



(11) **EP 1 987 255 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.06.2012 Patentblatt 2012/23

(21) Anmeldenummer: **06707116.7**

(22) Anmeldetag: **21.02.2006**

(51) Int Cl.:
F15B 11/042^(2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/001538

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/095964 (30.08.2007 Gazette 2007/35)

(54) **PNEUMATISCHES ANTRIEBSSYSTEM**

PNEUMATIC DRIVE SYSTEM

SYSTEME PNEUMATIQUE D'ENTRAÎNEMENT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.11.2008 Patentblatt 2008/45

(73) Patentinhaber: **FESTO AG & Co. KG**
73734 Esslingen (DE)

(72) Erfinder:
• **HIRLING, Ulrich**
73770 Denkendorf (DE)

• **CASIMIR, Ute**
73732 Esslingen (DE)

(74) Vertreter: **Abel, Martin**
Patentanwälte
Magenbauer & Kollegen
Plochinger Strasse 109
D-73730 Esslingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 3 118 764

EP 1 987 255 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 ein pneumatisches Antriebssystem, mit mindestens einem Pneumatikantrieb, der ein Antriebsgehäuse und eine diesbezüglich durch Druckluftbeaufschlagung bewegbare Abtriebseinheit aufweist, wobei die Abtriebseinheit einen Abtriebskolben enthält, der in dem Antriebsgehäuse zwei Arbeitskammern voneinander abteilt, von denen eine oder beide an zur gesteuerten Druckluftbeaufschlagung dienende Steuerventilmittel angeschlossen sind, die zwischen mehreren Schaltstellungen umschaltbar sind, unter denen sich eine einen Drosselquerschnitt vorgebende Luftsparsstellung befindet, und die als weitere Schaltstellung eine einen im Vergleich zu dem Drosselquerschnitt größeren Strömungsquerschnitt vorgebende Hochkraftstellung aufweisen, wobei den Steuerventilmitteln Betätigungsmittel zugeordnet sind, die während der Druckluftzufuhr in eine Arbeitskammer das Umschalten der an diese Arbeitskammer angeschlossenen Steuerventilmittel in Abhängigkeit von dem in mindestens einer Arbeitskammer herrschenden Luftdruck derart steuern, dass ein Umschalten aus der normalerweise eingenommenen Luftsparsstellung in die Hochkraftstellung stattfindet, wenn und zumindest solange die Abtriebseinheit einem erhöhten Bewegungswiderstand ausgesetzt ist.

[0002] Ein aus der WO 02/14698 A1 bekanntes pneumatisches Antriebssystem wird für Krustenbrecheranwendungen bei der Aluminiumverarbeitung eingesetzt. Es enthält einen als Krustenbrecherzylinder ausgebildeten Pneumatikantrieb, dessen Abtriebseinheit zu oszillierenden Arbeitsbewegungen antreibbar ist, bei denen sie unter Durchstoßen einer eventuell aufgebauten Materialkruste zeitweilig in ein Aluminiumschmelzbad eingetaucht wird. Verantwortlich für die jeweilige Arbeitsbewegung ist ein Richtungsvorgabeventil, das die Zufuhr und Abfuhr von Druckluft in zwei vom Abtriebskolben der Abtriebseinheit unterteilte Arbeitskammern steuert. An der Steuerung der Druckluftbeaufschlagung wirken außerdem zweifach vorhandene Steuerventilmittel mit, die in die Verbindung zwischen dem Richtungsvorgabeventil und je einer Arbeitskammer eingeschaltet sind. Diese Steuerventilmittel können unterschiedliche Schaltstellungen einnehmen, wobei eine Schaltstellung für das Hervorrufen der Arbeitsbewegung verantwortlich ist, indem sie einen Luftdurchgang freischaltet. Um den Luftverbrauch zu minimieren, ist diese Schaltstellung als Luftsparsstellung ausgeführt, indem der Fluiddurchgang einen Drosselquerschnitt aufweist, der nur einen begrenzten Durchfluss zulässt. Somit bleibt der Füllungsgrad der angeschlossenen Arbeitskammer auf einem möglichst geringen Niveau. Trifft die Abtriebseinheit auf eine Aluminiumkruste und wird ihr daher ein erhöhter Bewegungswiderstand entgegengesetzt, baut sich über den Drosselquerschnitt hinweg allmählich ein zunehmend höherer Betätigungsdruck in der angeschlossenen Arbeitskammer auf, bis die erforderliche Durchstoßkraft erreicht ist. Bei Eintreffen in einer Hubendlage verursacht

die Abtriebseinheit schließlich ein Umschalten der Steuerventilmittel in eine Sperrstellung, um eine weitere Druckluftzufuhr in den Pneumatikantrieb zu unterbinden.

[0003] Bedingt durch den Zeitbedarf, der für den Druckaufbau im Pneumatikantrieb erforderlich ist, wenn die Abtriebseinheit eine Schmelzkruste zu durchbrechen hat, stellen sich bei den einzelnen Arbeitszyklen von Fall zu Fall unregelmäßige Zeitverzögerungen ein.

[0004] Eine vergleichbare Anordnung beschreibt die EP 0771396 B1. Dort wird zwar als alternative Bauform auch die Möglichkeit beschrieben, auf eine in die Steuerleitungen eingebaute Drossel zu verzichten. Dies hat allerdings eine ständige intensive Druckluftbeaufschlagung der Arbeitskammern zur Folge, was sich nachteilig auf den Druckluftverbrauch auswirkt.

[0005] Die DE 31 18 764 A1 beschreibt eine pneumatische Türbetätigungsanlage, die mit einem pneumatischen Antriebssystem vergleichbar der eingangs genannten Art ausgestattet ist. Nachdem die Anlage durch Betätigung eines Nothahns entlüftet worden ist, wird durch eine Drosselfunktion ein schlagartiges Belüften der Anlage solange verhindert, bis die Drossel bewusst wieder ausgeschaltet wird.

[0006] Eine wesentliche Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Maßnahmen vorzuschlagen, die eine Verringerung der Zykluszeiten ohne übermäßigen Mehrverbrauch an Druckluft gestatten.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe ist vorgesehen, dass die Steuerventilmittel als weitere Schaltstellung eine einen im Vergleich zu dem Drosselquerschnitt kleineren Strömungsquerschnitt vorgebende Haltestellung aufweisen und dass den Steuerventilmitteln in Abhängigkeit von der Position der Abtriebseinheit aktivierbare weitere Betätigungsmittel zugeordnet sind, die das Umschalten in die Haltestellung bewirken können, wenn die Abtriebseinheit bei ihrer Arbeitsbewegung eine Hubendlage oder eine Position kurz vor der Hubendlage erreicht.

[0008] Auf diese Weise bewegt sich die Abtriebseinheit so lange im Luftsparmodus, wie sie keinem erhöhten Bewegungswiderstand ausgesetzt ist. Bedingt durch den hierbei wirksamen Drosselquerschnitt beschränkt sich der Füllungsgrad der angeschlossenen Arbeitskammer auf ein Minimum, und folglich auch der Luftverbrauch. Sobald jedoch ein erhöhter Bewegungswiderstand seitens der Abtriebseinheit zu verzeichnen ist, schalten die für die Druckeinspeisung in die betreffende Arbeitskammer verantwortlichen Steuerventilmittel aufgrund der im Pneumatikantrieb auftretenden Druckänderung in die Hochkraftstellung um und ermöglichen mit vergrößertem Strömungsquerschnitt einen schnelleren Luftzufluss und somit eine rasche Druckerhöhung in der angeschlossenen Arbeitskammer. Dies führt zu einer Verstärkung der Stellkraft und einer Überwindung des der Abtriebseinheit entgegengesetzten Bewegungswiderstandes. Nach Reduzierung des Bewegungswiderstandes können die Steuerventilmittel eventuell wieder in die Luftsparsstellung zurückschalten. Somit tritt ein Luftmehrverbrauch nur ab oder während der Betriebsphase ein, in der auch

tatsächlich ein höherer Betätigungsdruck benötigt wird. Ansonsten bleibt der Luftverbrauch auf dem gedrosselten Normalniveau. Gleichzeitig verringern sich die Zykluszeiten, weil die Luftbefüllzeit in der Hochkraftstellung wesentlich kürzer ist als in der beim Stand der Technik stets beibehaltenen Luftsparstellung.

[0009] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Steuerventilmittel eine dritte Schaltstellung aufweisen, in der der Druckluft ein im Vergleich zu dem Drosselquerschnitt kleinerer Strömungsquerschnitt zur Verfügung gestellt wird. Diese Schaltstellung sei als Haltestellung bezeichnet, weil sie wirksam ist, um die Abtriebseinheit sicher in ihrer Hubendlage festzuhalten. Die Haltestellung der Steuerventilmittel wird in Abhängigkeit von der Position der Abtriebseinheit wirksam, wenn sich Letztere in die Hubendlage annähert beziehungsweise diese erreicht hat.

[0010] Die geschilderten Vorteile erweisen sich als besonders beachtlich, wenn das pneumatische Antriebssystem als Krustenbrechersystem bei der Aluminiumherstellung beziehungsweise -verarbeitung eingesetzt wird. Aufgrund der kurzen Betriebszykluszeiten erweist sich hier die Luftsparung als immens. Gleichzeitig steht bei Bedarf mit nur kurzer Zeitverzögerung eine erhöhte Stellkraft zur Verfügung, um beispielsweise eine Aluminiumkruste zu durchbrechen oder um an der Abtriebseinheit anhaftendes, erstarrtes Aluminiummaterial abzustreifen. Aufgrund der druckgesteuerten Betätigung ergibt sich überdies der Vorteil, dass der Druckaufbau in der für die momentane Arbeitsbewegung verantwortlichen Arbeitskammer unter Berücksichtigung der Höhe des zu überwindenden Bewegungswiderstandes variabel stattfindet. Man kann somit erreichen, dass in der Hochkraftphase stets nur so viel Druckluft in den Pneumatiktrieb eingespeist wird, wie zum Überwinden des gerade auftretenden Bewegungswiderstandes erforderlich ist.

[0011] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0012] Obgleich sich der erfindungsgemäße Gedanke auch bei Dreh- und Schwenkantrieben einsetzen lässt, erweist sich seine Anwendung vor allem bei Linearantrieben als besonders vorteilhaft.

[0013] Bei dem mindestens einen Linearantrieb handelt es sich vorzugsweise um einen Pneumatikzylinder mit Kolbenstange, der als Krustenbrecherzylinder einsetzbar ist. Der Einsatz ist jedoch nicht auf den Bereich von Krustenbrecheranwendungen beschränkt.

[0014] Die Betätigungsmittel für die Steuerventilmittel sind insbesondere so ausgebildet, dass sie den Umschaltvorgang in Abhängigkeit von demjenigen Luftdruck steuern, der in der an die Steuerventilmittel angeschlossenen Arbeitskammer herrscht. Beim Auftreten eines Bewegungswiderstandes steigt dieser Luftdruck an und ruft das Umschalten aus der Luftsparstellung in die Hochkraftstellung hervor.

[0015] Die Schaltstellung der Steuerventilmittel wird zweckmäßigerweise durch die momentan eingenomme-

ne Stellung eines Steuerventilgliedes dieser Steuerventilmittel vorgegeben. Diesem ist zweckmäßigerweise in Richtung der Luftsparstellung der eingangsseitig an den Steuerventilmitteln anstehende Eingangsdruck aufgeschaltet. Der ausgangsseitig der Steuerventilmittel, also auf der Seite der angeschlossenen Arbeitskammer, herrschende Ausgangsdruck beaufschlagt das Steuerventilglied entgegengesetzt in Richtung der Hochkraftstellung. Gleichzeitig sind in dieser Richtung wirksame Federmittel vorhanden. Wenn die Kraft der Federmittel sowie die aus dem Ausgangsdruck resultierende Stellkraft insgesamt größer sind als die aus dem Eingangsdruck resultierende Stellkraft, findet das Umschalten in die Hochkraftstellung statt. Lässt sich die Stellkraft der Federmittel variabel vorgeben, besteht die Möglichkeit zu einer individuellen Einstellung der Umschaltsschwelle.

[0016] Die Federmittel sorgen zweckmäßigerweise dafür, dass die Steuerventilmittel im drucklosen Zustand die Hochkraftstellung einnehmen. Wird - insbesondere unter Vermittlung eines vorgeschalteten Richtungsvorgabeventils - der Betriebsdruck aufgeschaltet, kann durch eine in den den Ausgangsdruck abgreifenden Beaufschlagungskanal eingeschaltete Drosselstelle ein verzögerter Aufbau der aus dem Ausgangsdruck resultierenden Stellkraft hervorgerufen werden, sodass die Steuerventilmittel umgehend die Luftsparstellung einnehmen.

[0017] Das Umschalten in die Haltestellung kann mechanisch, beispielsweise aufgrund eines mit der Abtriebseinheit zusammenwirkenden stoßelförmigen Stellgliedes hervorgerufen werden, aber auch elektrisch, unter Verwendung geeigneter Positionssensormittel. Der in der Haltestellung vorhandene reduzierte Strömungsquerschnitt verhindert ein zu starkes Auffüllen der angeschlossenen Arbeitskammer und kompensiert gleichzeitig eventuelle Leckageverluste, sodass die Abtriebseinheit konstant festgehalten wird und keine Schwingungsbewegungen ausführt. Als optimal wird eine Auslegung angesehen, bei der der in der Haltestellung freigegebene Strömungsquerschnitt ein Maß aufweist, das unter Berücksichtigung des anstehenden Betriebsdruckes einen Durchfluss vorgibt, der zumindest im Wesentlichen der im Pneumatiktrieb auftretenden Leckage entspricht. Auf diese Weise erhöht sich der Luft-Befüllungsgrad in der angeschlossenen Arbeitskammer nicht oder nur geringfügig, obwohl die Luftverbindung nicht, wie beim Stand der Technik gefordert, abgesperrt ist.

[0018] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Die einzige Figur (Figur 1) zeigt das pneumatische Antriebssystem als vereinfachtes Schaltbild in einer bevorzugten Ausführungsform, die insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, für Krustenbrecheranwendungen geeignet ist.

[0019] Das in seiner Gesamtzeit mit Bezugsziffer 1 bezeichnete pneumatische Antriebssystem umfasst mindestens einen Pneumatiktrieb 2, bei dem es sich zweckmäßigerweise um einen Linearantrieb handelt. Ihm zugeordnet ist eine seiner betriebsmäßige Steue-

zung dienende, insgesamt mit Bezugsziffer 3 bezeichnete Steuereinrichtung.

[0020] Der Typus des Pneumatikantriebes 2 ist prinzipiell beliebig. Beispielsweise könnte es sich um einen kolbenstangenlosen Linearantrieb handeln. Exemplarisch ist er als mit einer Kolbenstange 4 ausgestatteter Pneumatikzylinder ausgeführt.

[0021] Der Pneumatikantrieb 2 enthält ein als Antriebsgehäuse 5 bezeichnetes, eine gewisse Längserstreckung aufweisendes Gehäuse, in dessen Innerem sich ein linear verschiebbarer Abtriebskolben 6 befindet, der mit der schon erwähnten Kolbenstange 4 zu einer als Abtriebseinheit 7 bezeichneten Bewegungseinheit zusammengefasst ist. Diese Abtriebseinheit 7 ist unter Ausführung entweder einer ausfahrenden oder einer ein-fahrenden Arbeitsbewegung 8a, 8b relativ zum Antriebsgehäuse 5 linear bewegbar.

[0022] Durch den Abtriebskolben 6 wird der Innenraum des Antriebsgehäuses 5 in eine rückseitige erste Arbeitskammer 12 und eine vordere, von der Kolbenstange 4 durchsetzte zweite Arbeitskammer 13 unterteilt.

[0023] Die erste Arbeitskammer 12 ist mit einer ersten fluidischen Steuerleitung 14 verbunden, die zweite Arbeitskammer 13 mit einer zweiten fluidischen Steuerleitung 15. Diese beiden Steuerleitungen 14, 15 sind ebenso Bestandteil der Steuereinrichtung 3 wie ein Richtungsvorgabeventil 16, an das die beiden Steuerleitungen 14, 15 mit ihren dem Pneumatikantrieb 2 entgegengesetzten Enden angeschlossen sind.

[0024] Über das Richtungsvorgabeventil 16 kann die Druckluftbeaufschlagung der beiden Arbeitskammern 12, 13 gesteuert werden, um die momentan gewünschte Arbeitsbewegung 8a, 8b der Abtriebseinheit 7 hervorzurufen. Das Richtungsvorgabeventil 16 kann je nach von ihm eingenommener Schaltstellung entweder die eine (14) oder die andere (15) Steuerleitung mit einer Druckluftquelle 17 verbinden, während sie gleichzeitig die jeweils andere Steuerleitung 15, 14 an die Atmosphäre 18 entlüftet. Durch die Druckluftquelle 17 wird unter einem bestimmten Betriebsdruck stehende Druckluft zur Verfügung gestellt.

[0025] Bei dem Richtungsvorgabeventil handelt es sich beispielhaft um ein 5/2-Wegeventil. Es ist durch eine Federeinrichtung 22 in eine aus Figur 1 ersichtliche Grundstellung vorgespannt, in der die zweite Steuerleitung 15 an die Druckluftquelle 17 angeschlossen und die erste Steuerleitung 14 entlüftet ist. Durch eine elektrische oder elektromagnetische Betätigungsverrichtung 23 kann das Richtungsvorgabeventil 16 in die entgegengesetzte Schaltstellung umgeschaltet werden.

[0026] Bei dem Richtungsvorgabeventil 11 kann es sich um ein direkt betätigtes oder um ein vorgesteuertes Ventil handeln. Zur Realisierung der gewünschten Funktionalität kann es sich auch aus mehreren funktionell verknüpften Einzelventilen zusammensetzen, beispielsweise aus zwei 3/2-Wegeventilen.

[0027] Bei einem bevorzugten Anwendungsfall ist der Pneumatikantrieb 2 als Krustenbrecherzylinder ausge-

bildet. Hierbei ist am außerhalb des Antriebsgehäuses 5 befindlichen Endbereich der Kolbenstange 4 ein Stoßelement 24 angeordnet, das geeignet ist, die an der Oberfläche eines Aluminiumschmelzbades oder eines anderen Metallschmelzbades entstandene Kruste zu durchstoßen. Hierbei ist der Pneumatikantrieb 2 typischerweise mit vertikaler Längsrichtung und nach unten ragender Kolbenstange 4 installiert. Bei eingefahrener Abtriebseinheit 7 - dieser Zustand geht aus Figur 1 hervor - nimmt das Stoßelement 24 eine mit Abstand über der Materialkruste liegende Position ein. Zum Durchstoßen der Kruste wird die Abtriebseinheit 7 zu ihrer ausfahrenden Arbeitsbewegung 8a angetrieben, wobei sie mit dem Stoßelement 24 voraus, unter Durchstoßen der eventuell vorhandenen Kruste, in das Aluminiumschmelzbad eintaucht.

[0028] An die beiden Arbeitskammern 12, 13 sind unabhängig voneinander arbeitende erste und zweite Steuerventilmittel 25, 26 angeschlossen. Die ersten Steuerventilmittel 25 sind in den Verlauf der ersten Steuerleitung 14, die zweiten Steuerventilmittel 26 in den Verlauf der zweiten Steuerleitung 15 eingeschaltet. Sie ermöglichen, in Ergänzung zu dem Richtungsvorgabeventil 16, eine in besonderer Weise gesteuerte Druckluftbeaufschlagung der jeweils angeschlossenen Arbeitskammer 12, 13.

[0029] Die Steuerventilmittel 25, 26 besitzen jeweils einen an das Richtungsvorgabeventil 16 angeschlossenen Ventileingang 27 und einen an die zu steuernde Arbeitskammer 12, 13 angeschlossenen Ventilausgang 28.

[0030] Beide Steuerventilmittel 25, 26 sind zwischen verschiedenen Schaltstellungen umschaltbar. Dabei können beide Steuerventilmittel 25, 26 alternativ eine Hochkraftstellung 29, eine Luftsparstellung 30 und eine Haltestellung 31 einnehmen. Gezeigt ist ein Betriebszustand, bei dem sich die ersten Steuerventilmittel 25 in der Hochkraftstellung und die zweiten Steuerventilmittel 26 in der Luftsparstellung befinden.

[0031] Zweckmäßigerweise sind die beiden Steuerventilmittel 25, 26 jeweils von einem Steuerventil gebildet, das ein wahlweise in einer von drei Stellungen positionierbares Steuerventilglied 32 aufweist, welches in der Zeichnung rein symbolisch illustriert ist. Bei dem Steuerventilglied 32 kann es sich beispielsweise um einen Kolbenschieber handeln.

[0032] Allen drei Schaltstellungen ist gemeinsam, dass sie eine Druckluftverbindung zwischen dem Richtungsvorgabeventil 16 und der angeschlossenen Arbeitskammer 12, 13 freigeben. Unterschiedlich ist lediglich die Größe des freigegebenen Strömungsquerschnittes. In keiner Schaltstellung wird der Luftdurchgang komplett abgesperrt.

[0033] Der in der Luftsparstellung 30 freigegebene Strömungsquerschnitt sei als Drosselquerschnitt bezeichnet. Er ist geringer als der Nennquerschnitt der jeweils angeschlossenen Steuerleitung 14, 15 und bewirkt eine Drosselung der hindurchströmenden Druckluft. Wenn sich die Abtriebseinheit 7 ungehindert bewegen

kann, steht somit am Ventilausgang 28 ein gegenüber dem eingespeisten Betriebsdruck geringerer Ausgangsdruck an, der als momentaner Arbeitsdruck auch in der angeschlossenen Arbeitskammer 12, 13 ansteht.

[0034] Der in der Hochkraftstellung 29 freigegebene Strömungsquerschnitt ist größer als der Drosselquerschnitt. Er ermöglicht insbesondere einen ungedrosselten Luftdurchtritt und entspricht zweckmäßigerweise dem Nennquerschnitt der Steuerleitungen 14, 15.

[0035] Der geringste Strömungsquerschnitt wird in der Haltestellung 31 zur Verfügung gestellt. Dieser ist sogar noch wesentlich kleiner als der in der Luftsparstellung 30 wirksame Drosselquerschnitt, worauf später noch eingegangen wird.

[0036] Beiden Steuerventilmitteln 25, 26 sind unabhängig voneinander arbeitende erste beziehungsweise zweite Betätigungsmittel 36, 37 zugeordnet. Diese sind dafür verantwortlich, ob die zugeordneten Steuerventilmittel 25, 26 die Hochkraftstellung 29 oder die Luftsparstellung 30 einnehmen. Ein Umschalten in die Haltestellung 31 können sie hingegen nicht bewirken.

[0037] Für das Umschalten in die Haltestellung 31 sind erste und zweite weitere Betätigungsmittel 38, 39 zuständig, die anders als die rein druckabhängig arbeitenden ersten und zweiten Betätigungsmittel 36, 37 zweckmäßigerweise rein in Abhängigkeit von der Linearposition der Abtriebseinheit 7 aktiviert oder deaktiviert werden, wobei sie gegenüber den ersten und zweiten Betätigungsmitteln 36, 37 Vorrang haben. Erreicht die Abtriebseinheit 7 eine für das Umschalten in die Haltestellung 31 relevante Position, findet der Umschaltvorgang ungeachtet dessen statt, ob die Steuerventilmittel 25, 26 bis dahin die Hochkraftstellung 29 oder die Luftsparstellung 30 eingenommen hatten.

[0038] Die ersten und zweiten Betätigungsmittel 36, 37 sind in der Lage, das Umschalten der zugeordneten Steuerventilmittel 25, 26 in Abhängigkeit von dem in mindestens einer Arbeitskammer herrschenden Luftdruck zu steuern. Die Steuerung basiert insbesondere auf demjenigen Druck, der in der momentan mit Druckluft gespeisten Arbeitskammer 12, 13 herrscht und welcher vorliegend mit dem am Ventilausgang 28 herrschenden Ausgangsdruck übereinstimmt. Die Auslegung ist zweckmäßigerweise so getroffen, dass normalerweise, wenn sich die Abtriebseinheit 7 ungestört verlagern kann, die Luftsparstellung 30 vorliegt und dass ausgehend hiervon ein Umschalten in die Hochkraftstellung 29 verursacht wird, wenn die Abtriebseinheit 7 bei ihrer Arbeitsbewegung 8a, 8b einem erhöhten Bewegungswiderstand ausgesetzt ist und dadurch der in der momentan mit Druckluft gespeisten Arbeitskammer 12, 13 herrschende Arbeitsdruck bis zu einem vorgegebenen Umschalt-Schwellwert ansteigt.

[0039] Um diesen Umschaltvorgang auf besonders einfache Art zu ermöglichen, sind einem jeweiligen Steuerventilglied 32 beim Ausführungsbeispiel zwei einander entgegengesetzt orientierte erste und zweite Luftbeaufschlagungsflächen 42, 43 zugeordnet. Eine Beaufschla-

gung der ersten Luftbeaufschlagungsfläche 42 führt zu einer Stellkraft in Richtung der Luftsparstellung 30, eine Beaufschlagung der zweiten Luftbeaufschlagungsfläche 43 hat eine in Richtung der Hochkraftstellung 29 wirksame Stellkraft zur Folge.

[0040] Der ersten Lüftbeaufschlagungsfläche 42 ist über einen ersten Beaufschlagungskanal 44 der am Ventileingang 27 anstehende Eingangsdruck zugeführt. Über einen zweiten Beaufschlagungskanal 45 wird die zweite Luftbeaufschlagungsfläche 43 mit dem am Ventilausgang 28 herrschenden Ausgangsdruck beaufschlagt. Zusätzlich sind Federmittel 46 vorhanden, die eine ebenfalls in Richtung der Hochkraftstellung wirkende Stellkraft auf das Steuerventilglied 32 ausüben.

[0041] Die Stellkraft der Federmittel 46 ist zweckmäßigerweise einstellbar, was durch einen schrägen Pfeil symbolisch veranschaulicht ist.

[0042] In den Verlauf des zweiten Beaufschlagungskanals 45 ist zweckmäßigerweise eine Drosselstelle 47 eingeschaltet, die einen zeitverzögerten Druckkraftaufbau an der zweiten Luftbeaufschlagungsfläche 43 bewirkt.

[0043] Lässt man die Haltestellung 31 zunächst außer Acht, ist insbesondere der im Folgenden erläuterte Betriebsablauf des pneumatischen Antriebssystems 1 möglich.

[0044] Die Erläuterung beginnt mit einer Grundstellung bei weitestmöglich in das Antriebsgehäuse 5 eingefahrener Abtriebseinheit 7 und drucklosem System. Hier werden die beiden Steuerventilmittel 25, 26 - wenn die weiteren Betätigungsmittel 38, 39 nicht vorhanden wären - durch die Kraft der Federmittel 46 in der einen maximalen Durchfluss zulassenden Hochkraftstellung 29 gehalten.

[0045] Ausgehend hiervon wird das Richtungsvorgabeventil 16 bei eingeschalteter Druckluftquelle 17 in die nicht gezeigte zweite Schaltstellung umgeschaltet, sodass der ersten Steuerleitung 14 unter Betriebsdruck stehende Druckluft zugeführt und gleichzeitig die zweite Steuerleitung 15 entlüftet wird. Die über die erste Steuerleitung 14 einströmende Druckluft durchströmt die in der Hochkraftstellung befindlichen ersten Steuerventilmittel 25 und beaufschlagt die Abtriebseinheit 7 im Ausfahrinne, sodass diese zu der ausfahrenden Arbeitsbewegung 8a angetrieben wird. Die hierbei vom Abtriebskolben 6 aus der zweiten Arbeitskammer 13 ausgeschobene Druckluft gelangt über die durch die Federmittel 46 in der ebenfalls einen vollen Durchlass ermöglichenden Hochkraftstellung gehaltenen zweiten Steuerventilmittel 26 und das darauffolgende Richtungsvorgabeventil 16 zur Atmosphäre 18. Da in der Steuerleitung 15 Atmosphärendruck herrscht, wird die Schaltstellung der zweiten Steuerventilmittel 26 während der Entlüftungsphase nicht beeinflusst.

[0046] Unmittelbar nach der Lufteinspeisung in die erste Steuerleitung 14 schalten die ersten Steuerventilmittel 25 in die Luftsparstellung 30 um. Dies rührt daher, dass der bis dahin in der gesamten ersten Steuerleitung

14 anstehende Betriebsdruck zwar die erste Luftbeaufschlagungsfläche 42 uneingeschränkt beaufschlagen kann, an der zweiten Luftbeaufschlagungsfläche 43 jedoch wegen der zwischengeschalteten Drosselstelle 47 ein zunächst nur geringer Betätigungsdruck ansteht. Die Auslegung ist so getroffen, dass die über die erste Luftbeaufschlagungsfläche 42 auferlegte, in Richtung der Luftsparstellung wirkende Druckkraft größer ist als die Summe aus der an der zweiten Luftbeaufschlagungsfläche 43 anstehenden Druckkraft und der Stellkraft der Federmitte 46.

[0047] Nach dem Umschalten in die Luftsparstellung 30 stellt sich aufgrund des nun wirksamen Drosselquerschnittes ein im Vergleich zum Eingangsdruck geringerer Ausgangsdruck ein, der auch in der angeschlossenen ersten Arbeitskammer 12 wirksam und dort für den Vortrieb der Abtriebseinheit 7 verantwortlich ist.

[0048] Selbst wenn nun nach einer gewissen Zeit im gesamten zweiten Beaufschlagungskanal 45 ein konstanter Betätigungsdruck herrscht, verharren die ersten Steuerventilmittel 25 in der Luftsparstellung, weil die Auslegung der ersten und zweiten Betätigungsmittel 36, 37 so gewählt ist, dass der vorgenannte, maximal dem Ventil-Ausgangsdruck entsprechende Betätigungsdruck zusammen mit den Federmitte 46 maximal eine Stellkraft ausüben kann, die unterhalb der auf dem Ventil-Eingangsdruck basierenden, entgegengesetzten Betätigungskraft liegt.

[0049] Solange die Abtriebseinheit 7 auf kein Hindernis trifft, wird sie nun mit dem reduzierten Ausgangsdruck der ersten Steuerventilmittel 25 ausgefahren, wobei der Füllungsgrad der ersten Arbeitskammer 12 entsprechend dem niedrigen Ausgangsdruck ebenfalls verhältnismäßig gering ist.

[0050] Erreicht die Abtriebseinheit 7 ungestört ihre maximal ausgefahrene Hubendlage, kann durch Umschalten des Richtungsvorgabeventils 16 ein umgekehrter Bewegungsablauf veranlasst werden, wobei sich die zweiten Steuerventilmittel 26 wie zuvor die ersten Steuerventilmittel 25 und die ersten Steuerventilmittel 25 wie zuvor die zweiten Steuerventilmittel 26 verhalten.

[0051] Das Betriebsverhalten ändert sich allerdings, wenn der Abtriebseinheit 7 während der einen oder anderen Arbeitsbewegung 8a, 8b ein erhöhter Bewegungswiderstand entgegengesetzt wird. Beim Ausfahren kann dies dadurch bedingt sein, dass die Abtriebseinheit 7 mit ihrem Stoßelement 24 auf einer zu durchstoßenden Materialkruste auftrifft. Beim Einfahren kann ein solcher Widerstand beispielsweise durch erstarrte Materialien aus dem Schmelztopf bedingt sein, die sich am ausgefahrenen Endabschnitt der Kolbenstange 4 ablagern.

[0052] Bei einem solchen Betriebszustand steigt der in der momentan mit Druckluft beaufschlagten Arbeitskammer 12 oder 13 herrschende Arbeitsdruck an. Die Schnelligkeit der Druckerhöhung hängt von der Querschnittsgröße des in der Luftsparstellung freigegebenen Drosselquerschnittes ab.

[0053] Da der in der beaufschlagten Arbeitskammer

12 oder 13 ansteigende Arbeitsdruck über den zweiten Beaufschlagungskanal 45 auch auf das Steuerventilglied 32 einwirkt, übersteigt die in der Richtung der Hochkraftstellung wirksame Betätigungskraft irgendwann die über die erste Luftbeaufschlagungsfläche 42 wirksame entgegengesetzte Betätigungskraft. Der für den Umschaltzeitpunkt maßgebliche Umschalt-Schwellwert lässt sich durch gegenseitige Abstimmung der Flächenabmessungen der beiden Luftbeaufschlagungsflächen 42, 43 sowie der Stellkraft der Federmitte 46 beeinflussen und vorgeben.

[0054] Bei einem typischen Anwendungsfall liegt ein Betriebsdruck von 6 bar an, aus dem in der Luftsparstellung ein Arbeitskammerdruck von 2 bar resultiert, wobei der Umschalt-Schwellwert zum Umschalten in die Hochkraftstellung bei einem Arbeitskammerdruck von etwa 2,5 bar liegt.

[0055] Durch das Umschalten in die Hochkraftstellung steht der eingespeisten Druckluft ein wesentlich größerer Strömungsquerschnitt zur Verfügung. Folglich steigt der in der angeschlossenen Arbeitskammer 12 oder 13 herrschende Arbeitsdruck in kurzer Zeit bis auf maximal den in die Steuerventilmittel eingespeisten Betriebsdruck an, sodass die Abtriebseinheit 7 mit einer stark erhöhten fluidischen Stellkraft beaufschlagt ist, aufgrund derer sie in der Lage ist, den Bewegungswiderstand zu überwinden, d.h. vorliegend beispielsweise die Materialkruste zu durchbrechen.

[0056] Sobald sich die Abtriebseinheit 7 wieder mit geringerem Widerstand bewegen lässt, fällt in der Regel der Arbeitskammerdruck aufgrund der Systemdynamik wieder ab, sodass sich an dem Steuerventilglied 32 neuerlich eine resultierende Betätigungskraft zu Gunsten eines Umschaltens in die Luftsparstellung einstellt und ein entsprechendes Zurückschalten in die Luftsparstellung 30 stattfindet.

[0057] Selbst wenn die Steuerventilmittel 25, 26 nach dem Umschalten in die Hochkraftstellung während der sich fortsetzenden Arbeitsbewegung aufgrund der Dynamik des Systems nicht mehr in die Luftsparstellung zurückschalten können, bleibt ein erheblicher Luftverbrauchsvorteil bestehen, weil das Umschalten in die Hochkraftstellung bei den einzelnen Arbeitsbewegungen stets nur dann erfolgt, wenn ein erhöhter Bewegungswiderstand auftritt. In vielen Fällen wird dies nicht der Fall sein, sodass dann ein Betrieb unter voller Ausnutzung der Luftsparfunktion möglich ist.

[0058] Weitere Vorteile ergeben sich, wenn die Steuerventilmittel 25, 26 die schon erwähnte zusätzliche Umschaltmöglichkeit in eine Haltestellung 31 ermöglichen.

[0059] In diesem Zusammenhang sind die weiteren Betätigungsmittel 38, 39 derart ausgebildet, dass sie die momentan mit dem Einspeisen von Druckluft in eine Arbeitskammer 12 oder 13 befassten Steuerventilmittel 25 oder 26 in die einen nurmehr stark reduzierten Strömungsdurchsatz ermöglichende Haltestellung bewirken, wenn die Abtriebseinheit 7 eine Hubendlage oder eine Position kurz vor der Hubendlage erreicht. Durch dieses

positionsabhängige Umschalten ist gewährleistet, dass in den Hubendlagen, wenn sich die Abtriebseinheit 7 nicht mehr weiterbewegen kann, die Druckluft mit einer weiter verringerten Durchflussrate in die angeschlossene Arbeitskammer 12 oder 13 einströmen kann, solange das Richtungsvorgabeventil 16 nicht umgeschaltet wird.

[0060] Durch die ständig aufrechterhaltene Luftbeaufschlagung kann im Vergleich zu einem kompletten Absperren der große Vorteil erzielt werden, dass im System auftretende Leckagen ausgeglichen werden und der in der beaufschlagten Arbeitskammer herrschende Luftdruck normalerweise nie unter eine Schwelle absinkt, die Relativbewegungen der Abtriebseinheit 7 bezüglich des Antriebsgehäuses 5 zulässt.

[0061] Dies ist insbesondere bei einem Einsatz als Krustenbrecherzylinder relevant, wenn es darum geht, die eingefahrene und mithin hochgefahrene Abtriebseinheit 7 sicher festzuhalten und an einem auch nur minimalen Absinken zu hindern.

[0062] Zweckmäßigerweise wählt man den in der Haltestellung 31 freigegebenen Strömungsquerschnitt der Steuerventilmittel 25, 26 derart, dass bezogen auf den anstehenden Betriebsdruck der zugelassene Durchfluss zumindest im Wesentlichen der im Pneumatiktrieb 2 auftretenden Leckage entspricht. Vorzugsweise ist der zugelassene Durchfluss mindestens gleich oder geringfügig größer als der auftretende Leckagedurchfluss, der beispielsweise zwischen dem Abtriebskolben 6 und dem Antriebsgehäuse 5 auftritt.

[0063] Zu Detektion derjenigen Axialposition der Abtriebseinheit 7, bei der das Umschalten der Steuerventilmittel 25, 26 in die Haltestellung 31 ausgelöst werden soll, sind die weiteren Betätigungsmittel 38, 39 mit geeigneten Ansprechmitteln 48, 49 ausgestattet. Diese Ansprechmittel 48, 49 befinden sich zweckmäßigerweise am oder im Antriebsgehäuse 5, wobei sie beim Ausführungsbeispiel ausgebildet sind, um ein rein mechanisches Umschalten der Steuerventilmittel 25, 26 hervorzurufen.

[0064] Zum Zwecke der mechanischen Aktivierung umfassen sie zweckmäßigerweise jeweils mindestens ein stößelförmiges Stellglied 48a, 49a, das so in den Hubweg der Abtriebseinheit 7 ragt, dass es durch diese bei Erreichen der gewünschten Umschaltposition beaufschlagt und verlagert wird.

[0065] Zweckmäßigerweise sind die Ansprechmittel 48, 49 unmittelbare Bestandteile der Steuerventilmittel 25, 26. Dies macht es in besonders vorteilhafter Weise möglich, die Steuerventilmittel 25, 26 unmittelbar am oder im Antriebsgehäuse 5 zu installieren, wie dies in Figur 1 strichpunktiert angedeutet ist. Aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit sind die Steuerventilmittel 25, 26 in der Figur 1 getrennt vom Antriebsgehäuse 5 abgebildet und es ist durch jeweils zweifache Vergabe der Bezugsziffern 48, 49 deutlich gemacht, welche Ansprechmittel 48, 49 zu welchen Steuerventilmitteln 25, 26 gehören.

[0066] Ein rein mechanisches Umschalten hat den

Vorteil, dass auf eine elektrische Ausstattung verzichtet werden kann. Gleichwohl wäre es ohne weiteres möglich, als Ansprechmittel 48, 49 berührungslos auf die zu detektierende Position der Abtriebseinheit 7 ansprechende Sensoren vorzusehen, die bei Aktivierung ein elektrisches Sensorsignal ausgeben, anhand dessen anschließend ein elektrisches Umschalten der Steuerventilmittel 25, 26 in die Haltestellung 31 hervorgerufen wird.

[0067] An dieser Stelle sei erwähnt, dass prinzipiell auch das Umschalten zwischen der Hochkraftstellung 29 und der Luftsparstellung 30 durch elektrische Signale hervorgerufen werden kann, wenn die relevanten Druckparameter durch Druckschalter oder Drucksensoren abgegriffen werden.

[0068] In Verbindung mit den weiteren Betätigungsmitteln 38, 39 ergibt sich auch beim Start des oben geschilderten Betriebsablaufes eine Änderung dahingehend, dass sich die Abtriebseinheit 7 anfänglich kurzzeitig mit reduzierter Geschwindigkeit bewegt, weil die der auf Entlüftung geschalteten Arbeitskammer zugeordneten Steuerventilmittel durch die weiteren Betätigungsmittel in der Haltestellung 31 gehalten werden, bis die Abtriebseinheit den Ansprechbereich der Ansprechmittel 48 bzw. 49 verlassen hat.

[0069] Solange sich die Abtriebseinheit 7 im Ansprechbereich der Ansprechmittel 48 oder 49 befindet, nehmen die zugeordneten Steuerventilmittel 25, 26 die Haltestellung 31 ungeachtet der in den Arbeitskammern 12, 13 herrschenden Arbeitsdrücke ein. Die Schaltstellung ist hier positionsabhängig von der Position der Abtriebseinheit 7 vorgegeben. Erst außerhalb dieses Ansprechbereiches wird die Schaltstellung der Steuerventilmittel 25, 26 druckabhängig zwischen der Luftsparstellung 30 und der Hochkraftstellung 29 gesteuert.

[0070] Wie schon angedeutet, können zumindest die beiden Steuerventilmittel 25, 26 als Baueinheit mit dem Pneumatiktrieb 2 ausgeführt sein. Auch das Richtungsvorgabeventil 16 kann ein Bestandteil dieser Baueinheit sein.

[0071] Das pneumatische Antriebssystem 1 kann mehr als den nur einen Pneumatiktrieb 2 umfassen, wobei dann jedem Pneumatiktrieb 2 zweckmäßigerweise eigene erste und zweite Steuerventilmittel 25, 26 zugeordnet sind. Das Richtungsvorgabeventil 16 hingegen kann prinzipiell der gleichzeitigen Ansteuerung mehrerer parallelgeschalteter Pneumatiktriebe 2 dienen.

[0072] Abweichend vom Ausführungsbeispiel können die einem Pneumatiktrieb 2 zugeordneten Steuerventilmittel 25, 26 auch nur einfach vorhanden sein. Sie sind dann zweckmäßigerweise entweder in die erste Steuerleitung 14 oder in die zweite Steuerleitung 15 eingeschaltet, je nachdem, bei welcher Hubrichtung die damit verbundene Funktionalität angestrebt ist.

Patentansprüche

1. Pneumatisches Antriebssystem, mit mindestens ei-

- nem Pneumatikantrieb (2), der ein Antriebsgehäuse (5) und eine diesbezüglich durch Druckluftbeaufschlagung bewegbare Abtriebseinheit (7) aufweist, wobei die Abtriebseinheit (7) einen Abtriebskolben (6) enthält, der in dem Antriebsgehäuse (5) zwei Arbeitskammern (12, 13) voneinander abteilt, von denen eine oder beide an zur gesteuerten Druckluftbeaufschlagung dienende Steuerventilmittel (25, 26) des pneumatischen Antriebssystems angeschlossen sind, die zwischen mehreren Schaltstellungen umschaltbar sind, unter denen sich eine einen Drosselquerschnitt vorgebende Luftsparstellung (30) befindet, und die als weitere Schaltstellung eine einen im Vergleich zu dem Drosselquerschnitt größeren Strömungsquerschnitt vorgebende Hochkraftstellung (29) aufweisen, wobei den Steuerventilmitteln (25, 26) zum pneumatischen Antriebssystem gehörende Betätigungsmittel (36, 37) zugeordnet sind, die während der Druckluftzufuhr in eine Arbeitskammer (12, 13) das Umschalten der an diese Arbeitskammer (12, 13) angeschlossenen Steuerventilmittel (25, 26) in Abhängigkeit von dem in mindestens einer Arbeitskammer (12, 13) herrschenden Luftdruck derart steuern, dass ein Umschalten aus der normalerweise eingenommenen Luftsparstellung (30) in die Hochkraftstellung (29) stattfindet, wenn und zumindest solange die Abtriebseinheit (7) einem erhöhten Bewegungswiderstand ausgesetzt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerventilmittel (25, 26) als weitere Schaltstellung eine einen im Vergleich zu dem Drosselquerschnitt kleineren Strömungsquerschnitt vorgebende Haltestellung (31) aufweisen und dass den Steuerventilmitteln (25, 26) in Abhängigkeit von der Position der Abtriebseinheit (7) aktivierbare weitere Betätigungsmittel (38, 39) zugeordnet sind, die das Umschalten in die Haltestellung (31) bewirken können, wenn die Abtriebseinheit (7) bei ihrer Arbeitsbewegung eine Hubendlage oder eine Position kurz vor der Hubendlage erreicht.
2. Antriebssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Pneumatikantrieb (2) ein Linearantrieb ist.
 3. Antriebssystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Pneumatikantrieb (2) ein Pneumatikzylinder ist, dessen Abtriebseinheit (7) eine stirnseitig aus dem Antriebsgehäuse (5) herausragende Kolbenstange (4) enthält.
 4. Antriebssystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Pneumatikzylinder ein Krustenbrecherzylinder ist, an dessen Kolbenstange (4) stirnseitig ein zum Durchstoßen der Kruste eines Metallschmelzbades geeignetes Stoßelement (24) angeordnet ist.
 5. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betätigungsmittel (36, 37) derart ausgebildet sind, dass sie das Umschalten der Steuerventilmittel (25, 26) in Abhängigkeit von dem in der an die Steuerventilmittel (25, 26) angeschlossenen Arbeitskammer (12, 13) herrschenden Luftdruck steuern.
 6. Antriebssystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betätigungsmittel (36, 37) derart ausgebildet sind, dass sie die Steuerventilmittel (25, 26) aus der bis dahin eingenommenen Luftsparstellung (30) in die Hochkraftstellung (29) umschalten, wenn der in der an diese Steuerventilmittel (25, 26) angeschlossenen Arbeitskammer (12, 13) herrschende Luftdruck auf einen vorbestimmten Umschalt-Schwellwert angestiegen ist.
 7. Antriebssystem nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerventilmittel (25, 26) ein durch seine momentan eingenommene Stellung die Schaltstellung der Steuerventilmittel (25, 26) definierendes Steuerventilglied (32) enthalten, dem in Richtung der Luftsparstellung (30) wirkend der Eingangsdruck und in Richtung der Hochkraftstellung (29) wirkend der Ausgangsdruck der Steuerventilmittel (25, 26) aufgeschaltet ist und das zusätzlich in Richtung der Hochkraftstellung durch Federmittel (46) beaufschlagt ist.
 8. Antriebssystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Federmittel (46) in ihrer Stellkraft einstellbar ausgebildet sind.
 9. Antriebssystem nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den dem Steuerventilglied (32) den Ausgangsdruck aufschaltenden Beaufschlagungskanal (45) eine einen zeitverzögerten Druckkraftaufbau am Steuerventilglied (32) hervorrufoende Drosselstelle (47) eingeschaltet ist.
 10. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Steuerventilmitteln (25, 26) eingangsseitig ein mit einer Druckluftquelle (17) verbindbares oder verbundenes und insbesondere als 5/2-Wegeventil ausgebildetes Richtungsvorgabeventil (16) vorgeschaltet ist, das in der Lage ist, die beiden Arbeitskammern (12, 13) abwechselnd gegensinnig mit Druckluft zu speisen oder zu entlüften.
 11. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weiteren Betätigungsmittel (38, 39) auf eine vorbestimmte Position der Abtriebseinheit (7) ansprechende und dadurch das Umschalten in die Haltestellung (31) veranlassende Ansprechmittel (48, 49) enthalten.

12. Antriebssystem nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ansprechmittel (48, 49) mindestens ein in den Hubweg der Abtriebseinheit (7) ragendes, bevorzugt stoßelförmiges Stellglied (48a, 49a) umfassen.
13. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerventilmittel (25, 26) zur Vorgabe ihrer Schaltstellungen ein in wahlweise einer von drei Stellungen positionierbares Steuerventilglied (32) enthalten.
14. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der in der Haltestellung (31) der Steuerventilmittel (25, 26) freigegebene Strömungsquerschnitt ein Maß aufweist, das einen Durchfluss vorgibt, der mindestens der im Pneumatikantrieb auftretenden Leckage entspricht und zweckmäßigerweise im Bereich dieser Leckage liegt.

Claims

1. Pneumatic drive system with at least one pneumatic drive (2) which has a drive housing (5) and an output unit (7) movable relative to the former by means of compressed air pressurisation, wherein the output unit (7) contains an output piston (6) which, in the drive housing (5), divides from one another two operating chambers (12, 13), of which one or both are connected to control valve means (25, 26) of the pneumatic drive system serving to provide controlled compressed air pressurisation and switchable between several switching positions, including an air economy position (30) which presets a restrictor cross-section and has as a further switching position a high force position (29) which presets a flow cross-section which is greater than the restrictor cross-section, wherein to the control valve means (25, 26) are assigned actuating means (36, 37) belonging to the pneumatic drive system which, during the admission of compressed air into an operating chamber (12, 13), so control the switching over of the control valve means (25, 26) connected to this operating chamber (12, 13), depending on the air pressure prevailing in at least one operating chamber (12, 13), that a switching over from the normally assumed air economy position (30) into the high force position (29) takes place if and at least so long as the output unit (7) is subject to an increased movement resistance, **characterised in that** the control valve means (25, 26) have as a further switching position a holding position (31) presetting a flow cross-section which is smaller than the restrictor cross-section, and that to the control valve means (25, 26) are assigned further actuating means (38, 39) actuable depending on the position of the output unit (7) which are able

to effect the changeover to the holding position (31) when the output unit (7) in the course of its operating movement reaches an end-of-stroke position or a position just before the end-of-stroke position.

2. Drive system according to claim 1, **characterised in that** the pneumatic drive or drives (2) is or are a linear drive or drives.
3. Drive system according to claim 1 or 2, **characterised in that** the pneumatic drive or drives (2) is or are a pneumatic cylinder or cylinders, the output unit (7) of which contains a piston rod (4) extending outwards from the end face of the drive housing (5).
4. Drive system according to claim 3, **characterised in that** the pneumatic cylinder is a crust-breaking cylinder which has on the end of its piston rod (4) a ram element (24) suitable for piercing through the crust of a metal melting bath.
5. Drive system according to any of claims 1 to 4, **characterised in that** the actuating means (36, 37) are so designed that they control the switching over of the control valve means (25, 26) depending on the air pressure prevailing in the operating chamber (12, 13) connected to the control valve means (25, 26).
6. Drive system according to claim 5, **characterised in that** the actuating means (36, 37) are so designed that they switch the control valve means (25, 26) from the air economy position (30) assumed up to that point in time into the high force position (29), when the air pressure prevailing in the operating chamber (12, 13) connected to this control valve means (25, 26) has risen to a predetermined switch-over-threshold value.
7. Drive system according to claim 5 or 6, **characterised in that** the control valve means (25, 26) contain a control valve element (32) defining the switching position of the control valve means (25, 26) by its currently assumed position and which, acting in the direction of the air economy position (30), is applied to the input pressure, and acting in the direction of the high force position (29), is applied to the output pressure of the control valve means (25, 26), and is additionally biased towards the high force position by spring means (46).
8. Drive system according to claim 7, **characterised in that** the spring means (46) are designed to have adjustable positioning force.
9. Drive system according to claim 7 or 8, **characterised in that** a restriction point (47) generating a delayed-action pressure build-up at the control valve element (32) is inserted in the supply duct (45) pro-

viding the output pressure to the control valve element (32).

10. Drive system according to any of claims 1 to 9, **characterised in that** the control valve means (25, 26) are connected on the input side upstream of a direction setting valve (16) which may be or is connected to a compressed air source (17) and is in particular in the form of a 5/2-way directional valve, which is able to supply the two operating chambers (12, 13) with compressed air or to vent them alternately in opposite directions.
11. Drive system according to any of claims 1 to 10, **characterised in that** the further actuating means (38, 39) contain response means (48, 49) responding to a predetermined position of the output unit (7) and thereby initiating the switchover into the holding position (31).
12. Drive system according to claim 11, **characterised in that** the response means (48, 49) include at least one control element (48a, 49a), preferably plunger-shaped, extending into the path of the output unit (7).
13. Drive system according to any of claims 1 to 12, **characterised in that** the control valve means (25, 26) contain a control valve element (32) which may be positioned as desired in one of three positions to preset their switching positions.
14. Drive system according to any of claims 1 to 13, **characterised in that** the flow cross-section made free in the holding position (31) of the control valve means (25, 26) is of a dimension presetting a flow which corresponds at least to the leakage occurring in the pneumatic drive and expediently lying in the range of this leakage.

Revendications

1. Système d'entraînement pneumatique, comportant au moins un mécanisme d'entraînement pneumatique (2), qui présente un boîtier d'entraînement (5) et une unité de sortie (7) pouvant être déplacée du fait de son exposition à de l'air comprimé, sachant que l'unité de sortie (7) contient un piston de sortie (6), qui sépare dans le boîtier d'entraînement (5) deux chambres de travail (12, 13) entre elles, une des chambres de travail ou les deux chambres de travail étant raccordées à des moyens à soupape de commande (25, 26) du système d'entraînement pneumatique, servant à commander l'exposition à l'air comprimé, lesquels moyens à soupape de commande peuvent être commutés entre plusieurs positions de commutation, parmi lesquelles se trouve une position à économie d'air (30) prédéfinissant une

section transversale d'étranglement, et lesquels moyens à soupape de commande présentent comme autre position de commutation, une position à force élevée (29) prédéfinissant une section transversale d'écoulement plus grande en comparaison avec la section transversale d'étranglement, sachant que des moyens d'actionnement (36, 37) appartenant au système d'entraînement pneumatique sont associés aux moyens à soupape de commande (25, 26), lesquels moyens d'actionnement commandent au cours de l'amenée d'air comprimé dans une chambre de travail (12, 13) la commutation des moyens à soupape de commande (25, 26) raccordés à cette chambre de travail (12, 13) en fonction de l'air comprimé régnant dans au moins une chambre de travail (12, 13) de telle manière qu'une commutation d'une position à économie d'air (30) prise dans les conditions normales dans une position à force élevée (29) a lieu, lorsque et au moins aussi longtemps que l'unité de sortie (7) est exposée à une résistance de déplacement élevée, **caractérisé en ce que** les moyens à soupape de commande (25, 26) présentent comme autre position de commutation une position d'arrêt (31) prédéfinissant une section transversale d'écoulement plus petite en comparaison avec la section transversale d'étranglement, et **en ce que** d'autres moyens d'actionnement (38, 39) pouvant être activés en fonction de la position de l'unité d'entraînement (7) sont associés aux moyens à soupape de commande (25, 26), lesquels moyens d'actionnement peuvent entraîner la commutation dans une position d'arrêt (31), lorsque l'unité de sortie (7) atteint lors de son déplacement en service, une position de fin de course ou une position un peu juste avant la position de fin de course.

2. Système d'entraînement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le mécanisme d'entraînement pneumatique (2) au moins au nombre de un est un mécanisme d'entraînement linéaire.
3. Système d'entraînement selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le mécanisme d'entraînement pneumatique (2) au moins au nombre de un est un cylindre pneumatique, dont l'unité de sortie (7) contient une tige de piston (4) faisant saillie côté frontal du boîtier d'entraînement (5).
4. Système d'entraînement selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le cylindre pneumatique est un cylindre briseur de croûte, au niveau de la tige de piston (4) duquel est disposé côté frontal un élément tamponneur (24) approprié pour passer à travers la croûte d'un bain de fusion métallique.
5. Système d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les moyens d'actionnement (36, 37) sont réalisés de tel-

- le manière qu'ils commandent la commutation des moyens à soupape de commande (25, 26) en fonction de l'air comprimé régnant dans la chambre de travail (12, 13) raccordée aux moyens à soupape de commande (25, 26).
6. Système d'entraînement selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les moyens d'actionnement (36, 37) sont réalisés de telle manière qu'ils commutent les moyens à soupape de commande (25, 26) de la position à économie d'air (30) prise jusqu'à présent dans la position à force élevée (29), lorsque l'air comprimé régnant dans la chambre de travail (12, 13) raccordée à ces moyens à soupape de commande (25, 26) est élevé à une valeur seuil de commutation prédéterminée.
7. Système d'entraînement selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** les moyens à soupape de commande (25, 26) contiennent un organe à soupape de commande (32) définissant par la position qu'il prend à ce moment la position de commutation des moyens à soupape de commande (25, 26), dans lequel organe à soupape de commande la pression d'entrée est commutée en agissant en direction de la position à économie d'air (30), et la pression de sortie des moyens à soupape de commande (25, 26) est commutée en agissant en direction de la position à force élevée (29), et lequel organe à soupape de commande est soumis à l'action de moyens à ressort (46) en plus dans la direction de la position à force élevée.
8. Système d'entraînement selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les moyens à ressort (46) sont réalisés de manière à pouvoir être ajustés dans leur force de réglage.
9. Système d'entraînement selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce qu'un** emplacement d'étranglement (47) entraînant sur l'organe à soupape de commande (32) l'établissement décalé dans le temps d'une force de pression est inséré dans le canal d'alimentation (45) commutant la pression de sortie dans l'organe à soupape de commande (32).
10. Système d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'est** commutée en amont des moyens à soupape de commande (25, 26) côté entrée, une soupape spécifiant la direction (16) réalisée de manière à pouvoir être reliée à une source d'air comprimé (17) ou de manière reliée à cette dernière, réalisée en particulier comme une soupape 5/2 voies, laquelle soupape est en mesure d'alimenter les deux chambres de travail (12, 13) en alternance, à contre-sens en air comprimé ou de les ventiler.
11. Système d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** les autres moyens d'actionnement (38, 39) contiennent des moyens de réponse (48, 49) réagissant à une position prédéterminée de l'unité de sortie (7) et provoquant ainsi la commutation dans la position d'arrêt (31).
12. Système d'entraînement selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les moyens de réponse (48, 49) comportent au moins un organe d'ajustage (48a, 49a) dépassant sur le trajet de course de l'unité de sortie (7), de préférence présentant une forme de coulisseau.
13. Système d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** les moyens à soupape de commande (25, 26) servant à prescrire leurs positions de commutation contiennent un organe à soupape de commande (32) pouvant être positionné au choix dans l'une des trois positions.
14. Système d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** la section transversale d'écoulement libérée dans la position d'arrêt (31) des moyens à soupape de commande (25, 26) présente une mesure qui prescrit un débit, qui correspond au moins à la fuite survenant dans le mécanisme d'entraînement pneumatique et se trouve de manière opportune dans la zone de cette fuite.

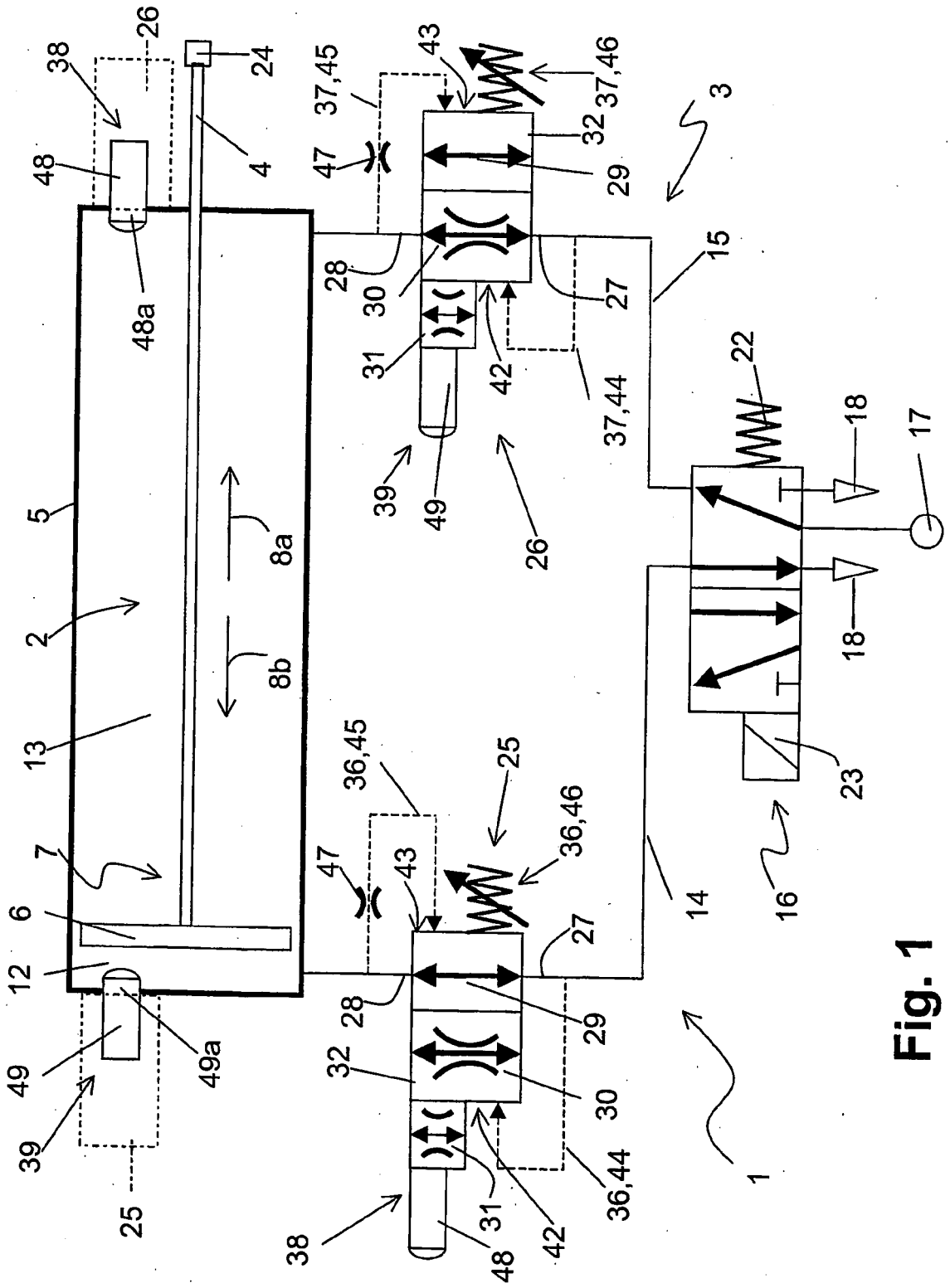


Fig. 1

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

- WO 0214698 A1 [0002]
- EP 0771396 B1 [0004]
- DE 3118764 A1 [0005]