriebs angebrachte Kolbenstange ein- und ausfahrbar, bzw. eine an dem Kolbenteller eines Drehantriebs angebrachte Kolbenstange rotatorisch schwenkbar. Bei dem hydropneumatischen Antriebssystem gemäß der Erfindung sind beide Arten von Arbeitszylindern ohne weiteres auch in gemischten Anordnungen verwendbar.

[0004] Über den Kolbenteller wird die Arbeitskammer des Arbeitskolbens in zwei Bereiche aufgeteilt, an deren Ende Anschlüsse für Druckluftschläuche eines Druckluftarbeitssystems vorhanden sind. Durch wechselseitige Beaufschlagung der Bereiche der Arbeitskammer mit Druckluft kann der Kolbenteller und die daran angebrachte, bis auf die Außenseite des Arbeitszylinders herausgeführte Kolbenstange entweder in eine lineare Vorschub- bzw. Rückfahrbewegung oder eine Vor- und Rückdrehung versetzt werden. Durch die dabei erfolgende Umsetzung von Luftdruckenergie in Bewegungsenergie können über die Kolbenstange des Arbeitskolbens unterschiedliche Arbeitsmittel in Fertigungseinrichtungen angetrieben werden.

[0005] Bei herkömmlichen pneumatischen Antrieben tritt das Problem auf, dass der Vorschub der Kolbenstange ungleichmäßig ist. Auf Grund der Kompressibilität von Druckluft und schwankender, z.B. temperaturbedingter Änderungen der Werte der inneren Reibungen können ruckelnde bzw. ratternde Verfahrbewegungen der Kolbenstange auftreten. Dieses Problem tritt besonders bei wechselnden Belastungen auf. So ist es mit einem nur über Druckluft betriebenen Arbeitszylinder nicht möglich, die Kolbenstange mit einer hohen Genauigkeit um einen vorgegebenen Wert aus- oder einzufahren. Entsprechend ist auch kein positionsgenaueres Umschalten der Verfahrrichtung der Kolbenstange während eines Arbeitshubs möglich.

[0006] Es ist weiterhin nachteilig, dass sowohl für einen Vorschub bzw. eine Vordrehung als auch für einen prozesstechnisch nicht immer nutzbaren Rückzug bzw. eine Rückdrehung der Kolbenstange in eine Ausgangsposition nahezu die gleiche Energie aufgewendet werden muss ist, da Druckluft zur Ausführung beider Bewegungsrichtungen erforderlich ist. Dies hat auch entsprechende Betriebsgeräusche in beiden Verfahrrichtungen zur Folge, da die Luft wechselseitig aus demjenigen Bereich der Arbeitskammer entweichen muss, in den der Kolbenteller des Arbeitskolbens gerade eingefahren wird. Weiterhin ist ein höherer Verschleiß bei Führungen und Dichtungen eines solchen Arbeitszylinders zu beobachten, da bei rein mit Druckluft betriebenen Linearantrieben keine Dauerschmierung des Kolbens, der Kolbenstange und der Dichtflächen zum Innenmantel des Arbeitskolbens möglich ist.

[0007] Probleme der oben beschriebenen Art treten zwar nicht auf bei hydraulischen Antrieben, bei denen die Vorschub- und Rückfahrbewegungen bzw. Drehbewegungen eines Arbeitskolbens mit einem unter Druck stehenden Hydraulikmedium, insbesondere einem Hydrauliköl, hervorgerufen werden. Auf Grund der Inkompressibilität von flüssigen Hydraulikmedien sind Verfahrbewegungen und Richtungsänderungen mit gleichmäßiger Geschwindigkeit und großer Genauigkeit ausführbar. In der Praxis werden rein hydraulische Antriebe jedoch auf Grund des hohen anlagentechnischen Aufwandes häufig nur dort eingesetzt, wo hohe Kräfte ausgeübt werden müssen, z.B. bei Baumaschinen, Pressen usw.. Weiterhin stellt ein hydraulischer Antrieb häufig ein in sich geschlossenes System dar, d.h. eine Insellösung.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde ein Antriebssystem derart weiter auszugestalten, dass damit unter Vermeidung der oben angeführten Nachteile Verfahrbewegungen eines Arbeitskolbens sowohl mit gleichmäßiger Geschwindigkeit und großen Genauigkeit als auch unter Einsparung von Energie ausführbar sind

[0009] Die Aufgabe wird gelöst mit dem im Anspruch 1 angegebenen hydropneumatischen Antriebssystem. Vorteilhafte weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0010] Die Erfindung beruht auf einer wechselseitigen Ansteuerung der durch einen beweglichen Arbeitskolben in zwei Bereiche geteilten Arbeitskammer eines Arbeitszylinders mit unterschiedlichen Arbeitsmedien. Dieser wird nachfolgend als Doppelmediumarbeitszylinder bezeichnet und kann sowohl als ein Lineararbeitszylinder als auch als ein Dreharbeitszylinder ausgeführt sein. So ist ein erster Teil der Arbeitskammer, der auch als Pneumatikkammerteil bezeichnet werden kann, an einen aktiven Drucklufterzeuger anschließbar und mit Druckluft ansteuerbar. Weiterhin ist der auf der anderen Seite des Arbeitskolbens verbleibende zweite Teil der Arbeitskammer, der auch als Hydraulikkammerteil bezeichnet werden kann, mit einer geschlossenen Speichervorrichtung gekoppelt und hierüber mit einem unter einem Vordruck stehenden Hydraulikmedium gefüllt.

[0011] Erfindungsgemäß enthält die geschlossene Speichervorrichtung einen Druckausgleichsbehälter zur Aufnahme des über ein Druckluftkissen im Druckausgleichsbehälter unter einem Vordruck stehenden Hydraulikmediums. Dabei ist der Vordruck des Druckluftkissens so eingestellt, dass dieser auch bei einem maximalen Pegelstand des Hydraulikmediums im Druckausgleichsbehälter kleiner ist als der minimale Arbeitsdruck der Druckluft des Druckluftherzeugers.

[0012] Da gemäß der Erfindung der Vordruck des Hydraulikmediums im zweiten Teil der Arbeitskammer somit stets kleiner ist als der minimale Arbeitsdruck der Druckluft im ersten Teil der Arbeitskammer, kann durch eine Zuschaltung der Druckluft vom aktiven Druckluftherzeuger mit Hilfe eines Druckluftverteilers in jedem Fall eine lineare oder rotatorische Verfahrbewegung des Arbeitskolbens im Doppelmediumarbeitszylinder hervorgerufen werden. Bei einer ersten Verfahrrichtung nimmt somit der Pneumatikkammerteil der Arbeitskammer zu und der Hydraulikkammerteil entsprechend ab. Dabei wird das Hydraulikmedium in den Druckausgleichsbehälter der geschlossenen Speichervorrichtung verdrängt.

[0013] Soll dagegen der Arbeitskolben eine Verfahrbewegung in eine zweite, entgegengesetzte Verfahrrichtung ausführen, so wird hierzu über den Druckluftverteiler der Druckluftherzeuger abgesperrt und der erste Teil der Arbeitskammer geöffnet, besonders zur Umgebung. Der Pneumatikkammerteil steht nun nicht mehr unter Überdruck und das unter Vordruck stehende Hydraulikmedium kann aus dem Druckausgleichsbehälter der geschlossenen Speichervorrichtung zurückfließen. Der Arbeitskolben wird somit in Gegenrichtung bewegt, so dass der Hydraulikkammerteil wieder zunimmt und mit Hydraulikmedium befüllt wird, und der Pneumatikkammerteil über die Öffnung entlüftet wird und entsprechend abnimmt.

[0014] Das erfindungsgemäße Linearantriebssystem ermöglicht gleichmäßige, ratterfreie Bewegungen des Arbeitskolbens in beide Verfahrrichtungen. Diese sind mit den von einer rein hydraulisch betriebenen Vorrichtung erzeugten Verfahrbewegungen vergleichbar. Da bei der Erfindung auf der Hochdruckseite jedoch Druckluft als Arbeitsmedium eingesetzt wird, können diese mit erheblich geringerem Aufwand als bei einem reinen Hydrauliksystem erzeugt werden. Dort sind aufwendige Hydraulikpumpen erforderlich. Zudem müssen erheblich höhere Anforderungen an die Dichtigkeit eines Hydrauliksystems gestellt werden.

[0015] Das erfindungsgemäße hydropneumatische Antriebssystem ermöglicht weiterhin eine präzise Steuerung der Bewegung der Kolbenstange des Arbeitszylinders. So kann die Kolbenstange durch eine Betätigung des steuerbaren Druckluftverteilers mit Erreichen einer vorgegebenen Linearposition bzw. Winkellage präzise stillgesetzt oder an dieser Stelle die Verfahrrichtung gewechselt werden. Die aktuelle Position kann dabei mit einem zusätzlichen z.B. elektronischen oder optischen

Linearmaßstab oder Winkellagegeber erfasst werden. Die Wiederholgenauigkeit bei Start- und Stop Vorgängen des Arbeitszylinders weist bei dem erfindungsgemäßen Antriebssystem eine Größenordnung von ca. 0,20 mm auf.

[0016] Der Doppelmediumarbeitszylinder bietet den weiteren Vorteil, dass vom Druckluftherzeuger auf der pneumatischen Hochdruckseite nur die jeweils zum Betrieb erforderliche Druckluft nachgeschoben werden muss. Diese wird durch die Drosselwirkung der hydraulischen Niederdruckseite der Arbeitskammer bestimmt, d.h. durch die u.U. einstellbare Strömungsgeschwindigkeit des unter Vordruck stehenden Hydraulikmediums zwischen dem Hydraulikkammerteil und dem Druckausgleichsbehälter der geschlossenen Speichervorrichtung.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung kann als Druckausgleichsbehälter ein geschlossenes Ausdehnungsgefäß eingesetzt werden, insbesondere ein Membranausdehnungsgefäß. Je nach Größe und Anzahl der in einem erfindungsgemäßen Antriebssystem gleichzeitig betriebenen Doppelmediumarbeitszylinder kann hierzu z.B. ein Membranausdehnungsgefäß aus dem Heizungsbau oder auch ein großes, tankförmiges Ausdehnungsgefäß eingesetzt werden. Dieses kann abseits der Doppelmediumarbeitszylinder z.B. in einem separaten Raum bzw. Gebäude aufgestellt werden. Der Doppelmediumarbeitszylinder weist somit keinerlei zusätzliche äußere Anbauten auf. Als Hydraulikmedium ist neben Hydrauliköl auch eine Flüssigkeit geeignet, die Schmiereigenschaften aufweisen. So kann z.B. ein aus der spanenden Metallbearbeitung bekannter Kühlschmierstoff eingesetzt werden, z.B. Bohrwasser bzw. Schneidöl. Ein solches Medium gewährleistet eine ständige Schmierung des Arbeitskolbens. Weiterhin werden Leckagen sofort sichtbar.

[0018] Ein besonderer Vorteil der Erfindung liegt darin, dass die Speichervorrichtung für das unter Vordruck stehende Hydraulikmedium ein geschlossenes System darstellt. Der dortige Druckausgleichsbehälter muss somit bei der Inbetriebnahme der erfindungsgemäßen Vorrichtung nur einmal mit Hydraulikmedium befüllt und mit dem jeweils erforderlichen Vordruck beaufschlagt werden. Dabei bildet sich im Druckausgleichsbehälter der geschlossenen Speichervorrichtung ein Druckluftkissen über dem aktuellen Füllstand des Hydraulikmediums aus. Solange in hydraulischen Bereich des erfindungsgemäßen Antriebssystems keine Leckagen auftreten, kann das Druckluftkissen ohne weitere Aufwendung von Hilfsenergie über lange Zeiträume autark zur Ausführung einer Vielzahl von Verfahrbewegungen eines oder auch einer mehrerer parallel geschalteter Doppelmediumarbeitszylinder genutzt werden.

[0019] Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass als Arbeitsmedium auf der Antriebsseite Druckluft eingesetzt wird. Diese ist einfach erzeugt und leicht auf eine Vielzahl von Arbeitsstationen einer Fertigungseinrichtung verteilt werden. Zudem wird Druckluft nur zur Wiederbefüllung des Pneumatikkammerteils eines Dop-

pelmediumarbeitszylindern benötigt, während für den Antrieb des Arbeitskolbens von der hydraulischen Seite im laufenden Betrieb keine Energie aufgewendet werden muss. Damit ergeben sich bei der Erzeugung von Druckluft Einsparungen an Energiekosten von 50 bis 80% im Vergleich zu vollständig pneumatischen Antrieben. Bei der Erfindung kann somit die Rückfahrseite nach einer Befüllung des Speichers mit Hydraulikmedium und der einmaligen anfänglichen Ausbildung eines Druckluftkissens durch Beaufschlagung des Druckausgleichsbehälters mit Vordruck im laufenden Betrieb ohne weiteren Energieaufwand betrieben werden. Weiterhin ergibt sich eine Reduzierung der Betriebsgeräusche um rund 50 %, da keine Entlüftung der Arbeitskammer bei einer Verfahrbewegung des Arbeitskolbens gegen das unter Vordruck stehende Hydraulikmedium erforderlich ist.

[0020] Das erfindungsgemäße hydropneumatische Antriebssystem ist somit besonders wirkungsvoll und ohne großen Aufwand wirtschaftlich betreibbar. Es erfordert weder ein eigenständiges Hydrauliksystem mit separater Druckerzeugung noch ein doppelseitiges Pneumatiksystem. Vielmehr können sowohl die pneumatisch hervorgerufene Arbeitsbewegung in der einen Verfahr- richtung als auch die hydraulisch hervorgerufene Arbeitsbewegung in der entgegengesetzten Arbeitsbewegung mit demselben Arbeitszylinder erzeugt werden. Dieser stellt als Doppelmediumarbeitszylinder somit die einzige Baueinheit zwischen den beiden Medienkreisen dar.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausführung der Erfindung können unterschiedliche Verfahrgeschwindigkeiten der Arbeitskolben in einer oder mehreren Doppelmediumarbeitszylindern während eines Arbeitshubs durch eine Drosselung der Fließgeschwindigkeit des Hydraulikmediums erreicht werden. Besonders vorteilhaft ist hierzu eine einstellbare Drosselvorrichtung zwischen dem zweiten Teil einer Arbeitskammer und der geschlossenen Speichervorrichtung für das unter Vordruck stehende Hydraulikmedium angeordnet. In der Praxis ist als einstellbare Drosselvorrichtung z.B. ein Ventil mit veränderbarem Durchflussquerschnitt geeignet.

[0022] Die Erfindung und weitere vorteilhafte Ausführungen derselben werden an Hand von zwei in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen nachfolgend näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 das Prinzipschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels für ein gemäß der Erfindung ausgeführtes Antriebssystem mit einem beispielhaft als ein Linearantrieb ausgeführten Doppelmediumarbeitszylinder,

Fig. 2 ein mit dem Beispiel von Fig. 1 vergleichbares Antriebssystem, wobei die Kolbenstange am anderen Ende des Doppelmediumarbeitszylinders herausgeführt ist, und

Fig. 3 ein weiteres Beispiel eines gemäß der Erfin-

dung ausgeführten Antriebssystems mit beispielhaft drei Doppelmediumarbeitszylindern, welche unabhängig voneinander mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und einstellbaren Start- und Haltepunkten betrieben werden können.

[0023] Figur 1 zeigt das Prinzipschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels für gemäß der Erfindung ausgeführtes hydropneumatisches Antriebssystem. Dieses enthält einen z.B. als ein Linearantrieb ausgeführten Doppelmediumarbeitszylinder B, der im Beispiel der Fig. 1 auf der linken Seite über einen Druckluftanschluss A1 mit Druckluft LV und auf der im Beispiel der Fig. 1 rechten Seite über einen Hydraulikanschluss A2 mit einem unter einem Vordruck stehenden Hydraulikmedium HM gespeist wird. Der Doppelmediumarbeitszylinder B bildet einen kombinierten Pneumatik- und Hydraulikzylinder zum Antrieb eines im Beispiel der Fig. 1 linear verfahrbaren Arbeitskolbens K dar. Dieser enthält einen in einer Arbeitskammer A des Doppelmediumarbeitszylinders B verfahrbaren Kolbenteller KT mit einer im Beispiel der Fig. 1 rechts herausgeführten Kolbenstange KS. An diese können eine Vielzahl von Arbeitsgeräten angeschlossen und davon antrieben werden. Der Arbeitskolben K mit Kolbenteller KZ und Kolbenstange KS kann unter Einfluss der beiden steuernden Medien in einer ersten Verfahr- richtung KV, z.B. einem Vorschub, und einer zweiten Verfahr- richtung KR, z.B. einem Rückschub, aus- bzw. eingefahren werden.

[0024] Über den Kolben K und dessen Linearbewegungen KR, KV wird die Arbeitskammer A in einen ersten Teil AL, auch Pneumatikkammerteil genannt, und einen zweiten Teil AF, auch Hydraulikkammerteil genannt, aufgeteilt. Über den Druckluftanschluss A1 erfolgt eine Zufuhr V21 von Druckluft LV für einen Vorschub KV bzw. eine Abfuhr V22 von Druckluft LV bei einem Rücklauf KR des Arbeitskolbens K. Entsprechend erfolgt über den Hydraulikanschluss A2 im Gegenteil eine Abfuhr H21 von Hydraulikmedium HM bei einem Vorschub KV in den Druckausgleichbehälter H und eine Zufuhr H22 von Hydraulikmedium HM bei einem selbsttätigen Rücklauf KR des Arbeitskolbens K.

[0025] Da erfindungsgemäß der Wert des vom Druckluftkissen HD auf das Hydraulikmedium HM im Druckausgleichbehälter H ausgeübten Vordrucks in jedem Falle kleiner ist als der Arbeitsdruck der Druckluft LV, wird bei Zuschaltung von Druckluft LV der Arbeitskolben K in einen Vorschub KV versetzt und dabei das Hydraulikmedium HM über den Hydraulikanschluss A2 in den Druckausgleichsbehälter H der geschlossenen Speichervorrichtung M verdrängt. Wird dagegen die Druckluft LV abgeschaltet und der Pneumatikkammerteil AL der Arbeitskammer A geöffnet, so wird durch das in den Hydraulikkammeranteil AF zurückdrängende vorgespannte Hydraulikmedium HM ein Rückschub KR des Arbeitskolbens K ermöglicht und dabei der Hydraulikkammeranteil AL entlüftet. Auf Grund des Einflusses des dabei strö-

menden Hydraulikmediums HM erfolgen alle Verfahrbewegungen gleichmäßig, d.h. insbesondere ohne unerwünschte Oberschwingungen wie z.B. einem Ruckeln. Weiterhin können die Verfahrbewegungen auch präzise stillgesetzt bzw. in der Richtung umgekehrt werden, d.h. insbesondere bei Erreichen von vorgegeben linearen Ausfahr- bzw. Einzugsängen der Kolbenstange KS.

[0026] Zur Erzeugung der Druckluft LV mit einem möglichst gleichbleibenden Arbeitsdruck ist im Beispiel der Fig. 1 ein steuerbares Druckluftsystem P vorhanden. Dieses enthält einen aktiven Druckluftherzeuger D mit einem Kompressor D1 und einem davon gespeisten Druckluftspeicherbehälter D2. Die davon erzeugte Druckluft LV wird einem steuerbaren Druckluftverteiler V, insbesondere einem Ventil, über eine Zuführung V1 als Zuluft V21 zugeführt. Mittels einer elektrischen Steuerung V4 kann der Druckluftverteiler V über ein elektrisches Steuersignal V41 zwischen zwei Betriebszuständen umgeschaltet werden. In einem ersten Betriebszustand wird die Druckluft V22 über den Abgang V2 dem Doppelmediumarbeitszylinder A zur Ausföhrung eines Vorschubs KV zugeführt. In einem zweiten Betriebszustand wird die Druckluftzufuhr LV abgesperrt und der erste Teil AL der Arbeitskammer A über eine Entlüftung V3 geöffnet, insbesondere gegenüber der umgebenden Atmosphäre. Die darin befindliche Abluft L22 kann somit entweichen und der Arbeitskolben A einen Rückschub KR insbesondere in eine Ausgangsposition ausführen.

[0027] Die geschlossene Speichervorrichtung M für das unter Vordruck stehende Hydraulikmedium enthält einen Druckausgleichsbehälter als passiven Hydraulikspeicher H. Dieser weist eine Befüllung mit Hydraulikmedium HM auf. Ein Volumen- und Druckausgleich erfolgt mittels eines darüber befindlichen und unter einem Vordruck stehenden Druckluftkissens HD. Eine Befüllung und Druckbeaufschlagung ist über eine verschließbare Zuführung H1 möglich. Das Hydraulikmedium HM kann über einen Abgang H2 am Boden des Druckausgleichsbehälters H bei Rückschub KR in den Doppelmediumarbeitszylinder B zurückströmen, bzw. wird bei Vorschub KV aus dem Doppelmediumarbeitszylinder B heraus bevorzugt über eine zusätzliche, dazwischen geschaltete einstellbare Drosseleinrichtung W wieder in den Druckausgleichsbehälter H zurückgedrückt.

[0028] Je nach Stellung des Kolbentellers KT in der Arbeitskammer A schwankt der Befüllungsgrad mit Hydraulikmedium im Inneren des Druckausgleichsbehälters H. Befindet sich in Fig. 1 der Arbeitskolben K in z.B. einer Startposition am linken Ende der Arbeitskammer A, so ist der zweite Teil AF der Arbeitskammer A nahezu vollständig mit Hydraulikmedium gefüllt. Entsprechend hat sich der Druckausgleichsbehälter H entleert und der Pegel des Hydraulikmediums nimmt einen Mindestwert an. Befindet sich dagegen in Fig. 1 der Arbeitskolben K in z.B. einer Endlage am rechten Ende der Arbeitskammer A, so ist der zweite Teil AF der Arbeitskammer A nahezu vollständig entleert. Entsprechend hat sich der

Druckausgleichsbehälter H gefüllt und der Pegel des Hydraulikmediums nimmt einen Maximalwert an.

[0029] Mittels der einstellbaren Drosseleinrichtung W können die Strömungsgeschwindigkeit des Hydraulikmediums HM und damit die Verfahrgeschwindigkeit des Arbeitskolbens A eingestellt werden. Über ein elektrisches Steuersignal W1 können hierzu im Beispiel der Fig. 2 beispielhafte parallele Drosselelemente W2, welche unterschiedliche Strömungsquerschnitte für das Hydraulikmedium HM aufweisen, zugeschaltet bzw. abgesperrt werden. Selbstverständlich ist die Darstellung der Drosseleinrichtung W nur beispielhaft. In der Praxis kann diese z.B. durch ein geeignet ausgeführtes und ansteuerbares Ventil ausgeführt sein

[0030] Fig. 2 zeigt ein mit dem Beispiel von Fig. 1 vergleichbares Linearantriebssystem. Da alle Elemente entsprechend vorhanden sind, kann hierzu grundsätzlich auf die obige Beschreibung zu Fig. 1 verweisen werden. Bei der Ausföhrung von Fig. 2 ist allerdings die Kolbenstange KS des Arbeitskolbens A an der linken Seite des Doppelmediumarbeitszylinders B herausgeföhrte. Die Verfahrrichtungen KV, KR der Kolbenstange KS sind somit im Vergleich zum Beispiel der Fig. 1 umgedreht.

[0031] Fig. 3 zeigt ein weiteres Beispiel eines gemäß der Erfindung ausgeführten Antriebssystems. Deren geschlossene Speichervorrichtung für das Hydraulikmedium ist beispielhaft mit drei parallel betriebenen Doppelmediumarbeitszylindern ausgestattet. Je nach Auslegung besonders des aktiven Druckluftherzeugers D und des Druckausgleichsbehälters H kann eine große Anzahl an Doppelmediumarbeitszylindern gleichzeitig betrieben werden. Mit Hilfe des erfindungsgemäßen hydropneumatischen Antriebssystems ist es somit möglich, einen umfassenden Fertigungsbereich mit einer Vielzahl von Doppelmediumarbeitszylindern mit einem einzigen Druckausgleichsbehälter zu betreiben. Da die Anordnung auf der Hydraulikseite der Doppelmediumarbeitszylinder geschlossen ist, ist bei allen Doppelmediumarbeitszylindern für die Ausföhrung von einer der beiden Verfahrrichtungen, z.B. eines Rücklaufs bzw. einer Rückdrehung, keine ständige Energiezufuhr erforderlich.

[0032] Gemäß einer besonders vorteilhaften weiteren Ausföhrung der Erfindung kann die geschlossene Speichervorrichtung für das Hydraulikmedium mit einer zusätzlichen, einstellbaren Drosseleinrichtung für das Hydraulikmedium ausgerüstet sein. Dies ermöglicht es, dass die Bewegungen der Arbeitskolben zumindest in einer der beiden Verfahrrichtungen, z.B. bei einem Vorschub bzw. Vordrehung, mit unabhängig voneinander einstellbaren, unterschiedlichen Geschwindigkeiten ablaufen. Ein Beispiel für eine solche Ausföhrung ist im Beispiel der Fig. 3 bereits dargestellt und wird nachfolgend im Detail erläutert werden.

[0033] Das hydropneumatische Antriebssystem im Beispiel der Fig. 3 wird von einem steuerbaren Druckluftsystem P gespeist. Dieses enthält einen aktiven Druckluftherzeuger D mit einem Kompressor D1 und ei-

nem nachgeschalteten Druckluftspeicher D2. Hierüber wird Druckluft LV mit möglichst konstantem Vordruck von z.B. 6 bar bereitgestellt. Da das Antriebssystem in Fig. 3 beispielhaft drei Doppelmediumarbeitszylinder B1, B2, B3 aufweist, wird die Druckluft LV drei steuerbaren Ventilen VK1, VK2, VK3 zugeführt und hierüber jeweils dem ersten Teil von deren Arbeitskammern zugeführt. Vorteilhaft sind die Ventile VK1, VK2, VK3 als Öffnungsventile ausgeführt und können so umgeschaltet werden, dass die Arbeitskammern der Doppelmediumarbeitszylinder zur Ausführung einer Bewegung des jeweiligen Arbeitskolbens in einer zweiten Verfahrrichtung, z.B. einem Rückschub bzw. einer Rückdrehung, zum Druckabbau geöffnet werden, besonders in die Atmosphäre. Die Doppelmediumarbeitszylinder B1, B2, B3 sind in Fig. 3 als Linearkolben dargestellt. Es können statt dessen oder zusätzlich auch Drehkolben eingesetzt werden.

[0034] Die Ventile VK1, VK2, VK3 sind dabei vorteilhaft entsprechend dem Ventil V im Beispiel der Figuren 1 und 2 aufgebaut. So weist das Öffnungsventil VK1 eine Zuführung VK11 für die Druckluft LV auf. Über einen Abgang VK12 wird die Druckluft LV zur Ausführung einer Bewegung des Arbeitskolbens KB1 in einer ersten Verfahrrichtung KB1V, z.B. einem Vorschub bzw. einer Vordrehung, dem Doppelmediumarbeitszylinders B1 in einer Zufuhrrichtung VK121 zugeführt. Hierzu ist der erste Teil AB1L der Arbeitskammer AB1, d.h. der Pneumatikkammerteil, mit einem Druckluftanschluss AB11 ausgestattet.

[0035] Über eine elektrische Steuerung VK14 kann das Öffnungsventil VK1 so umgeschaltet werden, dass der erste Teil AB1L der Arbeitskammer AB1 über eine Entlüftung VK13 geöffnet wird und somit eine Entlastung der Druckluft LV in einer Abfuhrrichtung VK122 in die Atmosphäre stattfindet. Dies ermöglicht erfindungsgemäß eine Bewegung des Arbeitskolbens KB1 im Doppelmediumarbeitszylinder B1 in einer zweiten Verfahrrichtung KB1R, z.B. einem Rückschub bzw. einer Rückdrehung. Wie oben am Beispiel der Figuren 1, 2 bereits beschrieben, wird diese Bewegung erfindungsgemäß ohne Aufwendung von weiterer Hilfsenergie über das unter einem Vordruck stehende Hydraulikmedium HM ausgeführt. Hierzu fließt das Hydraulikmedium HM aus der geschlossenen Speichervorrichtung M selbsttätig über den Hydraulikanschluss AB12 in den zweiten Teil AB1F der Arbeitskammer AB1, d.h. der Hydraulikkammerteil, des Doppelmediumarbeitszylinders B1.

[0036] Der Aufbau der weiteren Doppelmediumarbeitszylinder B2, B3 in Fig. 3 und deren Zusammenwirken mit den jeweils zugeordneten Öffnungsventilen VK2, VK3 sind entsprechend. Je nach Einsatzzweck des Antriebssystems von Fig. 3 können die Öffnungsventile VK1, VK2, VK3 über eine elektrische Steuerung so betätigt werden, dass deren Arbeitskolben anwendungsabhängig zwischen ausgewählten Start-, Zwischen- und Endwerten verfahrbar sind bzw. vor- und zurücklaufen. Auf Grund der dabei auftretenden schwankenden Befüllung der zweiten Teile der Arbeitskammern der Doppel-

mediumarbeitszylinder mit Hydraulikmedium schwankt auch der Pegel des Hydraulikmediums HM im Inneren des Druckausgleichsbehälters H. Dies ist im Beispiel der Fig. 3 in strichlierter Linie durch einen minimalen bzw. maximalen Pegel Hmin bzw. Hmax dargestellt. Dabei tritt im Beispiel der Fig. 3 der minimale Pegel Hmin dann auf, wenn sich die Arbeitskolben von allen Doppelmediumarbeitszylindern B1, B2 und B3 am linken Anschlag befinden, d.h. die dazugehörigen Arbeitskammern entlüftet sind. Entsprechend tritt der maximale Pegel Hmax dann auf, wenn sich die Arbeitskolben von allen Doppelmediumarbeitszylindern B1, B2 und B3 am rechten Anschlag befinden, d.h. die dazugehörigen Arbeitskammern vollständig mit Druckluft LV gefüllt entlüftet sind.

[0037] Um dies zu ermöglichen ist erfindungsgemäß der Vordruck des Druckluftkissens HD über dem Hydraulikmedium HM im Druckausgleichsbehälter H der geschlossenen Speichervorrichtung M so eingestellt, dass dieser auch bei einem maximalen Pegelstand Hmax des Hydraulikmediums HM im Druckausgleichsbehälter H kleiner ist als der minimale Arbeitsdruck der vom Druckluftherzeuger D bereitgestellten Druckluft LV. Es ist somit jederzeit möglich, die Arbeitskammern der zugeordneten Doppelmediumarbeitszylinder mittels der Druckluft LV vollständig zu entleeren und dabei das Hydraulikmedium hieraus in den Druckausgleichsbehälter zu verdrängen.

[0038] Im Beispiel der Fig. 3 ist die geschlossene Speichervorrichtung M mit einer zusätzlichen einstellbaren Drosseleinrichtung W ausgestattet. Hierzu ist zwischen dem Abgang H2 für das Hydraulikmedium HM am Druckausgleichsbehälter H und dem Hydraulikanschluss eines jeden Doppelmediumarbeitszylinders B1, B2, B3 eine Drosselteileinrichtung WB1, WB2, WB3 geschaltet. Diese weisen jeweils zumindest einen Zweig aus einem einstellbaren Drosselement und einem steuerbaren Start-Stop-Ventil auf. Hierüber können die Strömungsgeschwindigkeit des Hydraulikmediums und damit Bewegungsgeschwindigkeit des Arbeitskolbens im jeweiligen Doppelmediumarbeitszylinder vorgegeben werden.

[0039] So weist im Beispiel der Fig. 3 die Drosselteileinrichtung WB1 drei parallele Zweige aus jeweils einem einstellbaren Drosselement D1, D2 bzw. D3 und einem nachgeschalteten steuerbaren Start-Stop-Ventil S1, S2 bzw. S3 auf. Dies ermöglicht eine Vorgabe von drei verschiedenen Geschwindigkeiten des Arbeitskolbens KB1 im Doppelmediumarbeitszylinder B1 in einer Verfahrrichtung, z.B. einem Vorlauf in Richtung KB1V. Bei Bedarf können die Drosselzweige auch bei einem Rücklauf in Richtung KB1R zugeschaltet werden. Bei einer weiteren, im Beispiel der Fig. 3 ebenfalls bereits dargestellten Ausführung kann eine Drosselteileinrichtung ein zusätzliches steuerbares Absperrventil aufweisen, welches den aus den Drosselementen und steuerbaren Start-Stop-Ventilen bestehenden Zweigen parallel schaltbar ist. Diese können an Stelle eines Start-Stop-Ventils geöffnet werden, um eine Bewegung des dazugehörigen Arbeitskolbens in einer Verfahrrichtung mit einer möglichst großen Geschwindigkeit zu ermöglichen. So ist in der Dros-

selbsteinrichtung WB1 den drei Zweigen aus den Elementen D1, S1 bzw. D2, S2 bzw. D3, S3 ein zusätzliches steuerbares Absperrventil P1 parallel geschaltet. Dieses kann geöffnet werden, wenn ein Rücklauf des Arbeitskolbens KB1 im Doppelmediumarbeitszylinder B1 in Richtung KB1R mit großer Geschwindigkeit erfolgen soll.

Bezugszeichenliste

[0040]

P	steuerbares Druckluftsystem
D	aktiver Druckluftherzeuger
LV	Druckluft mit möglichst gleichbleibendem Arbeitsdruck
D1	Kompressor
D2	Druckluftspeicherbehälter
V	steuerbarer Druckluftverteiler (Ventil)
V1	Zuführung
V2	Abgang
V21	Zufuhr Druckluft
V22	Abfuhr Druckluft
V3	Entlüftung
V4	elektrische Steuerung
V41	elektrisches Steuersignal
VK1, VK2, VK3	steuerbare Öffnungsventile
VK11	Zuführung
VK12	Abgang
VK121	Zufuhr Druckluft
VK122	Abfuhr Druckluft
VK13	Entlüftung (Druckentlastung gegen Atmosphäre)
VK14	elektrische Steuerung
B	Doppelmediumarbeitszylinder, z.B. Linear- oder Schwenkkolben (kombinierter Pneumatik- und Hydraulikzylinder)
A	Arbeitskammer für Kolbenbewegung
A1	Druckluftanschluss
A2	Hydraulikanschluss
AL	erster Teil der Arbeitskammer (Pneumatikkammerteil)
AF	zweiter Teil der Arbeitskammer (Hydraulikkammerteil)
K	verfahrbarer Arbeitskolben, linear bzw. rotatorisch verfahrbar
KT	Kolbenteller, ein- und ausfahrbar bzw. schwenkbar
KS	Kolbenstange, ein- und ausfahrbar bzw. schwenkbar
KV	erste Verfahrrichtung, z.B. linear Vorschub oder Vordrehung
KR	zweite Verfahrrichtung, z.B. linearer Rücklauf oder Rückdrehung
B1, B2, B3	Doppelmediumarbeitszylinder einer Arbeitsvorrichtung

AB1	Arbeitskammer zur Führung eines Arbeitskolbens
AB11	Druckluftanschluss
AB12	Hydraulikanschluss
5 AB1L	erster Teil der Arbeitskammer (Pneumatikkammerteil)
AB1F	zweiter Teil der Arbeitskammer (Hydraulikkammerteil)
KB1	verfahrbarer Arbeitskolben
10 KB1V	erste Verfahrrichtung, z.B. Vorlauf
KB1R	zweite Verfahrrichtung, z.B. Rücklauf
M	geschlossene Speichervorrichtung
H	geschlossener Hydraulikdruckspeicher (Druckausgleichsbehälter)
15 HM	Hydraulikmedium
HD	Druckluftkissen
H1	Zuführung für Befüllung und Druckbeaufschlagung
20 H2	Abgang für Hydraulikmedium
H21	Abfuhr Hydraulikmedium
H22	Zufuhr Hydraulikmedium
Hmin	minimaler Pegel des Hydraulikmediums
25 Hmax	maximaler Pegel des Hydraulikmediums
W	einstellbare Drosseleinrichtung
W1	elektrisches Steuersignal
30 W2	Drosselelemente für Hydraulikmedium
WB1, WB2, WB3	Drosselteileinrichtungen
D1, D2, D3	einstellbare Drosselelemente
S1, S2, S3	steuerbare Start-Stop-Ventile
35 P1	steuerbares Absperrventil

Patentansprüche

1. Hydropneumatisches Antriebssystem mit zumindest einem Doppelmediumarbeitszylinder (B; B1, B2, B3), welcher einen in einer Arbeitskammer (A; AB1) verfahrbaren Arbeitskolben (K; KB1) aufweist, und mit
 - a) einem aktiven Druckluftherzeuger (D), der Druckluft (LV) mit einem möglichst gleichbleibenden Arbeitsdruck (D2) bereitstellt,
 - b) einer geschlossenen Speichervorrichtung (M) für ein Hydraulikmedium (HM) mit einem Druckausgleichsbehälter (H) zur Aufnahme des über ein Druckluftkissen (HD) unter einem Vordruck stehenden Hydraulikmediums (HM), wobei der Vordruck des Druckluftkissens (HD) auch bei einem maximalen Pegelstand (Hmax) des Hydraulikmediums (HM) im Druckausgleichsbehälter (H) kleiner ist als der minimale Arbeitsdruck der Druckluft (LV) des Druckluftherzeugers.

zeugers (D), und wobei

c) die Arbeitskammer (A; AB1) des zumindest einen Doppelmediumarbeitszylinders (B; B1, B2, B3) aufweist

- einen ersten Teil (AL; AB1L) auf einer ersten Seite des Arbeitskolbens (K; KB1), der zur Beaufschlagung mit Druckluft (LV) an den Druckluftherzeuger (D) ankoppelbar ist, und

- einen zweiten Teil (AF; AB1F) auf einer zweiten Seite des Arbeitskolbens (K; KB1), der dauerhaft an den Druckausgleichsbehälter (H) mit dem unter Vordruck stehenden Hydraulikmedium (HM) gekoppelt ist, und mit

d) einem Druckluftverteiler (V; VK1, VK2, VK3) zwischen dem Druckluftherzeuger (D) und dem ersten Teil (AL; AB1L) der Arbeitskammer (A; AB1) eines Doppelmediumarbeitszylinders (B; B1, B2, B3), welcher derart steuerbar ist, dass dieser für

- eine Bewegung des Arbeitskolbens (K; KB1) in einer ersten Verfahrrichtung, z.B. einem Vorlauf (KV; KB1V), den Druckluftherzeuger (D) mit dem ersten Teil (AL; AB1L) der Arbeitskammer (A; AB1) verbindet, und für

- eine Bewegung des Arbeitskolbens (K; KB1) in einer zweiten Verfahrrichtung, z.B. einem Rücklauf (KR; KB1R), den Druckluftherzeuger (D) absperrt und den ersten Teil (AL; AB1L) der Arbeitskammer (A; AB1) öffnet.

2. Antriebssystem nach Anspruch 1, mit einem geschlossenen Ausdehnungsgefäß als Druckausgleichsbehälter (H), insbesondere einem Membranausdehnungsgefäß.

3. Antriebssystem nach Anspruch 1 oder 2, mit einem Hydraulikmedium (HM) mit Schmiereigenschaften.

4. Antriebssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die geschlossene Speichervorrichtung (M) zusätzlich aufweist zumindest eine einstellbare Drosseleinrichtung (W; WB1, WB2, WB3) zwischen dem zweiten Teil (AF; AB1F) der Arbeitskammer (A; AB1) eines Doppelmediumarbeitszylinders (B; B1, B2, B3) und der geschlossenen Speichervorrichtung (M) für das Hydraulikmedium (HM) zur Vorgabe einer Geschwindigkeit des Arbeitskolbens (K; KB1) in einer Verfahrrichtung, z.B. einem Vorlauf (KV; KB1V).

5. Antriebssystem nach Anspruch 4, wobei die dem

zweiten Teil der Arbeitskammer (A; AB1) eines Doppelmediumarbeitszylinders (B; B1, B2, B3) nachgeschaltete Drosseleinrichtung (W; WB1, WB2, WB3) zumindest einen Zweig aus einem einstellbaren Drosselement (D1, D2, D3) und einem steuerbaren Start-Stop-Ventil (S1, S2, S3) aufweist.

6. Antriebssystem nach Anspruch 5, wobei die nachgeschaltete Drosseleinrichtung (W; WB1, WB2, WB3) aufweist

mehrere parallele Zweige aus einem einstellbaren Drosselement (D1, D2, D3) und einem steuerbaren Start-Stop-Ventil (S1, S2, S3) zur Vorgabe von verschiedenen Geschwindigkeiten des Arbeitskolbens (K; KB1) im jeweiligen Doppelmediumarbeitszylinder (B; B1, B2, B3) in einer Verfahrrichtung, z.B. einem Vorlauf (KV; KB1V).

7. Antriebssystem nach Anspruch 5 oder 6, wobei dem zumindest einen Zweig aus einem einstellbaren Drosselement (D1, D2, D3) und einem steuerbaren Start-Stop-Ventil (S1, S2, S3)

ein steuerbares Absperrentil (P1) parallelgeschaltet ist, welches an Stelle eines Start-Stop-Ventils (S1, S2, S3) für ein möglichst große Geschwindigkeit des Arbeitskolbens (K; KB1) in einer Verfahrrichtung, z.B. einem Rücklauf (KR; KB1R), im jeweiligen Doppelmediumarbeitszylinder (B; B1, B2, B3) geöffnet wird.

8. Antriebssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Vordruck des Druckluftkissens (HD) für das Hydraulikmedium (HM) im Druckausgleichsbehälter (H) der geschlossenen Speichervorrichtung (M)

bei maximalem Pegelstand (Hmax) einen Wertebereich von ca. 4 bis 4,5 bar nicht überschreitet und bei minimalem Pegelstand (Hmin) einen Wertebereich von ca. 1 bis 2 bar nicht unterschreitet.

9. Antriebssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die vom aktiven Druckluftherzeuger (D) bereitgestellte Druckluft (LV)

einen in einem Wertebereich von ca. 6 bis 8 bar liegenden Arbeitsdruck aufweist.

10. Antriebssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei

der steuerbare Druckluftverteiler (V; VK1, VK2, VK3) für die Bewegung des Arbeitskolbens (K; KB1) in einer Verfahrrichtung, z.B. einem Rücklauf (KR; KB1R), den ersten Teil (AL; AB1L) der Arbeitskammer (A; AB1) eines Doppelmediumarbeitszylinders (B; B1, B2, B3) in die Atmosphäre öffnet (VK13).

11. Antriebssystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der steuerbare Druckluftverteiler ein umschaltbares Ventil (V; VK1, VK2, VK3) auf-

weist, worüber der erste Teil (AL; AB1L) der Arbeitskammer (A; AB1) eines Doppelmediumarbeitszylinders (B; B1, B2, B3) entweder mit dem Druckluftheizer (D) verbindbar ist oder dieser geöffnet wird, besonders in die Atmosphäre.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

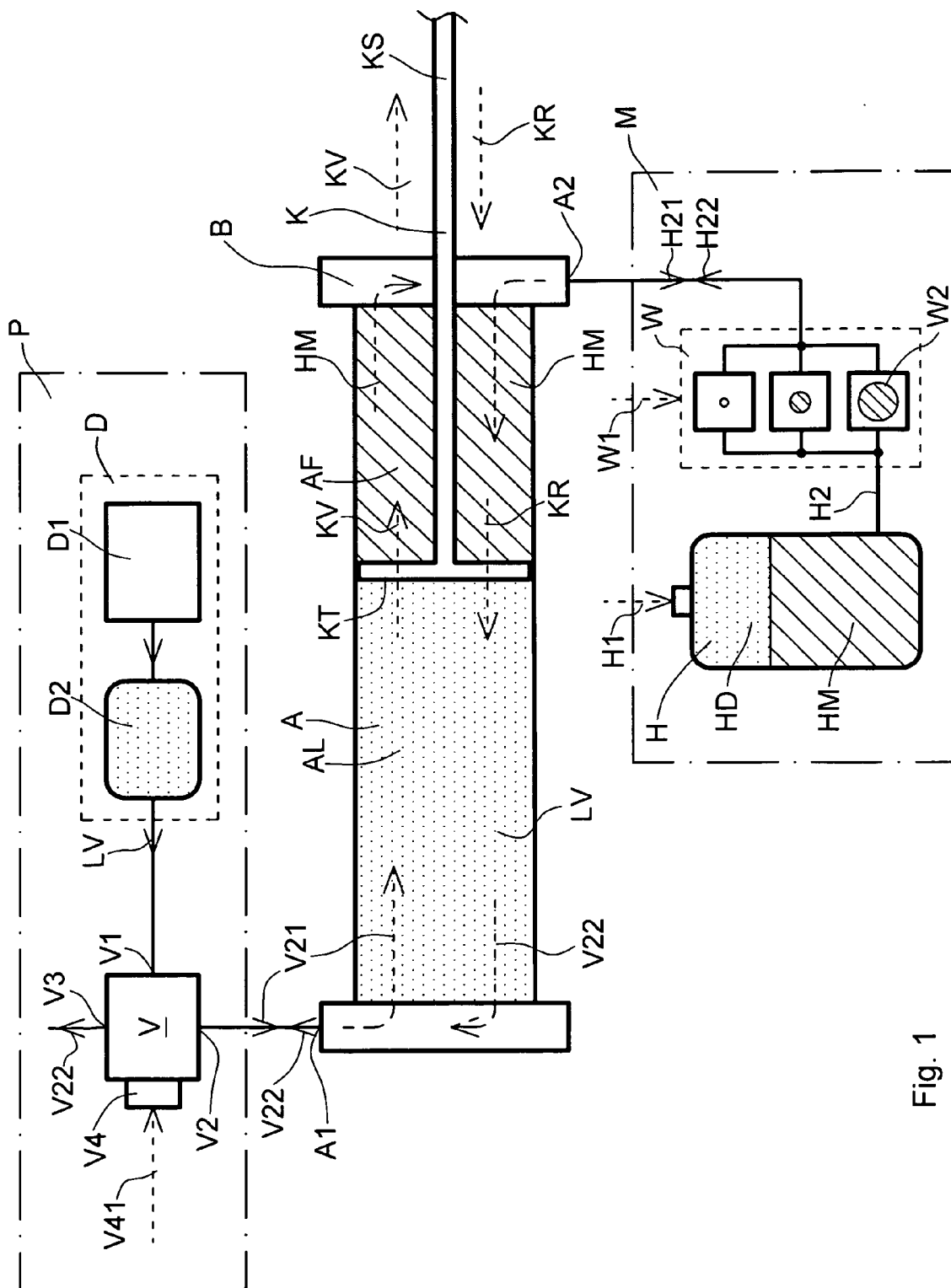


Fig. 1

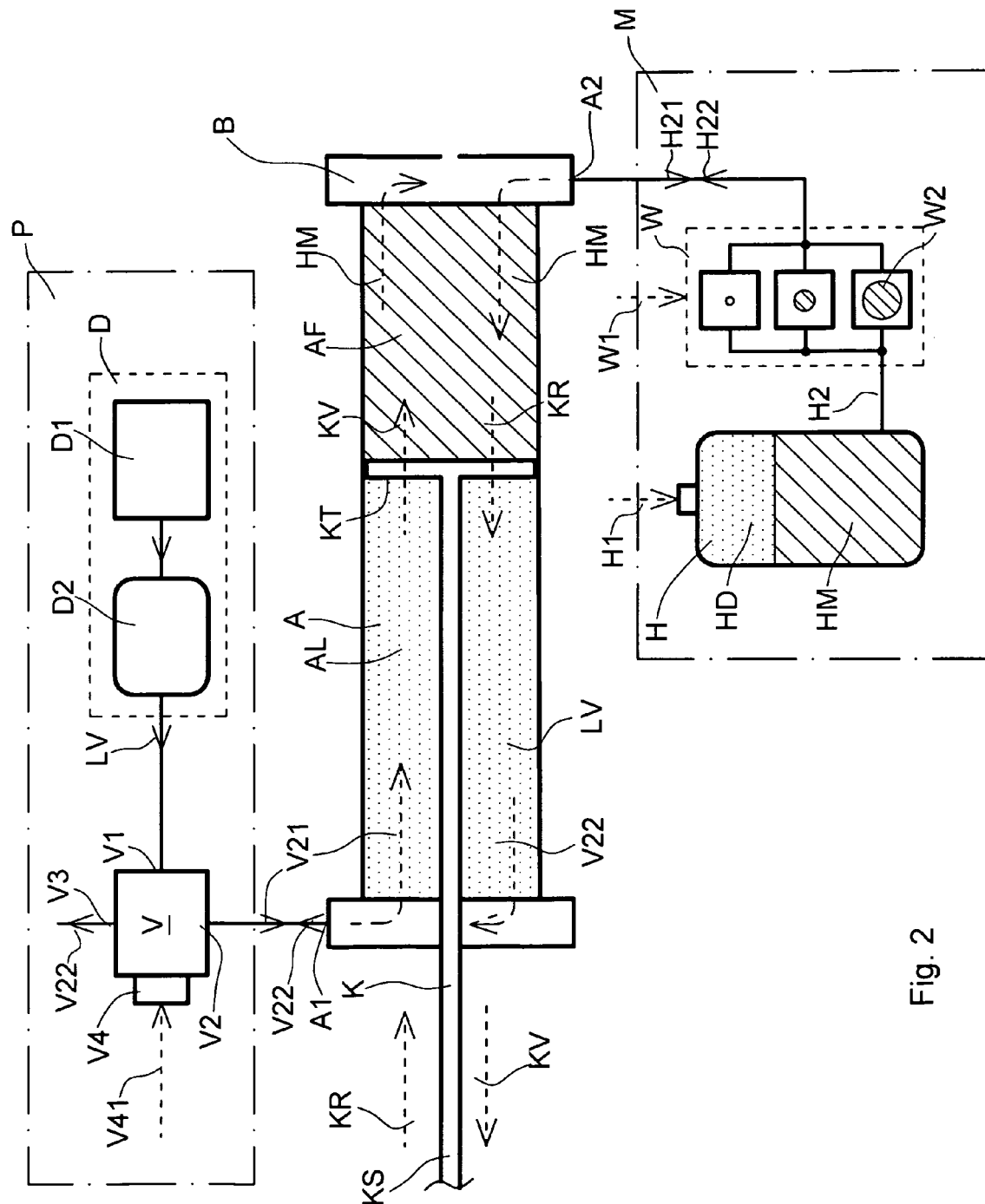


Fig. 2

