

(19)



(11)

EP 1 727 979 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.07.2007 Patentblatt 2007/29

(51) Int Cl.:
F04B 7/02 ^(2006.01) **F04B 9/117** ^(2006.01)
F04B 15/02 ^(2006.01) **F04B 49/06** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05716190.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/002893

(22) Anmeldetag: **18.03.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2005/093251 (06.10.2005 Gazette 2005/40)

(54) VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER DICKSTOFFPUMPE

DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING A THICK MATTER PUMP

DISPOSITIF ET PROCEDE DE COMMANDE D'UNE POMPE A PATES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **26.03.2004 DE 102004015416**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.12.2006 Patentblatt 2006/49

(73) Patentinhaber: **PUTZMEISTER AKTIENGESELLSCHAFT**
72631 Aichtal (DE)

(72) Erfinder:
• **HOFMANN, Wilhelm**
61138 Niederdorfelden (DE)
• **HÖFLING, Stefan**
63500 Seligenstadt (DE)

(74) Vertreter: **Wolf, Eckhard et al**
Patentanwälte Wolf & Lutz
Hauptmannsreute 93
70193 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 562 398 EP-A- 0 567 826
DE-A1- 4 206 576

EP 1 727 979 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Dickstoffpumpe mit zwei über stirnseitige Öffnungen in einen Materialaufgabebehälter mündenden, mittels einer hydraulischen Reversierpumpe und über diese angesteuerter hydraulischer Antriebszylinder im Gegentakt betätigbaren Förderzylindern, mit einer innerhalb des Materialaufgabebehälters angeordneten, eintrittsseitig abwechselnd an die Öffnungen der Förderzylinder anschließbaren und die jeweils andere Öffnung freigebenden und austrittsseitig mit einer Förderleitung verbundenen, hydraulisch betätigbaren Rohrweiche, wobei bei jedem Förderhub in mindestens zwei in vorgegebenen Abständen voneinander und von den stangen- und/oder bodenseitigen Enden der Antriebszylinder befindlichen Sensorpositionen das Vorbeilaufen der Kolben erfaßt und bei Beendigung eines Förderhubs ein Umsteuervorgang der Reversierpumpe und der Rohrweiche ausgelöst wird.

[0002] Es ist eine Vorrichtung zur Steuerung einer Zweizylinder-Dickstoffpumpe dieser Art bekannt (DE 195 42 258), bei welcher die Endlagen der Kolben der Antriebszylinder mittels Zylinderschaltensensoren zur Erzeugung von Endlagensignalen abgreifbar sind. Die Durchflussumkehr der Reversierpumpe ist dort über die Endlagensignale der Antriebszylinder auslösbar. In der Praxis werden die Endlagensignale üblicherweise über die beiden stangenseitigen Zylinderschaltensensoren ausgelöst. Beim Umsteuern der Reversierpumpe und der Rohrweiche kommt es immer wieder zu Problemen, wenn beispielsweise über eine Fernsteuerung unterschiedliche Fördermengen gefahren werden sollen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Umsteuerung der Reversierpumpe nicht momentan erfolgt. Es bedarf vielmehr einer gewissen Umschaltzeit, innerhalb der die in einer Reversierpumpe vorhandene Schrägscheibe durchgefahren werden kann. Die Umschaltzeiten liegen bei gängigen Reversierpumpen bei ca. 0,1 sec. Bei einem Zwei-Sekunden-Hub entspricht diese Umschaltzeit etwa 5 % der Hubstrecke. Hinzu kommen weitere Verzögerungszeiten, beispielsweise für die Umschaltung der Relais, die in der gleichen Größenordnung liegen können. Dies bedeutet, dass für das Umsteuern der Reversierpumpe je nach Kolbengeschwindigkeit Strecken errechnet werden, die entweder zu einem Anschlagen der Kolben am Boden oder zu einer unvollständigen Entleerung der Zylinder führen können. Aus diesem Grund wurden schon bisher die Zylinderschaltensensoren zur Signalisierung des Kolbendurchlaufs im Bereich der Endpositionen im Abstand vom stangen- oder bodenseitigen Ende der Zylinder angeordnet. Wenn also der Kolben die Sensorposition durchläuft, steht immer noch eine Kolbenlaufstrecke für die Umschaltung zur Verfügung. Bei bekannten Zweizylinder-Dickstoffpumpen wurde die Position der Zylinderschaltensensoren so gewählt, dass bei maximal möglicher Kolbengeschwindigkeit eine Umsteuerung der Reversierpumpe möglich war, die gerade

zu einem Bodenkontakt des Kolbens geführt hat. Wenn der Kolben langsamer läuft, führt dies aufgrund der konstanten Umschaltdauer der Reversierpumpe und der Ansprechzeit der Relais dazu, dass die Kolben während dieser Zeit nicht ganz bis zum benachbarten Boden laufen. Im Zylinder verbleibt also immer eine Restmenge Beton, die bei einem Kolbenhub nicht aus dem Zylinder herausgefördert wird. Dies kann zu einem Aushärten des Betons und zu Stopfen führen. Bei Einkreisumpen wird mit ein und derselben Hydraulikpumpe auch die Rohrweiche umgesteuert. Dies muß exakt in der Zeit erfolgen, in der die Kolben am bodenseitigen oder stangenseitigen Ende angelangt sind. Nur dann ist der Pumpendruck für die Umsteuerung der Rohrweiche ausreichend. Ein besonderes Problem der Einkreispumpe besteht also darin, dass die Zeitpunkte der Umsteuerung der Reversierpumpe, des Anhaltens der Kolben und der Umsteuerung der Rohrweiche exakt aufeinander abgestimmt werden müssen. Bei Zweikreisumpen, bei welchen die Rohrweiche über einen Druckspeicher umgesteuert wird, sind die Abstimmungsprobleme zwar etwas geringer. Gleichwohl ist jedoch auch hier durch eine geeignete Abstimmung dafür zu sorgen, dass der Kolben den Zylinder vollständig abfährt, um unerwünschte Restmengen in den Zylindern zu vermeiden.

[0003] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Dickstoffpumpe der eingangs angegebenen Art zu entwickeln, womit ein vollständiges Entleeren der Zylinder bei jedem Kolbenhub möglich ist und dennoch ein unerwünschtes Anschlagen der Kolben an den Enden der Antriebszylinder vermieden wird.

[0004] Eine Vorrichtung, bzw. ein Verfahren, mit den Merkmalen der Oberbegriffe der Ansprüche 1 und 6 ist z.B. aus dem Dokument DE 42 06 576 A1 bekannt.

[0005] Zur Lösung dieser Aufgabe werden die in den Ansprüchen 1 und 6 angegebenen Merkmalskombinationen vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0006] Die erfindungsgemäße Lösung geht von dem Gedanken aus, dass mit mindestens zwei an beliebigen Stellen der Arbeitszylinder angeordneten Zylinderschaltensensoren, die im Abstand voneinander und von den beiden Endlagen angeordnet sind, eine Bewegungserfassung der Antriebskolben möglich ist, die unter Zuhilfenahme einer rechnergestützten Umsteuereinrichtung mit geeigneter Software eine vollständige Erfassung des Bewegungsablaufs der Kolben entlang der Arbeitszylinder und damit eine Lösung des vorstehend angegebenen Problems erlauben. Um dies zu erreichen, wird gemäß der Erfindung primär vorgeschlagen, dass die rechnergestützte Umsteuereinrichtung eine Mess- und Auswerteroutine zur messtechnischen und/oder rechnerischen Erfassung des zeitlichen Bewegungsablaufs der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden sowie zur Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für eine Umsteuerung der

Reversierpumpe und der Rohrweiche aufweist.

[0007] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur zeitlichen Erfassung des Kolbendurchgangs am Ort der Zylinderschaltensensoren sowie zur Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für eine Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche bei jedem Kolbenhub unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Anschlag am Zylinderende aufweist. Die Bremszeit der Kolben setzt sich im Wesentlichen zusammen aus der Ansprechzeit der Umsteuerrelais und der Durchschaltzeit der Reversierpumpe.

[0008] Bei konstanter Betriebsweise ohne Fördermengenwechsel kann jedem Zeitintervall, das als Referenzwert für die Geschwindigkeit gemessen wird, ein Auslösezeitpunkt für die Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche zugeordnet werden. Die Zeiterfassung kann in diesem Fall beispielsweise über den Umschaltimpuls für die Rohrweiche erfolgen. Der Abstand zwischen zwei Rohrweichenumschaltungen entspricht dann der Hubdauer. Unter Berücksichtigung der gemessenen Hubdauer wird beim Durchgang des Kolbens durch einen der beiden Zylinderschaltensensoren dann der Auslösezeitpunkt für die Umsteuerung bestimmt. Dieser Wert ist bei ein und derselben Pumpenbauart etwa konstant. Eine Besonderheit ergibt sich, wenn die Fördermenge innerhalb eines Pumpenhubs verändert wird. In diesem Fall muß die neue Fördermenge berücksichtigt und in eine entsprechende Restlaufzeit umgerechnet werden, um den exakten Auslösezeitpunkt zu ermitteln.

[0009] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht demgemäß vor, dass die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur Berechnung der Geschwindigkeit der Kolben auf ihrem Weg zwischen den Zylinderschaltensensoren und eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die Umsteuervorgänge unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zu den jeweiligen Endanschlägen in den Zylindern aufweist.

[0010] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Mess- und Auswerteroutine auf vorzugsweise an einem Fernsteuerorgan eingestellte Vorgabewerte für die Fördermenge der Reversierpumpe anspricht und einen Algorithmus zur Bestimmung des Verlaufes der Kolbengeschwindigkeit und des daraus abgeleiteten nächsten Auslösezeitpunkts für die Umsteuervorgänge nach Maßgabe der augenblicklich eingestellten Vorgabewerte aufweist. Dabei ist es von besonderem Vorteil, wenn die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur Bestimmung der Bremszeit oder des Bremswegs der Kolben nach Maßgabe der momentan gemessenen oder berechneten Kolbengeschwindigkeit und eines daraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die Umschaltvorgänge aufweist.

[0011] Verfahrensgemäß wird gemäß der Erfindung primär vorgeschlagen, dass der zeitliche Bewegungsablauf der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylindern

gemessen und/oder berechnet und daraus der jeweils nächste Auslösezeitpunkt für die Umsteuervorgänge abgeleitet wird. Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Kolbendurchgänge am Ort der Zylinderschaltensensoren in zeitlicher Relation zueinander erfaßt werden und dass daraus der Auslösezeitpunkt für die jeweils folgende Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder berechnet wird. Dabei kann die Geschwindigkeit der Kolben auf ihrem Weg zwischen den ausgewählten Zylinderschaltensensoren berechnet und hieraus der nächste Zeitpunkt für die Umsteuervorgänge abgeleitet werden.

[0012] Eine weitere bevorzugte Verfahrensweise besteht darin, dass der zeitliche Bewegungsablauf der Kolben über ferngesteuerte Vorgabewerte für die Fördermenge geändert wird und dass aus dem nach Maßgabe der Vorgabewerte berechneten Bewegungsablauf der Kolben unter Berücksichtigung einer hierdurch modifizierten Bremszeit der nächste Auslösezeitpunkt für die Umsteuervorgänge abgeleitet wird. Dazu kann es zweckmäßig sein, dass die Bremszeit oder der Bremsweg der Kolben aus der gemessenen oder berechneten momentanen Kolbengeschwindigkeit unter jeweiliger Berücksichtigung der gerätespezifischen Ansprech- und Umschaltzeiten der Reversierpumpe ermittelt und daraus der jeweils nächste Auslösezeitpunkt berechnet wird.

[0013] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung in schematischer Weise dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einer Zweizylinder-Dickstoffpumpe in teilweise geschnittener schaubildlicher Darstellung;

Fig. 2 ein Schaltschema einer rechnergestützten Antriebshydraulik für die Zweizylinder-Dickstoffpumpe;

Fig. 3 einen Ausschnitt aus Fig. 2 mit einigen Maßangaben für die Berechnung eines bevorzugten Auslösezeitpunkts;

Fig. 4 ein Geschwindigkeits-/Zeit-Diagramm der Kolbenbewegung entlang den Antriebszylindern;

Fig. 5 ein Flussdiagramm der Mess- und Auslöseroutine.

[0014] Die in Fig. 2 und 3 dargestellte Steuerungsanordnung ist für eine Dickstoffpumpe entsprechend Fig. 1 bestimmt. Die Dickstoffpumpe weist zwei Förderzylinder 50, 50' auf, deren stirnseitige Öffnungen 52 in einen Materialaufgabebehälter 54 münden und abwechselnd während des Druckhubs über eine Rohrweiche 56 mit einer Förderleitung 58 verbindbar sind. Die Förderzylinder

der 50,50' werden über hydraulische Antriebszylinder 5,5' und eine Reversierhydropumpe 6 im Gegentakt angetrieben. Zu diesem Zweck sind die Förderkolben 60,60' der Förderzylinder 50,50' mit den Kolben 8,8' der Antriebszylinder 5,5' über eine gemeinsame Kolbenstange 9,9' verbunden.

[0015] Die Antriebszylinder 5,5' werden bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel bodenseitig über Hydraulikleitungen 11, 11' des Hydraulikkreislaufs mit Hilfe der Reversierpumpe 6 mit Drucköl beaufschlagt und sind an ihrem stangenseitigen Ende über eine Schaukelölleitung 12 hydraulisch miteinander verbunden. Die Bewegungsrichtung der Antriebskolben 8,8' und damit der gemeinsamen Kolbenstange 9,9' wird dadurch umgekehrt, dass die Durchflussrichtung der Reversierpumpe 6 über eine einen Computer 14 und einen Verstellmechanismus 16 enthaltende Umsteuereinrichtung 18 umgekehrt wird. Die Reversierpumpe 6 weist zu diesem Zweck eine Schrägscheibe 62 auf, die bei der Umsteuerung durch ihre Nulllage hindurchgeschwenkt wird, so dass sich die Förderrichtung des Drucköls in den Hydraulikleitungen 11,11' umkehrt. Die Fördermenge der Reversierpumpe 6 kann bei vorgegebener Drehzahl eines nicht dargestellten Antriebsmotors durch den Schwenkwinkel der Schrägscheibe 62 variiert werden. Der Schwenkwinkel der Schrägscheibe 62 kann dabei über ein Fernsteuergerät 64 mit Unterstützung des Computers 14 verstellt werden.

[0016] Die Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche 56 erfolgt, sobald die Kolben 8, 8' der Antriebszylinder 5, 5' ihre Endlage erreichen. Die Umsteuereinrichtung verwertet Ausgangssignale der jeweils im Abstand von den stangenseitigen und bodenseitigen Enden der beiden Antriebszylinder 5,5' angeordneten Zylinderschaltssensoren 20,22 und 20',22', die ausgangsseitig mit dem Rechner 14 der Umsteuereinrichtung 18 verbunden sind. Die Zylinderschaltssensoren sprechen auf die beim Pumpbetrieb vorbeilaufenden Antriebskolben 8,8' an und signalisieren dieses Ereignis an den Rechneingang 66,68. Beim Auftreten der Ausgangssignale wird in der Umsteuereinrichtung zeitverzögert ein Umsteuersignal 76 ausgelöst, das die Reversierpumpe 6 über den Verstellmechanismus 16 umsteuert. Im Zuge des Umsteuervorgangs wird außerdem über ein Signal 77 eine Umsteuerung der Rohrweiche 56 über das Wegeventil 79 und die Plungerzylinder 72,72' ausgelöst. Im Normalbetrieb werden primär die Signale der stangenseitigen Zylinderschaltssensoren 20,20' zur Erzeugung eines Umsteuersignals verwendet. Dazu weist der Rechner 14 eine Mess- und Auswerteroutine 40 (vgl. Fig. 5) auf, in welcher die Ausgangssignale der stangenseitigen Zylinderschaltssensoren 20,20' unter Bildung eines Umsteuersignals 76,77 für die Reversierpumpe 6 und/oder die Rohrweiche 56 ausgewertet werden.

[0017] Im Folgenden werden anhand der Fig. 3 und 4 die der Mess- und Auswerteroutine 40 zugrunde liegenden Berechnungsmethoden näher erläutert.

[0018] In Fig. 3 sind die stangenseitigen Zylinder-

schaltssensoren 20,20' mit S₁ und S₂ bezeichnet. Dementsprechend sind die Sensorpositionen vom bodenseitigen Ende der Antriebszylinder aus mit X_{S1} und X_{S2} bezeichnet, während die Nutzlänge des Zylinders, die sich aus der Zylinderlänge abzüglich Kolbenlänge errechnet, mit X_{Zyl} bezeichnet ist. Hierbei handelt es sich um den maximalen Kolbenhub. Die Positionen X_{S1}, X_{S2} der Zylinderschaltssensoren und die Nutzlänge X_{Zyl} sind bekannt.

[0019] Ziel der Erfindung ist die Berechnung einer Position X_x bzw. die zugehörige Zeit t_x für den Kolbendurchlauf an der Stelle X_x, von der aus die Reversierpumpe umgesteuert werden muss, damit ein vollständiger Kolbenhub ohne hartes Anschlagen am Zylinderboden erzielt werden kann. Diese Position ist abhängig von der Fördermenge, jedoch unabhängig von der Position der Zylinderschaltssensoren (vgl. Fig. 4). Die Geschwindigkeit V_K des Kolbens ergibt sich aus der Nutzlänge X_{Zyl} und der Hubzeit t_{Hub} sowie den Beschleunigungs- und Bremswegen und -zeiten X_{Beschl}, X_{Brems}, t_{Beschl}, t_{Brems} zu:

$$V_K = \frac{X_{Zyl} - X_{Beschl} - X_{Brems}}{t_{Hub} - t_{Beschl} - t_{Brems}}$$

[0020] Der Brems- oder Auslösepunkt für die Umsteuerung ergibt sich zu:

$$X_x = X_{Zyl} - X_{Brems}$$

wobei zur Vereinfachung von einer konstanten Bremsbeschleunigung b_{brems} ausgegangen wird:

$$t_{brems} = V_K / b_{brems}$$

[0021] Hieraus ergibt sich

$$X_x = X_{Zyl} - \frac{1}{2} \cdot \frac{V_K^2}{b_{brems}}$$

[0022] Der Bremszeitpunkt bestimmt sich demgemäß zu

$$t_x = t_{Hub} \cdot \frac{X_x}{X_{Zyl}}$$

[0023] Eine genauere Bestimmung des Auslösezeitpunkts ist möglich, wenn zusätzlich die Informationen des Kolbendurchlaufs durch die Schalterpositionen S_1 bzw. S_2 hinzugenommen werden. So errechnet sich beispielsweise die Zeit zwischen dem Hubanfang und dem Schalter 1 zu

$$t_{xS_1} = \frac{X_{S_1}}{X_{Zyl}} \cdot t_{Hub}$$

[0024] Für die Auslösezeit vom Schalter 1 aus ergibt sich ein Wert

$$\Delta t_{x1} = t_x - t_{xS_1}$$

[0025] Entsprechendes gilt für die Position x_{S_2} des Zylinderschaltensors S_2 :

$$\Delta t_{x2} = t_x - t_{xS_2}$$

[0026] Falls die Schalter S_1 bzw. S_2 vor dem Auslösezeitpunkt überfahren werden, wird die Zeit Δt_{x1} bzw. Δt_{x2} nach dem Überfahren des Zylinderschaltensors beginnen. Liegen die Zylinderschaltensoren hinter der Auslöseposition, so wird die Auslösezeit ab Hubbeginn berechnet.

[0027] Analog zu den vorstehend beschriebenen Berechnungsmethoden kann der Auslösezeitpunkt auch bei einer Änderung der Fördermenge bestimmt werden. Dazu ist die Nutzlänge X_{Zyl} in Abhängigkeit von der Fördermengenänderung aufzuteilen und die neue Geschwindigkeit V_K des Kolbens für die Berechnung der Bremszeit anzusetzen. Diese ist aufgrund der vorgegebenen Fördermenge bekannt.

[0028] Das Flussdiagramm der Mess- und Auswerterroutine 40 in Fig. 5 veranschaulicht die Mess- und Steuerungsvorgänge während der Kolbenbewegung in den Arbeitszylindern. An den Positionen S_1 und S_2 der Zylinderschaltensoren wird der Zeitpunkt t_{s1} und t_{s2} des vorbeilaufenden Kolbens ermittelt und daraus die theoretische Hubzeit t_{Hub} berechnet. Falls zwischendurch die Fördermenge geändert wird, wirkt sich dies auf die Hub-

zeit t_{Hub} und damit auch auf die Kolbengeschwindigkeit aus. Diese Werte werden dann berücksichtigt bei der Berechnung der Auslösezeit, die schließlich im Zeitpunkt t_x bzw. Δt_x zur Auslösung der Umsteuerbewegungen in der Rohrweiche und in der Reversierpumpe führen.

[0029] Um einen sicheren Betontransport auch beim Ausfallen des einen oder anderen Zylinderschaltensors S_1, S_2 zu gewährleisten, wird parallel zu den Ereignismessungen an den Zylinderschaltensoren eine Vorhaltezeit für die Hubzeit vorgegeben, die unabhängig von den Messvorgängen an den Zylinderschaltensoren über einen Parallelzweig eine Umsteuerung der Rohrweiche und der Reversierpumpe auslösen kann.

[0030] Zusammenfassend ist folgendes festzuhalten: Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Zweizylinder-Dickstoffpumpe, deren Förderkolben mittels einer hydraulischen Reversierpumpe 6 und über diese angesteuerter hydraulischer Antriebszylinder im Gegentakt betätigt werden. Die Förderzylinder 50, 50' werden bei jedem Druckhub über eine Rohrweiche 56 mit einer Förderleitung 58 verbunden. Bei Beendigung eines jeden Druckhubs wird ein Umsteuervorgang der Reversierpumpe 6 und der Rohrweiche 56 ausgelöst. Um auch bei Änderung der Förderleistung eine gezielte Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche zu erreichen, bei denen eine vollständige Entleerung der Förderzylinder ohne Kolbenschläge in den Antriebszylindern gewährleistet ist, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, dass eine rechnergestützte Umsteuereinrichtung vorgesehen ist, die eine Mess- und Auswerterroutine zur messtechnischen und/oder rechnerischen Erfassung des zeitlichen Bewegungsablaufs der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden sowie zur Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die nächste Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche aufweist.

40 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Steuerung einer Dickstoffpumpe mit zwei über stimseitige Öffnungen (52) in einen Materialaufgabebehälter (54) mündenden, mittels mindestens einer hydraulischen Reversierpumpe (6) und über diese angesteuerter hydraulischer Antriebszylinder (5,5') im Gegentakt betätigbaren Förderzylindern (50,50'), mit einer innerhalb des Materialaufgabebehälters (54) angeordneten, eintrittsseitig abwechselnd an die Öffnungen (52) der Förderzylinder (50,50') anschließbaren und die jeweils andere Öffnung freigebenden und austrittsseitig mit einer Förderleitung (58) verbundenen, hydraulisch betätigbaren Rohrweiche (56), wobei die Antriebszylinder (5,5') an ihrem einen Ende über je eine Hydraulikleitung (11,11') mit einem Anschluß der Reversierpumpe (6) und an ihrem anderen Ende über eine Schaukelölleitung (12) miteinander hydraulisch ver-

- bunden sind, mit mindestens zwei in vorgegebenen Abständen voneinander und von den stangen- und/oder bodenseitigen Enden der Antriebszylinder (5,5') angeordneten, auf einen vorbeilaufenden Kolben (8,8') der Antriebszylinder ansprechenden Zylinderschaltssensoren (20,20';22,22'), und mit einer auf Ausgangssignale ausgewählter Zylinderschaltssensoren ansprechenden Einrichtung (18) zur Umsteuerung der Reversierpumpe (6) und der Rohrweiche (56) nach Ablauf eines jeden Kolbenhubs, **dadurch gekennzeichnet, dass** die rechnergestützte Umsteuereinrichtung eine Mess- und Auswerteroutine zur messtechnischen und/oder rechnerischen Erfassung des zeitlichen Bewegungsablaufs der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden sowie zur Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für eine Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche aufweist
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur zeitlichen Erfassung des Kolbendurchgangs am Ort der Zylinderschaltssensoren sowie zur Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für eine Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche bei jedem Kolbenhub unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur Berechnung der Geschwindigkeit der Kolben auf ihrem Weg zwischen den Zylinderschaltssensoren und eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die nächsten Umsteuervorgänge unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder aufweist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mess- und Auswerteroutine auf vorzugsweise über ein Fernsteuerorgan eingestellte Vorgabewerte für die Fördermenge der Reversierpumpe anspricht und einen Algorithmus zur Bestimmung des Verlaufs der Kolbengeschwindigkeit und des daraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die nächsten Umsteuervorgänge nach Maßgabe der augenblicklich eingestellten Vorgabewerte aufweist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur Bestimmung der Bremszeit oder des Bremswegs der Kolben nach Maßgabe der momentan gemessenen oder berechneten Kolbengeschwindigkeit und eines daraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die Umschaltvorgänge aufweist.
6. Verfahren zur Steuerung einer Dickstoffpumpe mit zwei über stirnseitige Öffnungen (52) in einen Materialaufgabebehälter (54) mündenden, mittels einer hydraulischen Reversierpumpe (6) und über diese angesteuerter hydraulischer Antriebszylinder (5,5') im Gegentakt betätigbaren Förderzylindern (50,50'), mit einer innerhalb des Materialaufgabebehälters (54) angeordneten, eintrittsseitig abwechselnd an die Öffnungen (52) der Förderzylinder (50,50') anschließbaren und die jeweils andere Öffnung freigebenden und austrittsseitig mit einer Förderleitung (58) verbundenen, hydraulisch betätigbaren Rohrweiche, wobei bei jedem Förderhub in mindestens zwei in vorgegebenen Abständen voneinander und von den stangen- und bodenseitigen Enden der Antriebszylinder befindlichen Sensorpositionen das Vorbeilaufen der Kolben erfaßt und ein Umsteuervorgang der Reversierpumpe (6) und/oder der Rohrweiche (56) ausgelöst wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zeitliche Bewegungsablauf der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden gemessen und/oder berechnet und daraus der Auslösezeitpunkt für die jeweils nächsten Umsteuervorgänge abgeleitet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolbendurchgänge am Ort der Zylinderschaltssensoren in zeitlicher Relation zueinander erfaßt werden und dass daraus der Auslösezeitpunkt für die jeweils folgende Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder berechnet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Geschwindigkeit der Kolben auf ihrem Weg zwischen den ausgewählten Zylinderschaltssensoren berechnet und dass hieraus der Auslösezeitpunkt für die jeweils folgende Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder abgeleitet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zeitliche Bewegungsablauf der Kolben über ferngesteuerte Vorgabewerte für die Fördermenge geändert wird, und dass aus dem nach Maßgabe der Vorgabewerte berechneten Bewegungsablauf der Kolben unter Berücksichtigung einer hierdurch modifizierten Bremszeit der Auslösezeitpunkt für die folgenden Umsteuervorgänge abgeleitet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bremszeit oder der Bremsweg der Kolben aus der gemessenen oder berechneten Kolbengeschwindigkeit unter jeweiliger Berücksichtigung der gerätespezifischen Ansprech- und Umschaltzeiten der Reversierpumpe ermittelt und daraus der jeweils nächste Auslösezeitpunkt berechnet wird.

Claims

1. Device for controlling a thick matter pump with two conveyor cylinders (50, 50') communicating via two end openings (52) in a material supply container (54), operated in counter stroke by a hydraulic reversible pump (6) via hydraulic drive cylinders (5, 5') control by the reversible pump, with a hydraulically actuated pipe switch (56) provided within the material supply container (54), which pipe switch is on its inlet side alternately connectable to one of the openings (52) of the conveyor cylinders (50, 50') freeing the respective other opening and on the outlet side is connected with a conveyor conduit (58), wherein the drive cylinders (5, 5') are hydraulically connected at one end via respectively one hydraulic conduit (11, 11') to a connector of the reversible pump (6) and on their other end are hydraulically connected with each other via an oscillating oil conduit (12), with at least two cylinder switch sensors (20, 20'; 22, 22') in predetermined separation from each other and spaced from the rod ends and/or base ends of the drive cylinders (5, 5') and sensitive to the passage by of a piston (8, 8') of the drive cylinder, and with a device (18) responsive to the output signal of selected cylinder switch sensor for switching or reversing the reversible pump (6) and the pipe switch (56) after completion of a piston stroke, thereby **characterized, that** the device is a computer assisted reversing device including a measurement and evaluation routine for determining, by measurement or computation, the temporal displacement of the piston on its way between the two cylinder ends, as well as for computing therefrom a derived initiation time for the subsequent reversing of the reversible pump and the pipe switch.
2. Device according to Claim 1, thereby **characterized, that** the measurement and evaluation routine includes an algorithm for determining the time of the piston passage at the location of the cylinder switch sensors as well as for computing a therefrom derived initiation time point for a reversing of the reversible pump and the pipe switch at each piston stroke, taking into consideration a predetermined or computed brake time of the piston prior to a respective impact at the end of the cylinder.

3. Device according to Claim 1 or 2, thereby **characterized, that** the measurement and evaluation routine includes an algorithm for computing the speed of the piston on its way between the cylinder switch sensors and a therefrom derived initiation point for the next reversing process, taking into consideration a predetermined or computed brake time of the piston prior to the respective impact at the end of the cylinder.

4. Device according to one of Claims 1 through 3, thereby **characterized, that** the measurement and evaluation routine responds to a, preferably input via a remote control, target value for the conveyed amount of the reversible pump and includes an algorithm for determining the characteristic of the piston speed and the therefrom derived initiation point for the next reversal process according to the measure of the current set target value.

5. Device according to one of Claims 1 through 4, thereby **characterized, that** the measurement and evaluation routine includes an algorithm for determining the brake time or the brake path of the piston according to the magnitude of the instantaneously measured or computed piston speed and the therefrom derived initiation point for the reversal process.

6. Process for controlling a thick matter pump with two conveyor cylinders (50, 50') communicating with two end openings (52) in a material supply container (54), operated in counter stroke via at least one hydraulic reversible pump (6) and via hydraulic drive cylinders (5, 5') control thereby, with a pipe switch provided within the material supply container (54), on its inlet side alternately connectable to the openings (52) of the conveyor cylinders (50, 50') freeing the respective other opening and on the outlet side connected with a conveyor conduit (58), wherein each conveyance stroke is monitored by at least two cylinder switch sensors (20, 20'; 22, 22') at sensor positions spaced with predetermined separation from each other and from the rod and base side ends of the drive cylinder (5, 5') and initiating a reversing the reversible pump (5) and the pipe switch (56), thereby **characterized, that** the temporal displacement course of the piston on its way between the two cylinder ends is measured and/or computed and therefrom the initiation time point for the respective next reversal process is derived.

7. Process according to Claim 6, thereby **characterized, that** the passing of the pistons at the location of the cylinder switch sensors are detected in time relation to each other and that therefrom the initiation point for the respective following reversal of the reversible pump and the pipe switch is calculated, taking into consideration a predetermined or computed

brake time of the piston prior to the respective impacting at the end of the cylinder.

8. Process according to Claim 6 or 7, thereby **characterized, that** the speed of the piston on its way between the selected cylinder switch sensors is calculated and that therefrom the initiation point for the respective subsequent reversal of the reversible pump and the pipe switch is derived taking into consideration a predetermined or computed brake time of the piston prior to the respective impacting at the end of the cylinder.
9. Process according to one of Claims 6 through 8, thereby **characterized, that** the movement of the piston over time is changed via a remote control input target value for the conveyed amount, and that from the computed movement sequence of the piston according to the value of the input target value, taking into consideration a thereby modified brake time, the initiation point for the subsequent reversal process is derived.
10. Process according to one of Claims 6 through 9, thereby **characterized, that** the brake time or brake path of the piston is determined based on the measured or calculated piston speed, respectively taking into consideration the device specific reaction time and reverse time of the reversible pump, and therefrom the respective next initiation point is computed.

Revendications

1. Dispositif de commande d'une pompe pour substances épaisses comprenant deux cylindres convoyeurs (50, 50') qui débouchent, par des orifices frontaux (52), dans un réceptacle (54) de délivrance de matière et peuvent être actionnés, en opposition symétrique, à l'aide d'au moins une pompe hydraulique réversible (6) et de vérins hydrauliques d'entraînement (5, 5') activés par cette dernière ; une bifurcation tubulaire (56) qui est actionnable hydrauliquement, est logée à l'intérieur dudit réceptacle (54) de délivrance de matière, peut être raccordée en alternance aux orifices (52) des cylindres convoyeurs (50, 50'), côté entrée, en dégageant l'autre orifice considéré, et est reliée côté sortie à un conduit d'acheminement (58), sachant que les vérins d'entraînement (5, 5') sont reliés par l'une de leurs extrémités, par l'intermédiaire d'un conduit hydraulique respectif (11, 11'), à un raccord de la pompe réversible (6), et sont reliés hydrauliquement l'un à l'autre par leur autre extrémité, par l'intermédiaire d'un conduit (12) à huile instable ; au moins deux capteurs (20, 20' ; 22, 22') de commutation des vérins, qui sont agencés à des espacements préétablis l'un vis-à-vis de l'autre, et vis-à-vis des extrémités situées

du côté des tiges et/ou du côté des fonds desdits vérins d'entraînement (5, 5'), et réagissent à un piston (8, 8') en mouvement dans lesdits vérins d'entraînement ; et un dispositif (18) réagissant à des signaux de sortie émanant de capteurs sélectionnés de commutation des vérins, en vue d'inverser la commande de la pompe réversible (6) et de la bifurcation tubulaire (56), **caractérisé par le fait que** ledit dispositif d'inversion de commande, assisté par ordinateur, renferme un programme de mesure et d'interprétation en vue de détecter, par des mesures techniques et/ou par des calculs, le déroulement temporel des mouvements des pistons sur leur trajet entre les deux extrémités des cylindres ; ainsi qu'en vue de calculer, par dérivation sur cette base, un instant du déclenchement de l'inversion de commande de la pompe réversible et de la bifurcation tubulaire.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** le programme de mesure et d'interprétation comporte un algorithme en vue de la détection temporelle du franchissement, par les pistons, de l'emplacement des capteurs de commutation des vérins ; ainsi qu'en vue du calcul, par dérivation sur cette base, d'un instant de déclenchement d'une inversion de commande de la pompe réversible et de la bifurcation tubulaire, lors de chaque course des pistons, avec prise en compte d'un temps de freinage préétabli ou calculé desdits pistons, jusqu'à la venue en butée définitive considérée contre le cylindre.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé par le fait que** le programme de mesure et d'interprétation comporte un algorithme en vue du calcul de la vitesse des pistons, sur leur trajet entre les capteurs de commutation des vérins ; et, par dérivation sur cette base, d'un instant de déclenchement des processus ultérieurs d'inversion de commande, avec prise en compte d'un temps de freinage préétabli ou calculé desdits pistons, jusqu'à la venue en butée définitive considérée contre le cylindre.
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé par le fait que** le programme de mesure et d'interprétation réagit à des valeurs préétablies de la quantité refoulée par la pompe réversible, de préférence réglées par l'intermédiaire d'un organe de télécommande ; et comporte un algorithme en vue de la détermination de l'allure de la vitesse des pistons et, par dérivation sur cette base, de l'instant du déclenchement des processus ultérieurs d'inversion de commande, en fonction desdites valeurs préétablies réglées à l'instant considéré.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé par le fait que** le programme de mesure

et d'interprétation comporte un algorithme en vue de la détermination du temps de freinage ou de la course de freinage des pistons, en fonction de la vitesse desdits pistons mesurée ou calculée à l'instant considéré ; et, par dérivation sur cette base, d'un instant du déclenchement des processus de commutation.

6. Procédé de commande d'une pompe pour substances épaisses comprenant deux cylindres convoyeurs (50, 50') qui débouchent, par des orifices frontaux (52), dans un réceptacle (54) de délivrance de matière et peuvent être actionnés, en opposition symétrique, à l'aide d'au moins une pompe hydraulique réversible (6) et de vérins hydrauliques d'entraînement (5, 5') activés par cette dernière ; et une bifurcation tubulaire (56) qui est actionnable hydrauliquement, est logée à l'intérieur dudit réceptacle (54) de délivrance de matière, peut être raccordée en alternance aux orifices (52) des cylindres convoyeurs (50, 50'), côté entrée, en dégageant l'autre orifice considéré, et est reliée côté sortie à un conduit d'acheminement (58), sachant que lors de chaque course de refoulement, en au moins deux emplacements de détection agencés à des espacements préétablis l'un vis-à-vis de l'autre, et vis-à-vis des extrémités situées du côté des tiges et des fonds des vérins d'entraînement, le passage des pistons est détecté, puis un processus d'inversion de commande de la pompe réversible (6) et/ou de la bifurcation tubulaire (56) est déclenché, **caractérisé par le fait que** le déroulement temporel des mouvements des pistons est mesuré et/ou calculé sur leur trajet entre les deux extrémités des cylindres, et l'instant du déclenchement des processus d'inversion de commande, respectivement successifs, est dérivé sur cette base.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé par le fait que** les passages des pistons, à l'emplacement des capteurs de commutation des vérins, sont détectés en relation temporelle réciproque ; et **par le fait que**, sur cette base, l'instant du déclenchement de l'inversion de commande, respectivement successive, de la pompe réversible et de la bifurcation tubulaire est calculé avec prise en compte d'un temps de freinage préétabli ou calculé desdits pistons, jusqu'à la venue en butée définitive considérée contre le cylindre.
8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé par le fait que** la vitesse des pistons est calculée sur leur trajet entre les capteurs sélectionnés de commutation des vérins ; et **par le fait que**, sur cette base, l'instant du déclenchement de l'inversion de commande, respectivement successive, de la pompe réversible et de la bifurcation tubulaire est dérivé avec prise en compte d'un temps de freinage préé-

tabli ou calculé desdits pistons, jusqu'à la venue en butée définitive considérée contre le cylindre.

9. Procédé selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé par le fait que** le déroulement temporel des mouvements des pistons est modifié par l'intermédiaire de valeurs préétablies télécommandées, relatives à la quantité refoulée ; et **par le fait que** l'instant du déclenchement des processus successifs d'inversion de commande est dérivé sur la base du déroulement des mouvements des pistons, calculé en fonction desdites valeurs préétablies, avec prise en compte d'un temps de freinage conséquemment modifié.
10. Procédé selon l'une des revendications 6 à 9, **caractérisé par le fait que** le temps de freinage ou la course de freinage des pistons est établi(e) sur la base de la vitesse desdits pistons mesurée ou calculée, avec prise en compte respective des temps de réponse et de commutation spécifiques de l'appareillage de la pompe réversible ; et l'instant du déclenchement respectivement successif est calculé sur cette base.

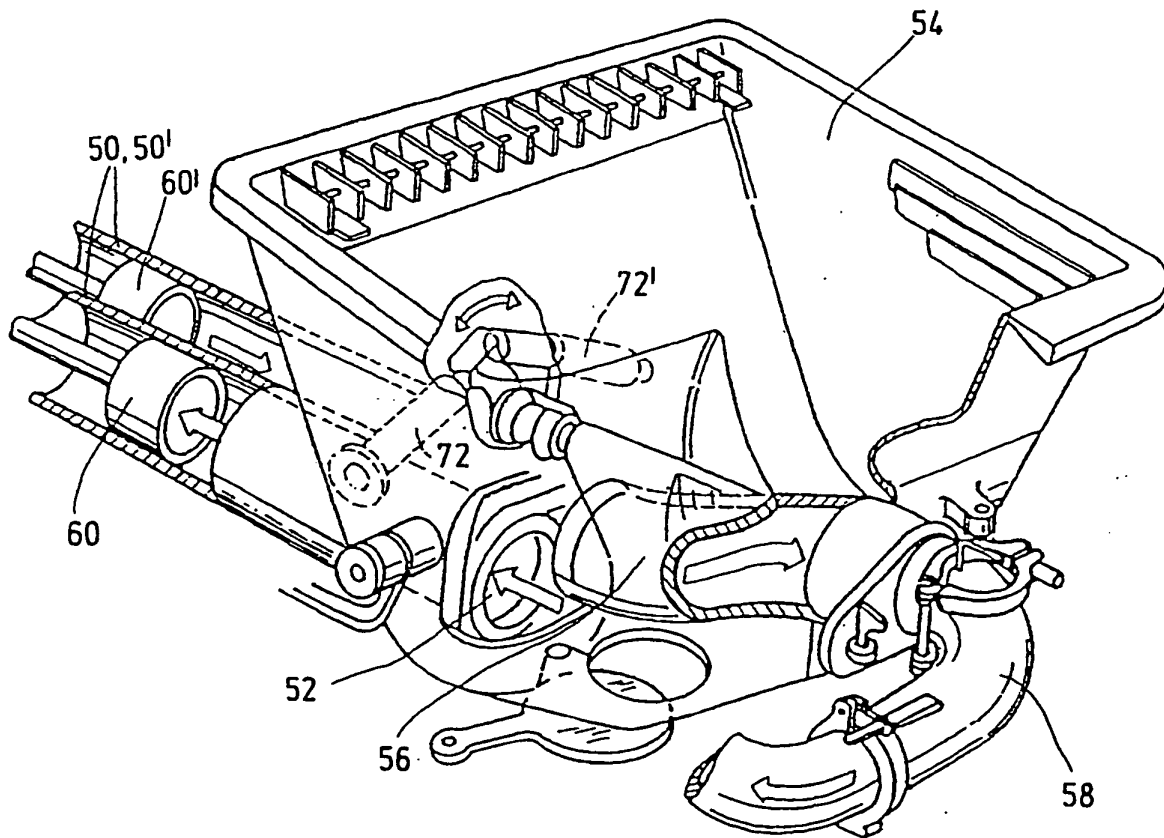


Fig.1

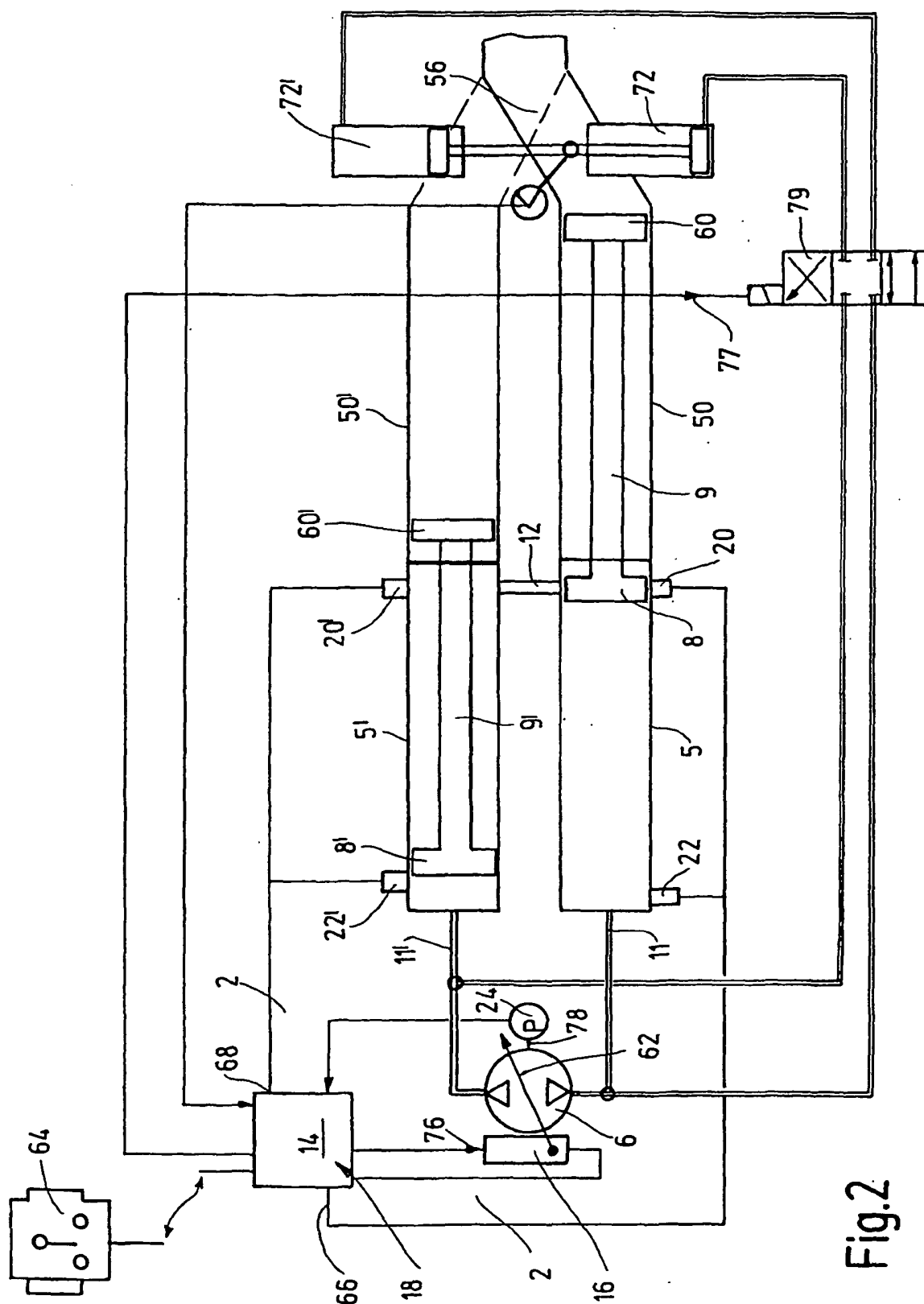


Fig.2

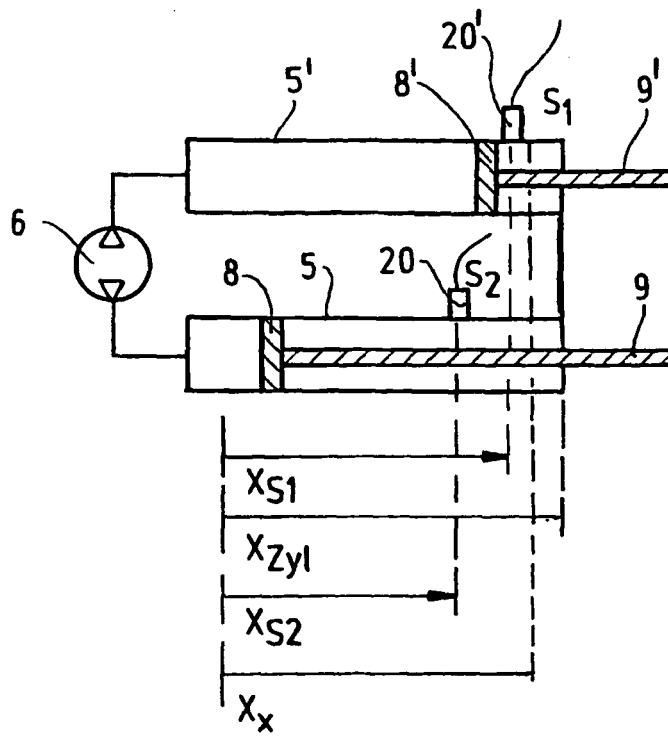


Fig.3

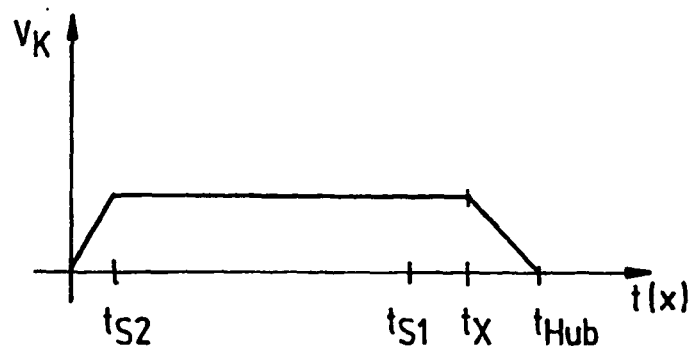


Fig.4

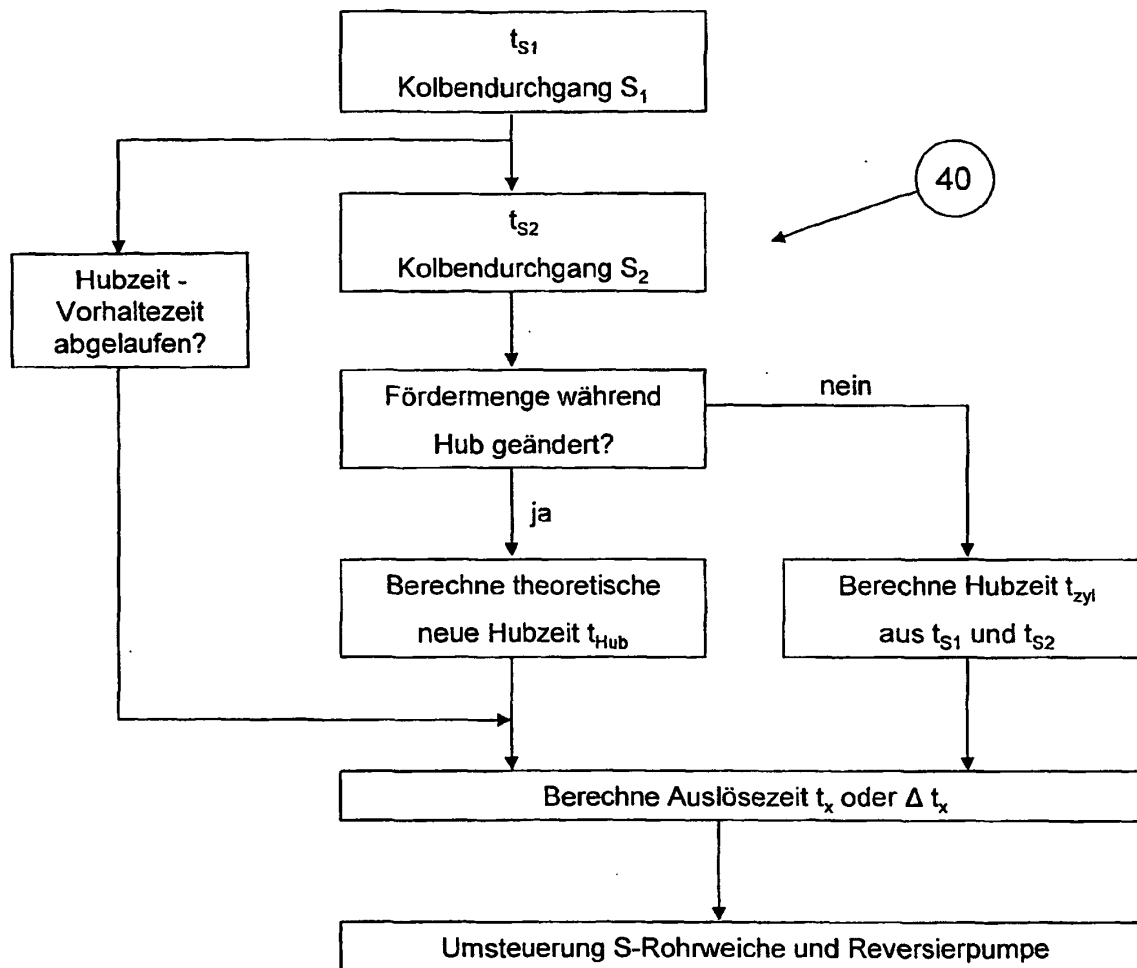


Fig. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19542258 [0002]
- DE 4206576 A1 [0004]