

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 474/2014
 (22) Anmeldetag: 16.06.2014
 (45) Veröffentlicht am: 15.12.2015

(51) Int. Cl.: **B29C 45/76** (2006.01)
B29C 45/28 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
 DE 102004002029 A1
 JP 3268432 B2
 JP H03169471 A
 JP H02188223 A
 JP H0655595 A
 WO 2014085321 A1
 WO 2010138302 A1

(73) Patentinhaber:
 ENGEL AUSTRIA GMBH
 4311 SCHWERTBERG (AT)

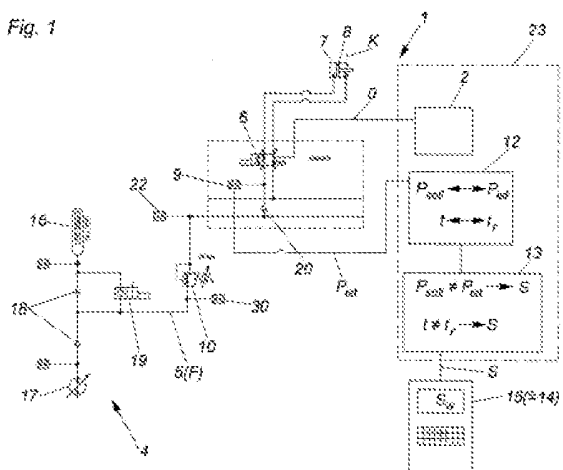
(72) Erfinder:
 Lohnecker Anton Ing.
 3355 Ertl (AT)

(74) Vertreter:
 Torggler Paul Mag. Dr., Hofinger Stephan
 Dipl.Ing. Dr., Gangl Markus Mag. Dr., Maschler
 Christoph MMag. Dr.
 Innsbruck

(54) Verfahren zum Überwachen der Bewegung einer Kolben-Zylinder-Einheit

(57) Bei einem Verfahren zum Überwachen der Bewegung einer Kolben-Zylinder-Einheit (1) einer Kaskadensteuerung (11) zum kaskadenartigen Öffnen und Schließen von Heißkanälen einer Formgebungsmaschine wird ein von einem Druckaufnehmer (9) bei einem aufgrund des Erreichens eines Kolbenanschlags (K) zu erwartenden Druckanstieg (P+) gemessener Druck (P) in der Kolben-Zylinder-Einheit (1) mit einem vorgegebenen, zumindest einmalig festgelegten konstanten Druckschwellwert (P_{soll}) verglichen. Ein Signal (S), vorzugsweise eine Warnsignal (SW), wird ausgegeben, wenn der gemessene Druck (P), vorzugsweise in einem Zeitraum (t_r), in dem der Druckanstieg (P+) erwartet wird, unterhalb des vorgegebenen, konstanten Druckschwellwerts (P_{soll}) liegt. Sofern der Druckschwellwert (P_{soll}) außerhalb des vorgegebenen Zeitraums (t_r), in dem der Druckanstieg (P+) erwartet wird, erreicht wird, kann ebenfalls ein Warnsignal (S_w) ausgegeben werden.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen der Bewegung einer Kolben-Zylinder-Einheit einer Kaskadensteuerung zum kaskadenartigen Öffnen und Schließen von Heißkanälen einer Formgebungsmaschine. Zudem betrifft die Erfindung eine Formgebungsmaschine, insbesondere Spritzgießmaschine zum Durchführen eines solchen Verfahrens, mit zumindest einer Kolben-Zylinder-Einheit einer Kaskadensteuerung zum kaskadenartigen Öffnen und Schließen von Heißkanälen einer Formgebungsmaschine, wobei die Kolben-Zylinder-Einheit eine Druckquelle, ein von der Druckquelle unter Druck setzbares Fluid, eine Fluidleitung, ein Ventil, einen Zylinder, einen im Zylinder geführten und vom Fluid beaufschlagbaren Kolben und einen Druckaufnehmer, mit dem der Druck des Fluids in der Fluidleitung messbar ist, aufweist, und einer Schaltungsvorrichtung zum Schalten der mit der Schaltungsvorrichtung signaltechnisch verbundenen Kolben-Zylinder-Einheit.

[0002] In der Formgebungsmaschinenindustrie gibt es verschiedene Möglichkeiten um Kolben-Zylinder-Einheiten einzusetzen. Meist werden solche Kolben-Zylinder-Einheiten bei hydraulischen Antriebseinheiten verwendet. Im Speziellen finden solche hydraulische Antriebseinheiten bei Spritzgießmaschinen bzw. Formgebungsmaschinen im Bereich des Kernzugs, der Kaskadensteuerung oder des Auswerfers Verwendung. Ein Beispiel für eine derartige hydraulische Antriebseinheit für eine Spritzgießmaschine geht aus der DE 10 2011 012 714 A1 hervor.

[0003] Sehr häufig werden sogenannte Heißkanäle von Spritzgießwerkzeugen über Hydraulikzylinder geöffnet und geschlossen. Ein Beispiel für solche Heißkanäle, die über Nadelverschlußdüsen zum Beispiel kaskadenartig angesteuert werden, geht aus der WO 00/30824 A2 hervor. Mit einer Auswerteeinheit verbundene Heißkanalverschlüsse gehen aus der DE 41 10 445 C2 hervor. Hierbei sind Lageüberwachungselemente in Form von Nocken vorgesehen, die mit Endlagenschaltern zusammenarbeiten.

[0004] Bei bekannten Hydraulikzylindern für Heißkanäle handelt es sich in den meisten Fällen um Hydraulikzylinder mit sehr kurzem Hub (wenige Millimeter). Aufgrund des ohnehin schon sehr eingeschränkten Bauraumes bei Spritzgießwerkzeugen und oftmals sehr hoher Anzahl an eingebauten Heißkanälen können diese üblicherweise nur schlecht - und gemäß der DE 41 10 445 C2 nur mit zusätzlichem Platz- und Konstruktionsaufwand - mit Endschalterüberwachungen ausgerüstet werden. Auch aus der WO 2014/085321 A1 geht ein Heißkanalsystem mit aufwändigen Wegsensoren hervor. Außerdem würde sich bei den kurzen Hübten eine zuverlässige Einstellung dieser Endschalter bzw. Wegsensoren als sehr schwierig erweisen.

[0005] Das bedeutet, dass im Spritzgießprozess beim Öffnen und Schließen der Heißkanäle in den meisten Fällen einfach darauf vertraut wird, dass dem Schalten eines Hydraulikventiles eine unmittelbare Bewegung des entsprechenden Heißkanalzylinders folgt, ohne die eigentliche Bewegung beobachten oder kontrollieren zu können, da diese Zylinder ja völlig im „Inneren“ des Werkzeuges verbaut sind. Meistens merkt man eine Fehlfunktion eines einzelnen Heißkanales erst an der Bauteilqualität des Spritzteiles, wobei es meist sehr schwierig ist, den verursachenden Heißkanal herauszufinden.

[0006] Eine weitere häufige Schwachstelle dieser Heißkanalschaltungen ist auch die Wichtigkeit der Schnelligkeit und Reproduzierbarkeit der Schaltungsvorgänge. Es ist zum Beispiel bei einem Füllvorgang von wenigen Sekunden absolut entscheidend, dass mehrere Heißkanäle kaskadenartig innerhalb von wenigen 1/10-Sekunden absolut reproduzierbar immer zum gleichen Zeitpunkt (oder auch schneckenpositions- oder fülldruckabhängig) öffnen und schließen. Im Fehlerfall (schlechte Bauteilqualität) ist es kaum nachzuweisen, ob die Ursache an einem zu langsam oder nicht reproduzierbar schaltenden Heißkanal liegt.

[0007] Immer wieder kommt es zu Diskussionen und langwierigen Messungen bei Kunden, um zu klären, ob eine unzureichende Bauteilqualität oder auch Gewichtschwankungen durch Fehlfunktion oder auch nur durch zu langsames Schalten von Heißkanälen verursacht wird.

[0008] Die Messung mit Durchflussmessgeräten in je einer Zuleitung eines Kaskadenzylinders

ist eine bekannte, aber sehr kostenintensive Ausführung um einen korrekten Schaltvorgang zu erkennen.

[0009] Weiters ist aus der DE 10 2004 002 029 A1 eine Wellenform-Überwachungsvorrichtung bekannt. Hierbei wird über eine Bestimmungseinrichtung auf Basis von Druckdaten eine Messwert-Wellenform erzeugt und bestimmt, ob die Druckdaten eine Bezugsdruck-Wellenform über einen vorbestimmten Bereich hinaus überschreiten. Mit anderen Worten wird ständig verglichen, ob ein gemessener Druckverlauf von einem gewünschten (Soll-)Druckverlauf abweicht. Dies ist aufwändig, da immer ein Referenzyklus notwendig ist. Zudem ist diese Ausführung von der Performance her sehr aufwändig, da dauernd eine Regelschleife durchlaufen werden muss. Es muss also ein ständiger Abgleich erfolgen.

[0010] Auf sehr ähnliche aufwändige Art und Weise erfolgt auch bei der WO 2010/138302 A1 ein ständiger Vergleich von gemessenen Werten und von gewünschten Werten während eines gesamten Schaltvorgangs einer Kolben- Zylinder-Einheit.

[0011] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren bzw. eine verbesserte Formgebungsmaschine zu schaffen. Insbesondere sollen die bekannten Nachteile behoben werden.

[0012] Dies wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Demnach ist vorgesehen, dass ein von einem Druckaufnehmer bei einem aufgrund des Erreichens eines Kolbenanschlags zu erwartenden Druckanstieg in der Kolben-Zylinder-Einheit mit einem vorgegebenen, konstanten Druckschwellwert verglichen wird, wobei ein Signal ausgegeben wird, wenn der gemessene Druck unterhalb des vorgegebenen, konstanten Druckschwellwerts liegt. Dadurch ist eine Möglichkeit geschaffen, um während eines Spritzgießprozesses den Schaltvorgang der Kolben-Zylinder-Einheiten (und somit der Funktionsfähigkeit der Heißkanäle) zu überprüfen oder aufzuzeichnen. Mit anderen Worten basiert die Erfindung darauf, dass eine in Bewegung befindliche Ölsäule bei abruptem Stopp eine Druckspitze verursacht, die deutlich höher ist als der ursprünglich zur Verfügung stehende Versorgungsdruck. Typischerweise sind gerade Kaskadenzylinder so dimensioniert, dass eine hohe Beschleunigung der relativ geringen zu bewegendenden Massen (Verschlussnadeln) erreicht wird und daher sehr kurze Schaltzeiten realisiert werden können. Die Bewegung selbst wird durch den mechanischen Anschlag der Verschlussnadel oder das Erreichen des Hydraulikzylinderhubes plötzlich gestoppt, was die oben erwähnte deutliche Druckspitze hervorruft. Diese Druckspitze muss nur mehr entsprechend ausgewertet werden und somit lässt sich nicht nur feststellen, dass der entsprechende Zylinder tatsächlich eine Bewegung ausgeführt hat, sondern es lässt sich sogar die Zeitdauer der Bewegung ermitteln.

[0013] Grundsätzlich reicht es für die Funktionsfähigkeit der vorliegenden Erfindung aus, generell zu überprüfen, ob eben der gemessene Druck beim Druckanstieg den Druckschwellwert erreicht. Mit dieser Variante ist eine reine Druckanstiegsüberwachung möglich. Diese liefert bereits aussagekräftige Ergebnisse für eine wahrscheinlich vorliegende Fehlfunktion.

[0014] Zusätzlich ist auch eine Zeitpunktüberwachung einer detektierten Druckveränderung, insbesondere eines Druckanstiegs, möglich. Es könnte nämlich durchaus sein, dass beispielsweise eine Heißkanalnadel derart mechanisch beschädigt ist oder irgendein Partikel eingeklemmt ist, dass zwar eine Bewegung und somit am Anschlag ein üblicher - also im Bereich des Druckschwellwerts liegender - Druckanstieg stattfindet, aber der erforderliche Hub nicht erreicht wurde. Das könnte über die Zeitabweichung detektiert werden, indem der Zeitpunkt des Erreichens des Druckschwellwerts mit einem vorgegebenen Zeitraum verglichen wird, in dem der Druckanstieg erwartet wird, wobei das Signal ausgegeben wird, wenn der Zeitpunkt des Erreichens des Druckschwellwerts außerhalb des vorgegebenen Zeitraums liegt, also vor oder nach diesem Zeitraum.

[0015] Besonders bevorzugt sind somit beide Varianten, also sowohl die Druckanstiegsüberwachung als auch die Zeitpunktüberwachung in Kombination miteinander vorgesehen.

[0016] Bevorzugte Ausführungsbeispiele sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0017] Ein Druckanstieg kann durchaus deutlich über den Druckschwellwert hinaus erfolgen, ohne dass ein Signal ausgegeben wird, da ja die für die grundsätzliche Funktionsüberprüfung notwendige Druckspitze erreicht wurde. Vor allem wenn der Druckanstieg also nicht nur vom Druckschwellwert abweicht sondern auch unterhalb dieses Druckschwellwertes endet, ist tatsächlich eine für die Funktionsfähigkeit hinderliche Abweichung gegeben.

[0018] Das ausgegebene Signal kann bei einem vom Druckschwellwert abweichenden Druckanstieg und auch bei vom Zeitraum abweichenden Zeitpunkt ident sein. Das heißt, für das System ist es an sich egal, ob nur eine Druckanstiegsabweichung, nur eine zeitliche Abweichung oder beides vorliegt. Das ausgegebene Signal kann beispielsweise lediglich der Anzeige dienen, wodurch ein Bediener an einem Bildschirm die Kenntnis über die Funktionstüchtigkeit und die tatsächlichen Verfahrzeiten einzelner Kolben-Zylinder-Einheiten erhält. Bereits dies kann für einen Anwender sehr hilfreich bei der Spritzprozessoptimierung sein. Um aber einen Bediener einen zusätzlichen, noch deutlicheren Hinweis auf das Vorliegen einer ungewollten Abweichung zu geben, ist bevorzugt vorgesehen, dass das Signal als Warnsignal ausgegeben wird. Besonders bevorzugt kann hier vorgesehen sein, dass der Bediener selbst die Grenzen für jede Kolben-Zylinder-Einheit und für ein entsprechendes Warnsignal festlegen kann. Dadurch kann der Bediener sein Wissen über jede Kolben-Zylinder-Einheit bzw. jede Kaskade einfließen lassen, da oftmals nur dieser Bediener weiß, ob eine spezielle Kaskade für den Prozess kritischer ist als eine andere.

[0019] Im Speziellen ist für das Verfahren bevorzugt vorgesehen, dass es mit einer Schaltungsvorrichtung zum Schalten der mit der Schaltungsvorrichtung signaltechnisch verbundenen Kolben-Zylinder-Einheit einer Formgebungsmaschine, insbesondere Spritzgießmaschine, durchgeführt wird, wobei die Kolben-Zylinder-Einheit eine Druckquelle, ein von der Druckquelle unter Druck setzbares Fluid, eine Fluidleitung, ein Ventil, einen Zylinder, einen im Zylinder geführten und vom Fluid beaufschlagbaren Kolben und den Druckaufnehmer, mit dem der Druck des Fluids in der Fluidleitung messbar ist, aufweist, gekennzeichnet durch die Schritte: Ausgeben eines Öffnungssignals von der Schaltungsvorrichtung an das Ventil, wodurch der Kolben mittels des unter Druck gesetzten Fluids bewegt wird, Messen des Drucks des Fluids in der Fluidleitung durch den Druckaufnehmer nach dem Ausgeben des Öffnungssignals, zumindest einmaliges Festlegen des vorgegebenen, konstanten Druckschwellwerts, gegebenenfalls zumindest einmaliges Festlegen eines nach dem Ausgeben des Öffnungssignals liegenden vorgegebenen Zeitraums, Vergleichen des vom Druckaufnehmer gemessenen Drucks mit dem vorgegebenen, konstanten Druckschwellwert, vorzugsweise im vorgegebenen Zeitraum, und Ausgabe eines Signals, vorzugsweise eines Warnsignals, wenn der vom Druckaufnehmer, vorzugsweise im vorgegebenen Zeitraum, gemessene Druck unterhalb des Druckschwellwerts liegt. Der Druckaufnehmer kann auch als Drucksensor oder Druckmessvorrichtung bezeichnet werden. Für das Ventil ist bevorzugt vorgesehen, dass es als zumindest ein Zweiwegeventil ausgebildet ist.

[0020] Um einen möglichst konstanten Druck vor diesem Ventil zu erreichen ist bevorzugt ein in der Fluidleitung vor dem Ventil angeordnetes Druckminderventil vorgesehen, durch welches das Fluid vor Ausgabe des Öffnungssignals unter einen konstanten Druck, vorzugsweise unter einen Druck von 30 bis 50 bar, setzbar ist. Im Konkreten sollte das Niveau des Versorgungsdrucks bei ca. 45 bar liegen.

[0021] Mit der Ausgabe des Öffnungssignals ist bevorzugt vorgesehen, dass der Druck des Fluids um zumindest 25 %, vorzugsweise um mindestens 50 %, einbricht. Anschließend ist bevorzugt vorgesehen, dass sich der Druck im Fluid nach dem Druckeinbruch auf einen im Wesentlichen konstanten Wert erhöht, der zwischen 10 % und 30 % niedriger liegt als der Druck des Fluids vor Ausgabe des Öffnungssignals. Darauf folgend ist bevorzugt vorgesehen, dass sich knapp vor bzw. mit dem Erreichen des Kolben-Anschlags der Druck des Fluids um mindestens 10 %, vorzugsweise um mindestens 40 % und vorzugsweise auf einen Druck von über 50 bar, erhöht. Der Kolbenanschlag kann der Kolbenendposition im Zylinder entsprechen. Vor allem bei Kaskaden wird der abrupte Bewegungsstopp gerade beim Einfahren von Kaskaden durch den Kontakt der „Nadel“ (entspricht dem Kolbenstangenende) mit der Abdichtstelle hervorgerufen.

[0022] Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass der vorgegebene Zeitraum zwischen 50 ms und 5 Sekunden, vorzugsweise zwischen 100 ms und 500 ms, nach Ausgabe des Öffnungssignals liegt. Bei einem Kernzug liegt dieser Bereich bei 2 bis 3 Sekunden. Bei einer Kaskadensteuerung bei den bevorzugten 100 ms bis 500 ms.

[0023] Generell können die hier angegebenen Zeitangaben und im Speziellen die Prozentangaben der Druckveränderungen stark variieren, da sie von sehr vielen Einzelheiten der jeweiligen Anwendung und der jeweiligen Ausbildung der Kolben-Zylinder-Einheiten abhängen.

[0024] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird auch durch eine Formgebungsmaschine mit den Merkmalen von Anspruch 9 gelöst. Demnach ist eine Vergleichsvorrichtung und eine Ausgabeeinheit vorgesehen, wobei in der Vergleichsvorrichtung ein vorgegebener, konstanter Druckschwellwert hinterlegt ist und der Vergleichsvorrichtung ein Druckwertsignal des Druckaufnehmers zuführbar ist, wobei das Druckwertsignal mit dem vorgegebenen, konstanten Druckschwellwert vergleichbar ist und wobei von der Ausgabeeinheit ein Signal ausgebar ist, wenn das der Vergleichsvorrichtung vom Druckaufnehmer zugeführte Druckwertsignal unterhalb des hinterlegten und vorgegebenen, konstanten Druckschwellwerts liegt. Dadurch kann einem Kunden mit relativ wenig Aufwand ein einfaches Tool zur Verfügung gestellt werden, mit dem praktisch ständig die Funktion jeder gewünschten Kolben-Zylinder-Einheit, auch während des Prozesses, überprüfbar bzw. überwachbar ist.

[0025] Wie bereits angeführt kann das Signal nicht nur einfach ausgegeben werden, sondern es kann bevorzugt vorgesehen sein, dass die Ausgabeeinheit eine Warnvorrichtung aufweist, wobei das Signal von der Warnvorrichtung als, vorzugsweise akustisches oder bildliches, Warnsignal ausgebar ist. Auch hinsichtlich der Formgebungsmaschine ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Kolben-Zylinder-Einheit Teil einer Kaskadensteuerung ist. Vor allem die Kaskadensteuerung kann eine Vielzahl von parallel oder seriell geschalteten Kolben-Zylinder-Einheiten aufweisen.

[0026] Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele im Folgenden näher erläutert. Darin zeigen:

[0027] Fig. 1 schematisch eine Einfachkaskade mit Druckaufnehmer,

[0028] Fig. 2 eine Einfachkaskade mit zwei Druckaufnehmern,

[0029] Fig. 3 eine Mehrfachkaskade mit jeweils einem Druckaufnehmer,

[0030] Fig. 4 eine Mehrfachkaskade mit einem Druckaufnehmer,

[0031] Fig. 5 einen Einfachkernzug mit zwei Druckaufnehmern,

[0032] Fig. 6 ein Druckverlaufdiagramm und

[0033] Fig. 7 schematisch eine Formgebungsmaschine mit Schließeinheit und Spritzeinheit.

[0034] Zunächst wird auf die Fig. 7 verwiesen, die schematisch eine Formgebungsmaschine 3, insbesondere eine Spritzgießmaschine, zeigt. Diese Formgebungsmaschine 3 weist einerseits eine Einspritzeinheit 24 in Form eines Einspritzaggregats und andererseits eine Schließeinheit 23 auf. Diese Schließeinheit weist zumindest eine von einer Antriebsvorrichtung 32 bewegbare Formaufspannplatte 25 und eine feststehende Formaufspannplatte 26 auf. An diesen beiden Formaufspannplatten 25 und 26 ist jeweils eine Formhälfte 27 aufgespannt. Diese beiden Formhälften 27 bilden in geschlossenem Zustand eine Kavität 28. Von der Einspritzeinheit 24 wird über den Einspritzkanal 29 Schmelze in diese Kavität 28 eingespritzt. In dieser Fig. 7 ist schematisch veranschaulicht, dass sich der Einspritzkanal 29 vor Erreichen der Kavität 28 in mehrere Zweige - sogenannte Kaskaden 11 - aufzweigt. Jeder einzelne Zweig bzw. Heißkanal ist dabei mit einer hier nicht im Detail dargestellten Kolben-Zylinder-Einheit 1 verschließbar. Solche erfindungsgemäßen Kolben-Zylinder-Einheiten 1 können aber auch im Bereich eines hier nicht dargestellten Auswerfers, bei einem ebenfalls nicht dargestellten Kernzug oder bei ähnlichen Komponenten verwendet werden.

[0035] In Fig. 1 ist schematisch ein Schaltbild in Verbindung mit den logischen Komponenten zur Durchführung des Verfahrens dargestellt. Zunächst sei auf die linksseitig dargestellte, optionale Druckversorgung verwiesen. Dabei bilden der Akku 16 und die Pumpe 17 gemeinsam eine Druckquelle 4, von der aus ein Fluid F in der Fluidleitung 5 unter Druck gesetzt wird. Dieses Fluid F kann beispielsweise ein Gas, beispielsweise Luft, sein, wodurch die Kolben-Zylinder-Einheit 1 pneumatisch angetrieben wird. Bevorzugt ist allerdings dieses Fluid F eine Flüssigkeit, vorzugsweise ein Hydrauliköl, wodurch die Kolben-Zylinder-Einheit 1 hydraulisch angetrieben wird. Nach dem Akku 16 bzw. der Pumpe 17 folgt jeweils ein Rückschlagventil 18. Über das Zuschaltventil 19 kann der Akku 16 zugeschaltet werden. Leitungsabwärts folgt nach einem ersten Druckaufnehmer 30 das Druckminderventil 10. Durch dieses Druckminderventil 10 wird der Druck P in der Fluidleitung 5 auf einen konstanten Druck P, vorzugsweise auf 45 bar, eingestellt. Anschließend folgt ein weiterer Druckaufnehmer 22. Für das grundsätzliche Funktionieren der vorliegenden Erfindung muss kein Druckaufnehmer 22 vorgesehen sein, er ist jedoch hilfreich bei der Einstellung bzw. Kontrolle der richtigen Einstellung des Druckminderventils 10 und somit des Versorgungsdrucks. Danach folgt der strichpunktiert umrandete Hydraulikblock. In diesem Hydraulikblock ist zunächst ein Rückschlagventil 20 vorgesehen, wonach der Druckaufnehmer 9 folgt. Anschließend ist leitungsabwärts ein Ventil 6 angeordnet, das in diesem Fall als ein Zwei-Wege-Ventil mit einem Steuerschieber ausgebildet ist. Diesem Steuerschieber wird von der schematisch dargestellten Schaltvorrichtung 2 ein Öffnungssignal O zugeführt. Dadurch wird das Ventil 6 geöffnet und Fluid F gelangt in den Hubraum des Zylinders 7, wodurch der Kolben 8 in diesem Fall nach rechts bewegt wird. Mit diesem Öffnungssignal O erfolgt ein plötzlicher Druckabfall, welcher vom Druckaufnehmer 9 gemessen wird. Dieser Druckaufnehmer 9 sendet ein entsprechendes Druckwertsignal P_{ist} an die Vergleichsvorrichtung 12. In dieser Vergleichsvorrichtung 12 ist auch ein Druckschwellwert P_{soll} hinterlegt. Vom Ventil 6 wird so lange Fluid F in den Hubraum des Zylinders 7 zugeführt, bis der Kolben 8 den Kolbenanschlag K erreicht. Bei Erreichen dieses Kolbenanschlags K ist ein Druckanstieg $P+$ zu erwarten. Dieser Druckanstieg $P+$ wird als Druckwertsignal P_{ist} vom Druckaufnehmer 9 an die Vergleichsvorrichtung 12 weitergeleitet. Wenn der zu erwartende Druckanstieg $P+$ vom hinterlegten bzw. vorgegebenen Druckschwellwert P_{soll} abweicht, wird von der Ausgabereinheit 13 ein entsprechendes Signal S ausgegeben. Dieses Signal S kann an eine Bedieneinheit 15 weitergeleitet werden und dort als konkreter Druckwert angezeigt werden. Es ist aber auch möglich, dass die Bedieneinheit 15 eine Warnvorrichtung 14 aufweist bzw. eine Warnvorrichtung 14 bildet und das Signal S als Warnsignal S_W ausgibt bzw. anzeigt. Dadurch wird ein Bediener akustisch und/oder visuell eindringlich auf eine Fehlfunktion hingewiesen. Von der Vergleichsvorrichtung 12 kann aber nicht nur überwacht werden ob eine Druckabweichung vorliegt, sondern auch, wann ein Druckanstieg $P+$ erfolgt. Dafür ist in der Vergleichsvorrichtung ein Zeitraum t_r für das gewünschte Erreichen des Druckschwellwertes P_{soll} vorgegeben bzw. hinterlegt. Wenn der Zeitpunkt t, zu dem der Druckanstieg $P+$ auftritt bzw. der Druckschwellwert P_{soll} erreicht wird, außerhalb dieses vorgegebenen bzw. hinterlegten Zeitraums t_r liegt, so wird in gleicher Art und Weise wie vorher beschrieben ein Signal S ausgegeben. Über den Druckaufnehmer 9 wird sowohl das Einfahren als auch das Ausfahren des Kolbens 8 kontrolliert bzw. gemessen.

[0036] Demgegenüber ist in Fig. 2 eine Antriebseinheit mit einer Einfachkaskade und zwei Druckaufnehmern 9 dargestellt. Diese Variante ist genauer, da durch die Anordnung der beiden Druckaufnehmer 9 direkt in den Zuleitungen zum Verbraucher (also zwischen dem Ventil 6 und dem Zylinder 7) der Druckverlust über das Ventil 6 nicht mitgemessen wird und daher noch präziser das Einfahren und Ausfahren kontrolliert bzw. gemessen werden kann. Generell kann das Ventil 6 als 4/2- oder 4/3- Wegeventil ausgebildet sein. Im Fall gemäß Fig. 2 ist der linksseitige Druckaufnehmer 9 für das Schließen und der rechtsseitige Druckaufnehmer 9 für das Öffnen vorgesehen. Der Vorteil dieser beiden Druckaufnehmer 9 liegt unter anderem darin, dass kein Leitungswiderstand gegeben ist. Zudem kann ein unverfälschteres Signal aus dem Zylinder 7 ermittelt werden. Diese beiden Druckaufnehmer 9 sind vor allem bei sehr empfindlichen Kaskaden sinnvoll. Bei dieser Ausführungsvariante wird der Unterschied des Druckwertsignals P_{ist} aus den beiden Druckaufnehmern 9 für die Überwachung der Bewegung der Kolbenzylindereinheit 1 verwendet bzw. berücksichtigt.

[0037] Fig. 3 zeigt eine Antriebseinheit mit einer Mehrfachkaskade, wobei die grundsätzliche Ausbildung einer einzelnen Kaskade wieder so ist wie in Fig. 1. Bei dieser Variante gemäß Fig. 3 ist vor jedem Ventil 6 ein eigenständiger Druckaufnehmer 9 angeordnet, der jeweils die entsprechenden Druckwertsignale P_{ist} an die Vergleichsvorrichtung 12 weiterleitet.

[0038] In den Figuren 2 bis 5 sind generell die logischen Bestandteile Vergleichsvorrichtung 12, Ausgabereinheit 13 und Schaltvorrichtung 12 sowie Warnvorrichtung 14 bzw. Bedieneinheit 15 nicht nochmals separat eingezeichnet. Sinngemäß sind sie aber so wie in Fig. 1 vorgesehen. Diese logischen Bestandteile bzw. Komponenten können - müssen aber nicht - zumindest teilweise in eine einzelne Baueinheit (z. B. in Form einer Steuer- oder Regeleinheit) integriert sein.

[0039] Die Fig. 4 zeigt eine kostengünstige Variante, mit der mehrere Kaskaden mit einem Druckaufnehmer 9 kontrolliert werden können, vor allem wenn diese sequentiell betrieben werden. Auch im Parallelbetrieb kann ein Erkennen bzw. ein Überwachen erfolgen, nämlich dahingehend, wann alle Kaskaden durchgeschaltet haben. Hier ist entscheidend, dass die einzelnen Rückschlagventile 20 gegenüber der Fig. 3 entfallen und durch ein zentrales Rückschlagventil 20 in der Zuleitung vor Aufteilung in die einzelnen Kaskadenabschnitte ersetzt werden. Dies hat nur den Nachteil, dass sich dadurch parallele Schaltvorgänge gegenseitig beeinflussen. Eine erfindungsgemäße Überwachung der Bewegung der Kolbenzylindereinheiten 1 ist aber auch bei dieser Variante gegeben. Mit anderen Worten weiß man bei dieser Variante, dass bei vom Druckschwellwert P_{soll} abweichendem Druckwertanstieg $P+$ ein Fehler vorhanden ist, man weiß aber noch nicht genau wo dieser vorliegt.

[0040] Gegenüber den Fig. 1 bis 4 zeigt die Fig. 5 keine Kaskadensteuerung 11 sondern einen Einfachkernzug. In diesem Schaltbild ist erkennbar, dass als Druckquelle 4 nur eine Pumpe 17 eingesetzt wird. Das Fluid F mündet am Ende der Hydraulikleitung über eine Tankleitung in den Tank 31. Dazwischen ist wie bei den vorherigen Varianten in der Zuleitung ein Druckminderventil 10 vorgesehen, wonach wieder ein Druckaufnehmer 22 angeordnet ist. In weiterer Folge ist als Ventil 6 ein Mehrwegeventil mit Mittelstellung angeordnet. Darauf folgt ein Zwillingsperrventil 21, welches entsperrebare Rückschlagventile aufweist. Erst danach sind in den Zuleitungen direkt zu der Kolben-Zylinder-Einheit 1 zwei Druckaufnehmer 9 angeordnet, die - ähnlich wie in Fig. 2 - für eine noch genauere Überwachung sorgen. Diese Schaltbildanordnung ist in gleicher Art und Weise auch für einen Auswerfer geeignet.

[0041] Fig. 6 zeigt ein Druckverlaufdiagramm wie es von den Druckaufnehmern 22 bzw. 9 aufgezeichnet wird. Entsprechende Signale werden auch in der Vergleichsvorrichtung 12 berücksichtigt. Bei einem Schaltvorgang ergibt sich beispielhaft der in Fig. 6 entlang der Zeitachse t dargestellte Druckverlauf der Druckwertsignale P_{ist} . Zu Beginn, also vor dem Schalten des Ventils 6, herrscht ein konstanter Druck P , dessen genauer Wert von der Einstellung des Druckminderventils 10 abhängt. In diesem Diagramm ist zusätzlich noch die Schaltstellung der Schaltvorrichtung 2 schematisch eingezeichnet. Zu Beginn wird noch kein Signal von der Schaltvorrichtung 2 ausgegeben. Sobald allerdings das Öffnungssignal O von der Schaltvorrichtung 2 ausgegeben wird, öffnet sich entsprechend das Ventil 6, wodurch Fluid F in den Hubraum des Zylinders 7 gelangt. Aufgrund dieses Schaltvorgangs erfolgt ein deutlicher kurzer Druckeinbruch vor allem des vom Druckaufnehmer 9 gemessenen Druckwertsignals P_{ist} . Mit dem Anstoßen der Verfahrbewegung des Kolbens 8 nach rechts steigt auch der Druck P_{ist} wieder deutlich an. Dann pendelt sich der vom Druckaufnehmer 9 gemessene Druck P_{ist} bei der anschließenden gleichmäßigen Verfahrbewegung auf einen relativ konstanten Druckverlauf ein. Dieser Druckverlauf ist niedriger als das Niveau des Versorgungsdrucks P (45 bar). Sobald dann aber die Endposition bzw. der Kolbenanschlag K erreicht wird, erfolgt ein plötzlicher Druckanstieg $P+$, der durch das „Abbremsen“ der Ölsäule hervorgerufen wird. Deutlich erkennbar ist, dass diese Druckspitze über dem Niveau der Druckversorgung liegt. Die Auswertung dieser von den Druckaufnehmern 9 bzw. 22 erfassten Signale wird nun über die Vergleichsvorrichtung 12 durchgeführt. Wird über diese Vergleichsvorrichtung 12 die Zeit t vom Schalten des Ventils 6 (üblicherweise ein 24-Volt-Signal) bis zu dem gezeigten Druckanstieg $P+$ (z.B. Versorgungsdruck plus 10%) gemessen, erhält man eine exakte Aussage über die Dauer des Schalt-

vorganges der jeweiligen Kolben-Zylinder-Einheit 1 (Heißkanalzyylinder). Nach einer ersten Auswertung können entsprechende Rahmenbereiche in Form eines Druckschwellwertes P_{soll} und eines Zeitraums t_r für das Erreichen dieses Druckschwellwertes P_{soll} eingestellt bzw. gespeichert werden. Bei anschließenden erneuten Schaltvorgängen bilden diese eine Vergleichsbasis für die Überwachung der Bewegung der Kolben-Zylinder-Einheiten 1. Mit diesem Überwachungsverfahren können mehrere Arten von Fehlfunktionen erkannt werden. Z.B. kann erkannt werden, ob ein Ventil 6 defekt ist. Wenn dem so ist, kommt es zu keinem Ölstrom und somit auch zu keinem Druckanstieg $P+$. Weiters ist es möglich, dass die Heißkanalnadel steckt. Dann kommt es zwar zu einem sehr geringen Ölstrom, um das Öl bzw. Fluid F in der Zuleitung zu komprimieren, aber es erfolgt kein plötzlicher Stopp und somit auch kein merkbarer Druckanstieg $P+$. In beiden Fällen würde erkannt, dass sich der Kolben 8 im Zylinder 7 nicht bewegt und somit eine Fehlfunktion vorliegt.

[0042] Hinsichtlich der unterschiedlichen Ausführungsvarianten sei nochmals darauf hingewiesen, dass die bevorzugte Variante nur einen Druckaufnehmer 9 vorsieht, über den beide Bewegungsrichtungen des Kolbens 8 auswertbar sind. Ein Rückschlagventil 20 in der Zuleitung zum Ventil 6 verhindert dabei, dass die auftretenden Druckspitzen andere benachbarte Heißkanäle beeinflussen (siehe Fig. 1 und 3). Gemäß den Fig. 2 und 5 sind nach den Ventilen 6 jeweils zwei Druckaufnehmer 9 angeordnet. Durch die Messung direkt nach dem Ventil 6 in der Zuleitung der jeweiligen Bewegungsrichtung lässt sich noch genauer und sicherer auswerten. Die kostengünstigste Ausführungsvariante ist in Fig. 4 dargestellt, wonach ein Druckaufnehmer 9 nach dem Druckminderventil 10 zentral für mehrere Heißkanäle vorgesehen ist. In diesem Fall kann auf die einzelnen Rückschlagventile 20 verzichtet werden. Mit diesem einen Druckaufnehmer 9 ist es möglich das Schalten von mehreren Heißkanälen gleichzeitig auszuwerten. Auch einzelne Heißkanäle können ausgewertet werden, aber nur wenn diese ausschließlich sequenziell betrieben werden.

[0043] Selbstverständlich sind sämtliche hierin angeführten Ideen und Ausführungsvarianten nicht nur bei Heißkanälen umsetzbar sondern bei jeder Kolben-Zylinder-Einheit 1, die in ähnlicher Weise betrieben wird, also mit hoher Beschleunigung und einem Stopp durch einen mechanischen Kolbenanschlag 6. Diese Erfindung macht sich somit den Umstand zunutze, dass der Verbraucherdruck (Druckspitze) am mechanischen Anschlag (Kolbenanschlag K) deutlich über dem Versorgungsdruck (Druck P nach Druckminderungsventil 10) ansteigt, da die Bewegung aufgrund der hohen Dynamik und geringen bewegten Massen derartig abrupt stoppt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen der Bewegung einer Kolben-Zylinder-Einheit (1) einer Kaskadensteuerung (11) zum kaskadenartigen Öffnen und Schließen von Heißkanälen einer Formgebungsmaschine, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein von einem Druckaufnehmer (9) bei einem aufgrund des Erreichens eines Kolbenanschlags (K) zu erwartenden Druckanstieg (P+) gemessener Druck (P) in der Kolben-Zylinder-Einheit (1) mit einem vorgegebenen, konstanten Druckschwellwert (P_{soll}) verglichen wird, wobei ein Signal (S) ausgegeben wird, wenn der gemessene Druck (P) unterhalb des vorgegebenen, konstanten Druckschwellwerts (P_{soll}) liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zeitpunkt (t) des Erreichens des Druckschwellwerts (P_{soll}) mit einem vorgegebenen Zeitraum (t_r) verglichen wird, in dem der Druckanstieg (P+) erwartet wird, wobei das Signal (S) ausgegeben wird, wenn der Zeitpunkt (t) des Erreichens des Druckschwellwerts (P_{soll}) außerhalb des vorgegebenen Zeitraums (t_r) liegt, also vor oder nach dem Zeitraum (t_r).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Signal (S) als Warnsignal (S_w) ausgegeben wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren mit einer Schaltvorrichtung (2) zum Schalten der mit der Schaltvorrichtung (2) signaltechnisch verbundenen Kolben-Zylinder-Einheit (1) einer Formgebungsmaschine (3), insbesondere Spritzgießmaschine, durchgeführt wird, wobei die Kolben-Zylinder-Einheit (1) eine Druckquelle (4), ein von der Druckquelle (4) unter Druck (P) setzbares Fluid (F), eine Fluidleitung (5), ein Ventil (6), einen Zylinder (7), einen im Zylinder (7) geführten und vom Fluid (F) beaufschlagbaren Kolben (8) und den Druckaufnehmer (9), mit dem der Druck (P) des Fluids (F) in der Fluidleitung (5) messbar ist, aufweist, **gekennzeichnet durch** die Schritte:
 - Ausgeben eines Öffnungssignals (O) von der Schaltvorrichtung (2) an das Ventil (6), wodurch der Kolben (8) mittels des unter Druck (P) gesetzten Fluids (F) bewegt wird,
 - Messen des Drucks (P) des Fluids (F) in der Fluidleitung (5) durch den Druckaufnehmer (9) nach dem Ausgeben des Öffnungssignals (O),
 - zumindest einmaliges Festlegen des vorgegebenen, konstanten Druckschwellwerts (P_{soll}),
 - Vergleichen des vom Druckaufnehmer (9) gemessenen Drucks (P) mit dem vorgegebenen, konstanten Druckschwellwert (P_{soll}), vorzugsweise in einem vorgegebenen Zeitraum (t_r), und
 - Ausgabe eines Signals (S), vorzugsweise eines Warnsignals (S_w), wenn der vom Druckaufnehmer (9), vorzugsweise im vorgegebenen Zeitraum (t_r), gemessene Druck (P) unterhalb des Druckschwellwerts (P_{soll}) liegt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ventil (6) zumindest ein Zwei-Wege-Ventil ist.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **gekennzeichnet durch** ein in der Fluidleitung (5) vor dem Ventil (6) angeordnetes Druckminderventil (10), durch welches das Fluid (F) vor Ausgabe des Öffnungssignals (O) unter einen konstanten Druck (P), vorzugsweise unter einen Druck (P) von 30 bis 50 bar, setzbar ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich knapp vor bzw. mit dem Erreichen des Kolben-Anschlags (K) der Druck (P) des Fluids (F) um mindestens 10 %, vorzugsweise um mindestens 40 % und vorzugsweise auf einen Druck (P) von über 50 bar, erhöht.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vorgegebene Zeitraum (t_r) zwischen 50 ms und 5 Sekunden, vorzugsweise zwischen 100 ms und 500 ms, nach Ausgabe des Öffnungssignals (O) liegt.

9. Formgebungsmaschine (3), insbesondere Spritzgießmaschine zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit
- zumindest einer Kolben-Zylinder-Einheit (1) einer Kaskadensteuerung (11) zum kaskadenartigen Öffnen und Schließen von Heißkanälen einer Formgebungsmaschine, wobei die Kolben-Zylinder-Einheit (1) eine Druckquelle (4), ein von der Druckquelle (4) unter Druck (P) setzbares Fluid (F), eine Fluidleitung (5), ein Ventil (6), einen Zylinder (7), einen im Zylinder (7) geführten und vom Fluid (F) beaufschlagbaren Kolben (8) und einen Druckaufnehmer (9), mit dem der Druck (P) des Fluids (F) in der Fluidleitung (5) messbar ist, aufweist,
 - einer Schaltvorrichtung (2) zum Schalten der mit der Schaltvorrichtung (2) signaltechnisch verbundenen Kolben-Zylinder-Einheit (1),
- gekennzeichnet durch**
- eine Vergleichsvorrichtung (12), wobei in der Vergleichsvorrichtung (12) ein vorgegebener, konstanter Druckschwellwert (P_{soll}) hinterlegt ist und der Vergleichsvorrichtung (12) ein Druckwertsignal (P_{ist}) des Druckaufnehmers (9) zuführbar ist, wobei das Druckwertsignal (P_{ist}) mit dem vorgegebenen, konstanten Druckschwellwert (P_{soll}) vergleichbar ist, und
 - eine Ausgabeeinheit (13), wobei von der Ausgabeeinheit (13) ein Signal (S) ausgebar ist, wenn das der Vergleichsvorrichtung (12) vom Druckaufnehmer (9) zugeführte Druckwertsignal (P_{ist}) unterhalb des hinterlegten und vorgegebenen, konstanten Druckschwellwerts (P_{soll}) liegt.
10. Formgebungsmaschine nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausgabeeinheit (13) eine Warnvorrichtung (14) aufweist, wobei das Signal (S) von der Warnvorrichtung (14) als, vorzugsweise akustisches oder bildliches, Warnsignal (S_w) ausgebar ist.
11. Formgebungsmaschine nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kolben-Zylinder-Einheit (1) Teil einer Kaskadensteuerung (11) ist.
12. Formgebungsmaschine nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kaskadensteuerung (11) eine Vielzahl von parallel oder seriell geschalteten Kolben-Zylinder-Einheiten (1) aufweist.
13. Formgebungsmaschine nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass von der Vergleichsvorrichtung (12) der Zeitpunkt (t) des vom Druckaufnehmer (9) gemessenen, dem Druckschwellwert (P_{soll}) entsprechenden Druckwertsignals (P_{ist}) mit einem vorgegebenen und hinterlegten Zeitraum (t_r), in dem ein Druckanstieg (P+) aufgrund des Erreichens eines Kolbenanschlags (K) erwartet wird, vergleichbar ist und von der Ausgabeeinheit (13) ein Signal (S) ausgebar ist, wenn der Zeitpunkt (t) des Erreichens des Druckschwellwertes (P_{soll}) außerhalb des hinterlegten und vorgegebenen Zeitraums (t_r) liegt, also vor oder nach dem Zeitraum (t_r).

Hierzu 7 Blatt Zeichnungen

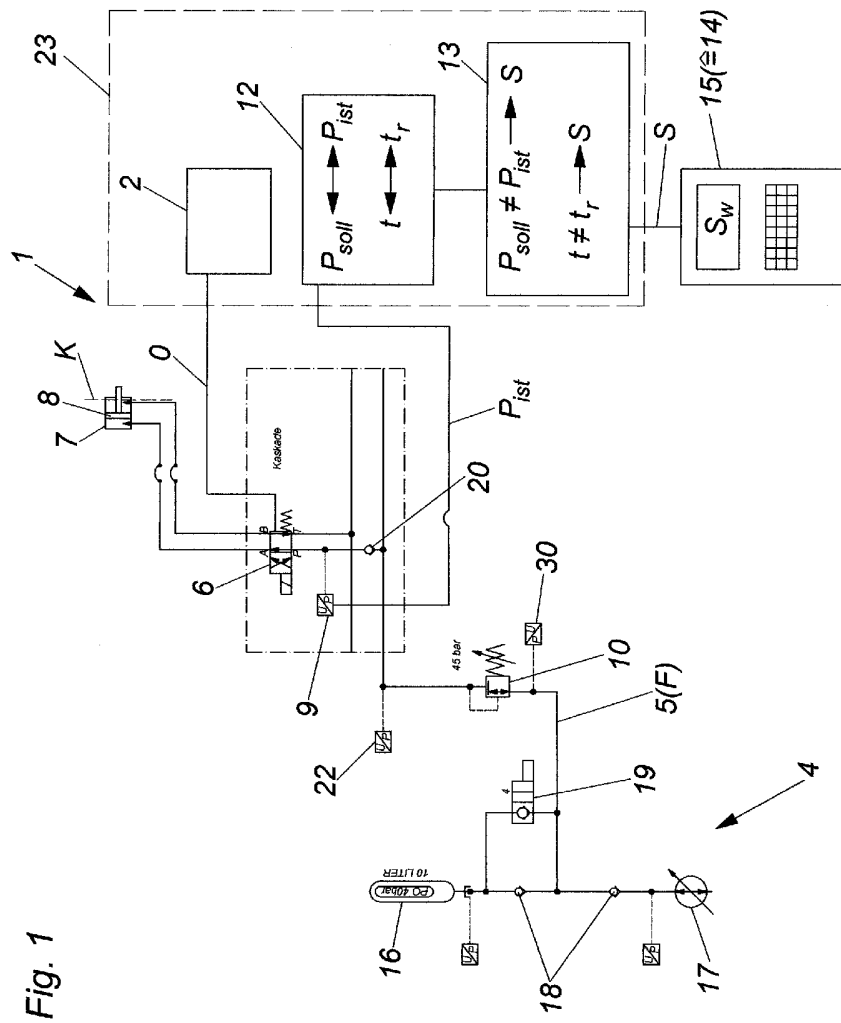


Fig. 1

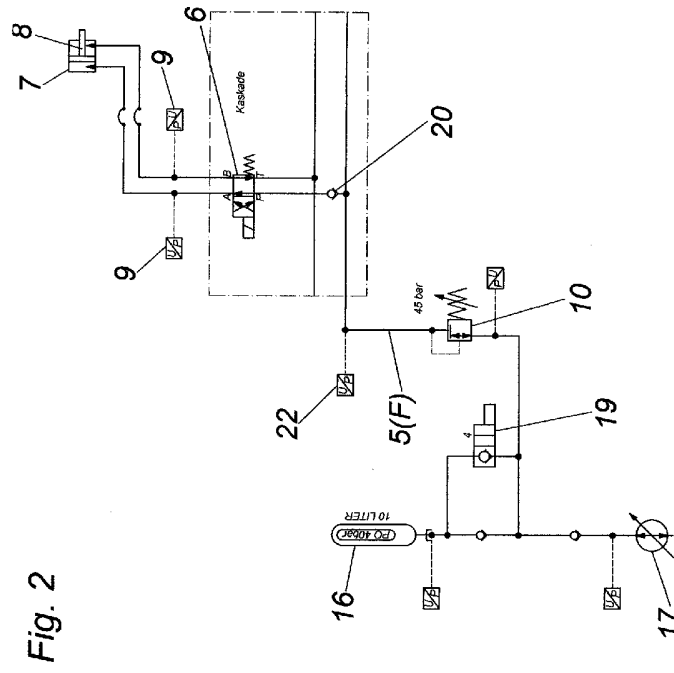


Fig. 2

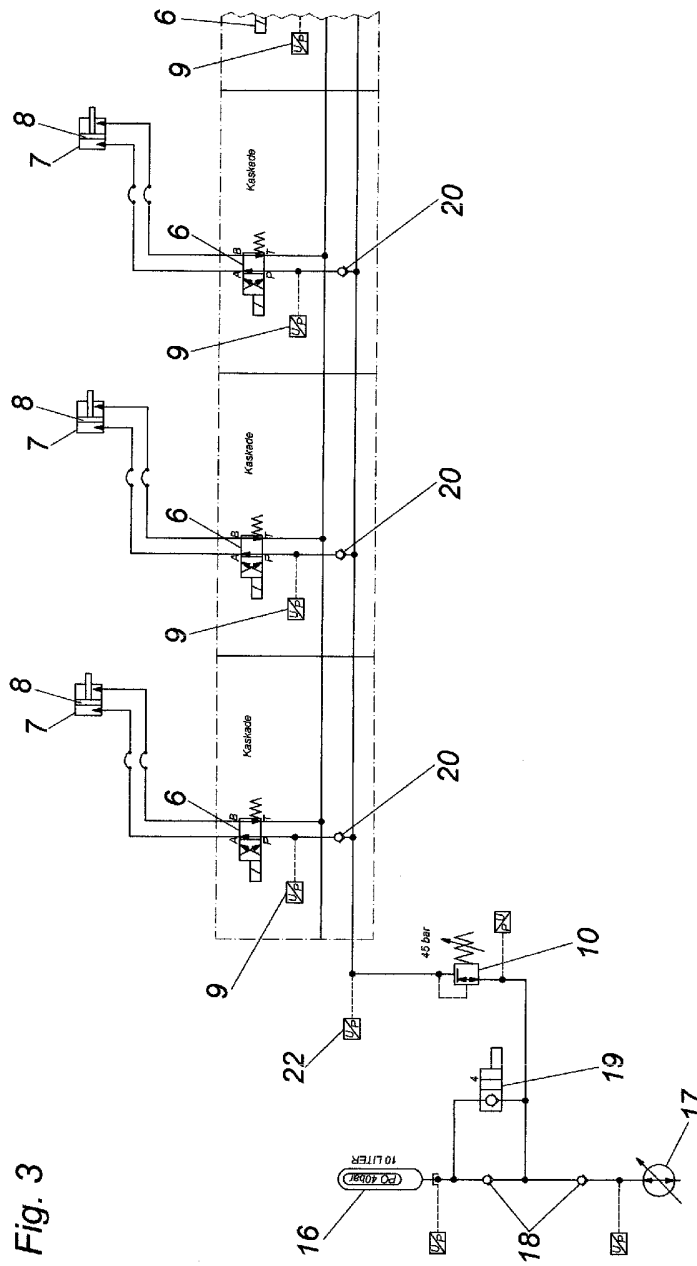


Fig. 3

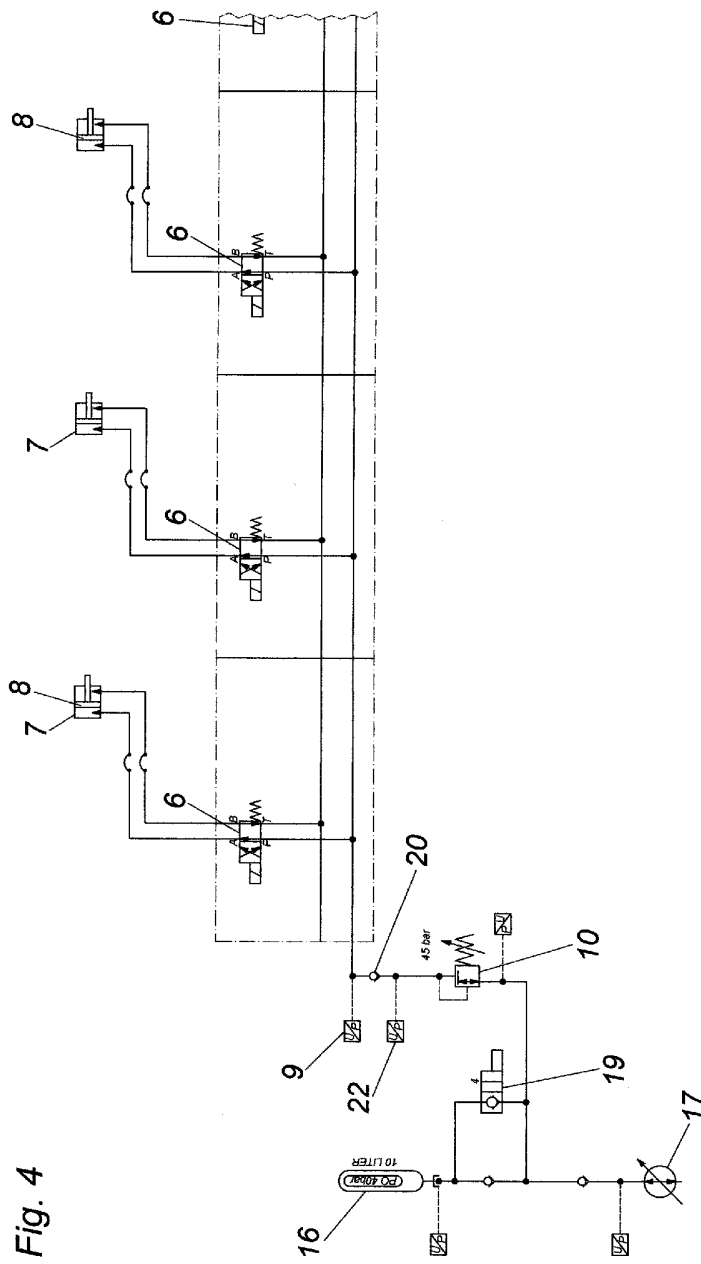


Fig. 4

