



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.11.2019 Patentblatt 2019/46

(51) Int Cl.:
B21B 31/32 (2006.01) B21B 37/62 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18171953.5**

(22) Anmeldetag: **11.05.2018**

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

(71) Anmelder: **Muhr und Bender KG**
57439 Attendorn (DE)

(72) Erfinder:
• **FELDMANN, Andre**
57462 Olpe (DE)
• **EICHNER, Harald**
53773 Hennef (DE)
• **EICK, Alexander**
58840 Plettenberg (DE)

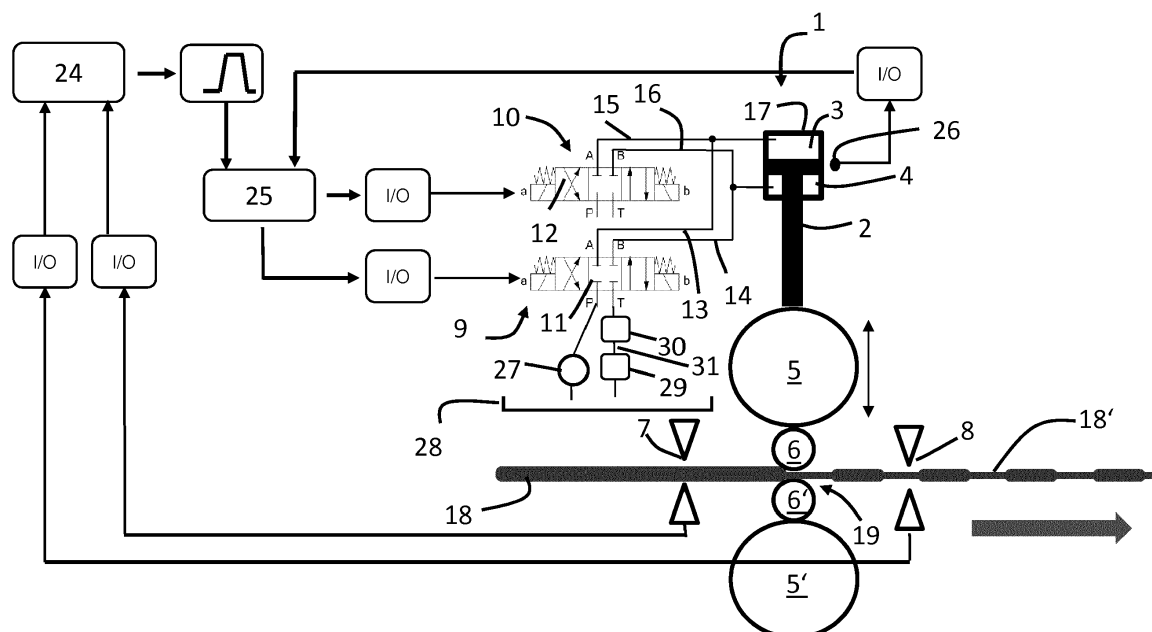
(74) Vertreter: **Neumann Müller Oberwalleney & Partner**
Patentanwälte
Overstolzenstraße 2a
50677 Köln (DE)

(54) **HYDRAULIKANORDNUNG UND VERFAHREN ZUR REGELUNG EINES WALZSPALTS EINES WALZGERÜSTS**

(57) Die Erfindung betrifft eine Hydraulikanordnung zur Regelung eines Walzspalts eines Walzgerüsts, insbesondere zum flexiblen Walzen von Bandmaterial, umfassend: zumindest eine hydraulische Anstelleinheit (1) zum Einstellen des Walzspalts (19); eine erste doppeltwirkende Ventilanordnung (9) zur variablen Steuerung der Anstelleinheit (1); wobei eine zweite doppeltwirkende

Ventilanordnung (10, 10') zur variablen Steuerung der Anstelleinheit (1), die parallel zu der ersten Ventilanordnung (9) geschaltet ist und einen größeren Nennvolumenstrom aufweist, als die erste Ventilanordnung (9). Die Erfindung betrifft ferner ein entsprechendes Verfahren zur Regelung eines Walzspalts beim Walzen.

FIG. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hydraulikanordnung und ein Verfahren zur Regelung eines Walzspalts eines Walzgerüsts, insbesondere für das Flexible Walzen von Bandmaterial.

[0002] In Bandwalzwerken wird Bandmaterial mit einer Einlaufdicke in einem warmen oder kalten Zustand in ein oder mehreren Schritten auf eine Solldicke gewalzt. Dabei wird das Bandmaterial durch einen definierten Walzspalt geführt, der durch zwei Arbeitswalzen gebildet ist. Der Walzspalt kann dabei über eine in der Regel hydraulische Anstelleinheit eingestellt werden, um Störgrößen des Walzprozesses, beispielsweise Änderungen der Ausgangsdicke, auszuregulieren. In Standard-Flachwalzprozessen wird Bandmaterial mit einer konstanten Solldicke hergestellt, sodass nach einem initialen Einstellen des Nennwalzspalts nur kleine Abweichungen, die sich aus dem Einfluss von Störgrößen ergeben, nachgeregelt werden müssen. Beim Flexiblen Walzen wird Bandmaterial mit einem variablen Solldickenprofil in Bandlängsrichtung hergestellt. Neben dem Ausregeln der Abweichungen bedingt durch Störgrößen muss der Walzspalt dem Solldickenprofil nachgeführt werden. Die dabei notwendigen Walzspaltänderungen sind in der Regel um ein Vielfaches größer als die durch das Ausregeln der Störgrößen bedingten Walzspaltänderungen. Um hohe Walzgeschwindigkeiten und somit eine hohe Produktivität beim Flexiblen Walzen zu erreichen, muss eine Vorrichtung zur Ansteuerung des Walzspalts relativ große Hubwege der Walzen in kurzer Zeit bei gleichzeitiger hochgenauen Einstellung des Walzspalts ermöglichen.

[0003] Aus der DE 38 03 490 C2 ist eine Vorrichtung zur hydraulischen Ansteuerung einer Druckwalze mittels Stellzylindern bekannt. Zur Steuerung von Druckmitteln zwischen den zwei Kammern eines Stellzylinders, einer Druckmittelquelle und einem Tank umfasst die Vorrichtung jeweils ein schaltbares Ventil. Nachteilig bei diesem Aufbau der hydraulischen Ansteuerung ist, dass das eine Ventil entweder so ausgelegt werden kann, dass dieses möglichst schnell oder möglichst exakt den Stellzylinder bewegt.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hydraulikanordnung und ein Verfahren zur Regelung eines Walzspalts eines Walzgerüsts bereitzustellen, die eine variable, hochdynamische Einstellung des Walzspalts mit hoher Positionsgenauigkeit und ein Walzen bei hohen Walzgeschwindigkeiten ermöglicht.

[0005] Zur Lösung der Aufgabe wird eine Hydraulikanordnung zur Regelung eines Walzspalts eines Walzgerüsts vorgeschlagen, umfassend: zumindest eine hydraulische Anstelleinheit zum Einstellen des Walzspalts; eine erste doppeltwirkende Ventilanordnung zur variablen Steuerung der Anstelleinheit; und eine zweite doppeltwirkende Ventilanordnung zur variablen Steuerung der Anstelleinheit, die parallel zu der ersten Ventilanordnung geschaltet ist und einen größeren Nennvolumenstrom aufweist als die erste Ventilanordnung.

[0006] Die erfindungsgemäße Hydraulikanordnung weist den Vorteil auf, dass zumindest für eine Teilzahl von Walzspaltänderungen während des Walzens ein definierter Hubweg zwischen einer Start- bzw. Ist-Walzenposition und einer Soll-Walzenposition in mehrere Abschnitte unterteilt werden kann, wobei in einem ersten Abschnitt ein Großteil des Hubweges mittels der zweiten Ventilanordnung mit einem großen Nennvolumenstrom und hohen Stellgeschwindigkeiten realisiert werden kann und in einem zweiten Abschnitt ein hochgenaues Positionieren der Walzen durch die erste Ventilanordnung mit einem kleineren Nennvolumenstrom und kleineren Stellgeschwindigkeiten erfolgen kann. Die Anordnung eignet sich insbesondere für das Flexible Walzen von Bandmaterial, bei dem Bandmaterial mit einer variablen Dicke über der Länge erzeugt wird, da diese eine hochdynamische und schnelle Regelung des Walzspalts mit hoher Genauigkeit ermöglicht.

[0007] Unter Nennvolumenstrom soll der maximale Volumenstrom des ein- oder ausströmende Hydraulikfluids bei vollständiger Öffnung durch die jeweilige Ventilanordnung verstanden werden, der sich bei einer definierten Druckdifferenz ergibt. Nach einer möglichen Ausführungsform kann die zweite Ventilanordnung einen Nennvolumenstrom aufweisen, der mindestens das 8-fache, insbesondere mindestens das 10-fache, insbesondere mindestens das 15-fache des Nennvolumenstroms der ersten Ventilanordnung beträgt. Sofern eine von der ersten und/oder zweiten Ventilanordnung mehrere einzelne Ventile umfasst, soll sich der angegebene Nennvolumenstrom der jeweiligen Anordnung auf die Summe der jeweiligen Nennvolumenströme der einzelnen Ventile dieser ersten bzw. zweiten Ventilanordnung beziehen.

[0008] Als hydraulische Anstelleinheit soll im Rahmen dieser Offenbarung jede Einheit mit umfasst sein, die eine von der ersten und/oder zweiten Ventilanordnung übertragbare hydraulische Energie in eine mechanische Energie umwandeln kann. Es ist zumindest eine hydraulische Anstelleinheit zur Walzspaltregelung in einem Walzgerüst vorgesehen, was die Möglichkeit von zwei oder mehr Anstelleinheiten mit umfasst. Insbesondere kann je Seite einer Arbeitswalze eines Walzgerüsts eine zugehörige Anstelleinheit vorgesehen sein. Die beiden Anstelleinheiten können in diesem Fall synchron angesteuert werden, um die Arbeitswalze zu bewegen.

[0009] Die zumindest eine hydraulische Anstelleinheit kann in einer möglichen Ausführungsform einen Zylinder und einen Anstellkolben umfassen, wobei der Anstellkolben den Zylinder beweglich in eine erste Kammer und eine zweite Kammer unterteilt. Die Anstelleinheit ist in diesem Fall ein doppeltwirkender Zylinder und kann auch als Kolben-Zylinder-Einheit bezeichnet werden. Durch Beaufschlagen der ersten Kammer mit Arbeitsdruck und zuführen eines Volumenstroms aus einer Druckmittelquelle wird der Anstellkolben in Richtung der zweiten Kammer bewegt, und umgekehrt. Der Anstellkolben kann durch diese Bewegung ein in einem Walzgerüst

vertikal verschiebbar angeordnetes Einbaustück, in dem eine erste Arbeitswalze drehbar gelagert ist, bewegen bzw. dieses mit einer Walzkraft beaufschlagen. Die erste Arbeitswalze kann zusammen mit einer zweiten Arbeitswalze, die drehbar gelagert und verschiebefest im Walzgerüst angeordnet ist, einen Walzspalt bilden. Der Walzspalt lässt sich somit durch die Anstelleinheit variabel einstellen und eine definierte Walzkraft auf ein Bandmaterial aufbringen.

[0010] Der jeweils notwendige Volumenstrom in eine Kammer der Anstelleinheit herein und aus der gegenüberliegenden Kammer heraus ergibt sich aus dem Hubweg des Anstellkolbens und der jeweils in der ersten Kammer bzw. der zweiten Kammer wirkenden Querschnittsfläche. Dabei können sich die Querschnittsflächen der ersten Kammer bzw. der zweiten Kammer unterscheiden. Insbesondere kann eine der Kammer durch eine Kolbenstange einen ringförmigen Querschnitt mit einem Außendurchmesser aufweisen während die andere Kammer einen kreisförmigen Querschnitt mit dem gleichen Außendurchmesser aufweist.

[0011] Die hydraulische Anstelleinheit kann in einer möglichen Ausführungsform von einer oder mehreren Druckmittelquellen mit einem Arbeitsdruck größer als 200 bar, insbesondere größer als 250 bar, insbesondere größer als 300 bar, beaufschlagt werden. Durch die hohen Drücke wird sichergestellt, dass hohe Kolbengeschwindigkeiten an den Anstelleinheiten erreicht werden, bei schnellen Schaltzeiten von kleiner 200 ms realisiert werden können. Außerdem ermöglichen die hohen Drücke, dass ausreichend Walzkraft auf die Arbeitswalzen einwirken kann. Insgesamt wird somit eine hochdynamische Walzspaltregelung erreicht. Mit steigender Anzahl der Druckmittelquellen kann eine schnellere Bereitstellung des benötigten Volumens des Hydraulikfluids sichergestellt werden. Es ist aber grundsätzlich jede Anordnung denkbar, die einen weitgehend konstanten Arbeitsdruck bereitstellen kann. In einer möglichen Ausführungsform kann eine der einen oder mehreren Druckmittelquellen eine Pumpe oder ein Druckmittelspeicher mit angeschlossener Pumpe aufweisen. Die erste und die zweite Ventilanordnung kann aus einer gemeinsamen Druckmittelquelle gespeist werden oder eine Teilzahl der Druckanschlüsse der ersten und der zweiten Ventilanordnung kann mit einer separaten Druckmittelquelle verbunden sein.

[0012] Als doppeltwirkende Ventilanordnungen sollen alle Ventilanordnungen verstanden werden, durch die Volumenströme derart variabel gestellt werden können, dass ein doppeltwirkender Zylinder sowohl aus- als auch eingefahren werden kann. Die Verwendung von zwei Ventilanordnungen mit unterschiedlichen Volumenströmen ermöglicht dabei, dass der doppeltwirkende Zylinder sowohl schnell als auch langsam verfahren werden kann. Hierfür kann die Anstelleinheit der erfindungsgemäßen Hydraulikanordnung sowohl durch die erste Ventilanordnung als auch durch die zweite Ventilanordnung unabhängig voneinander und/oder in Kombination von

beiden Ventilanordnungen aus- und eingefahren werden.

[0013] Die erste Ventilanordnung kann in einer möglichen Ausführungsform einen Volumenstrom eines ersten Druckmittelweges, der mit der ersten Kammer verbunden ist, und einen Volumenstrom eines zweiten Druckmittelweges, der mit der zweiten Kammer verbunden ist, steuern. Die zweite Ventilanordnung kann einen Volumenstrom eines dritten Druckmittelweges, der mit der ersten Kammer verbunden ist, und einen Volumenstrom eines vierten Druckmittelweges, der mit der zweiten Kammer verbunden ist, steuern. Dabei kann jeweils über die erste und zweite Ventilanordnung ein Volumenstrom aus einer der Kammern des Anstellzylinders heraus und in eine der Kammern des Anstellzylinders hinein gesteuert werden. Die jeweils über die erste und zweite Ventilanordnung gesteuerten Volumenströme können bei einem definierten Arbeitsdruck von einer Öffnungstellung bis hin zu einer Schließstellung vollvariabel gesteuert werden. Hierzu können in einer möglichen Ausführungsform ein Ventil der ersten Ventilanordnung und ein Ventil der zweiten Ventilanordnung jeweils als Stetigventil, insbesondere als Servoventil, ausgestaltet sein. Dabei können auch vorgesteuerte Ventile verwendet werden.

[0014] In einer möglichen Ausführungsform kann die zweite Ventilanordnung zumindest ein Ventil zur Steuerung der hydraulischen Anstelleinheit umfassen. Ein Ventil weist dabei ein Stellglied, beispielsweise einen Ventilkolben auf, durch den der Volumenstrom durch das Ventil gesteuert werden kann. In Ausführungsformen mit einem Ventil lässt sich die Ventilanordnung mit geringer Steuerungskomplexität ansteuern. Bei Ausführungsformen mit mehreren Ventilen können mehrere kinematisch entkoppelte Ventil-Stellglieder angesteuert werden und somit eine hochvariable Ansteuerung der Anstelleinheit realisiert werden. In einer weiteren Ausführungsform kann die erste Ventilanordnung zumindest ein Ventil zur Steuerung der hydraulischen Anstelleinheit umfassen. Die zur vor genannten Vorteil gelten somit analog.

[0015] Die erste und die zweite Ventilanordnung können dabei jeweils beliebig viele in Reihe und/oder parallel geschaltete Ventile umfassen, die zusammen eine doppeltwirkende Ansteuerung der Anstelleinheit ermöglichen, wobei der sich ergebende Nennvolumenstrom der zweiten Ventilanordnung insbesondere um ein Vielfaches größer ist als der sich ergebende Nennvolumenstrom der ersten Ventilanordnung. Sofern die erste und/oder die zweite Ventilanordnung mehrere einzelne Ventile aufweist, können diese einzelnen Ventile jeweils einfachwirkend oder doppeltwirkend gestaltet sein, das heißt, auf die Anstelleinheit nur in einer Betätigungsrichtung oder in beiden Betätigungsrichtungen hydraulisch einwirken. Beispielsweise kann ein erstes Ventil der jeweiligen Ventilanordnung so auf die Anstelleinheit einwirken, dass diese eingefahren wird, während ein zweites Ventil der Ventilanordnung auf die Anstelleinheit einwirkt, dass diese ausgefahren wird, insbesondere nach

dem sogenannten Prinzip der aufgeteilten Steuerkanten. Gemeinsam bilden das erste und zweite Ventil somit eine doppeltwirkende Ventilanordnung. Alternativ oder in Ergänzung können eine oder beide der Ventilanordnungen auch ein oder mehrere Ventile umfassen, die jeweils doppeltwirkend gestaltet sind, das heißt, bei der das jeweilige Ventil die Anstelleinheit in beide Richtungen beaufschlagen kann. Es versteht sich, dass die genannten Möglichkeiten jeweils für die erste und/oder die zweite Ventilanordnung gelten. Der Nennvolumenstrom von Ventilanordnungen mit mehreren Ventilen soll dabei der durch die Ventile einer Ventilanordnung in Summe maximal ein- oder ausströmende Volumenstrom bei einer bestimmten Druckdifferenz sein. Die Ventilanordnungen können insbesondere aus 2/2-, 3/2-, 3/3-, 4/2-, 4/3-, oder 5/3-Wege-Ventile zusammengesetzt sein. Beispielsweise kann eine Ventilanordnung aus einer Parallelschaltung von zwei 3/3-Wege-Ventilen oder zwei 4/3-Wege-Ventilen gebildet werden.

[0016] Die erste Ventilanordnung und die zweite Ventilanordnung sind hydraulisch mit einem Haupttank verbunden. In der Zulaufleitung (Druckleitung) zwischen dem Haupttank und der ersten bzw. zweiten Ventilanordnung kann optional ein oder mehrere Druckspeicher vorgesehen sein. Der zumindest eine Druckspeicher dient insbesondere dazu, einen stetigen Druckölzufluss zur ersten und/oder zweiten Ventilanordnung sicherzustellen und Verbrauchspitzen auszugleichen.

[0017] Zum Abführen und Speichern von aus der Anstelleinheit herausströmendem Hydraulikfluid kann in einer möglichen Ausführungsform ein Zwischentank in einer Rücklaufleitung zwischen der ersten Ventilanordnung und einem Haupttank und/oder zwischen der zweiten Ventilanordnung und dem Haupttank angeordnet sein. Von dem Zwischentank wird das Hydraulikfluid dann in den Haupttank gefördert. Durch den Zwischentank kann die Hydraulikfluidsäule frühzeitig entspannt werden und Pulsationen in der Rücklaufleitung zwischen Ventil und dem Haupttank können verringert werden, so dass ein schnelleres Abführen des aus der Anstelleinheit herausströmenden Hydraulikfluids realisiert werden kann. Zur Dämpfung der Pulsationen des Hydraulikfluids sind auch Pulsationsdämpfer in der Rücklaufleitung zwischen den Ventilanordnungen und dem Haupttank, insbesondere vor dem Zwischentank, denkbar. In einer möglichen Ausführungsform kann der Zwischentank oberhalb des Haupttanks angeordnet sein. Insofern kann der Zwischentank auch als Hochtank bezeichnet werden. Insbesondere kann der Zwischentank in einer vertikalen Höhe mit der ersten und der zweiten Ventilanordnung und/oder in einem Abstand kleiner als drei Meter, insbesondere kleiner als zwei Meter, von den Ventilanordnungen angeordnet sein.

[0018] Die Aufgabe wird des Weiteren durch ein Verfahren zur Regelung eines Walzspalts eines Walzgerüsts, insbesondere mittels einer der zuvor beschriebenen Hydraulikanordnungen, gelöst, mit den Schritten: Ermitteln einer Ist-Walzenposition einer Arbeitswalze; Er-

mitteln einer Soll-Walzenposition der Arbeitswalze; und Steuern eines Öffnungsgrades einer ersten Ventilanordnung und eines Öffnungsgrades einer zweiten Ventilanordnung zum Betätigen der Anstelleinheit in Abhängigkeit der Ist-Walzenposition und der Soll-Walzenposition, wobei der Walzspalt während des Walzens geändert wird, und wobei zumindest für eine Dickenänderung eines zu walzenden Walzprofils während des Walzens die Anstelleinheit in einem ersten Abschnitt eines Hubweges zwischen der Ist-Walzenposition und der Soll-Walzenposition mittels der ersten Ventilanordnung und der zweiten Ventilanordnung und in einem zweiten Abschnitt des Hubweges nur von der ersten Ventilanordnung gesteuert wird. Der genannte erste bzw. zweite Abschnitt des Hubweges können in diesem Zusammenhang beliebige Hubwegabschnitte zwischen der Ist- und der Sollposition sein. Es sind weitere Hubwegabschnitte denkbar, die vor, zwischen und/oder nachgelagert sein können. Somit sind diverse Steuerungsmöglichkeiten mit der ersten und zweiten Ventilanordnung denkbar, beispielsweise Öffnen mindestens eines Ventils der ersten Ventilanordnung, anschließendes Öffnen mindestens eines Ventils der zweiten Ventilanordnung, erneutes Schließen des Ventils der zweiten Ventilanordnung und danach erneutes Schließen des Ventils der ersten Ventilanordnung. Das Öffnen des mindestens einen Ventils der ersten und des mindestens einen Ventils der zweiten Ventilanordnung kann auch zeitgleich oder in umgekehrter Reihenfolge erfolgen.

[0019] Die beschriebene Steuerung bezieht sich auf zumindest eine Dickenänderung während des Walzprozesses zur Herstellung eines insbesondere flexibel gewalzten Bandmaterials. Das heißt, während des Walzens des Bandmaterials erfolgt zumindest bei einer Teilzahl von Walzspaltänderungen bzw. Hüben eine hydraulische Steuerung der Anstelleinheit(en) mittels der ersten und der zweiten Ventilanordnung. Hiermit lässt sich der gewünschte Walzspalt schnell einstellen, wobei eine genaue Positionierung dann mittels der auf den kleineren Nennvolumenstrom ausgelegten Ventilanordnung erfolgen kann. Es versteht sich, dass im Rahmen des Walzprozesses auch Dickenänderungen von herzustellenden Profilabschnitten nur mittels einer der beiden Ventilanordnungen, insbesondere der kleinen Ventilanordnung bei kleineren Hüben, durchgeführt werden können.

[0020] Insbesondere ist vorgesehen, dass die Steuerung der Anstelleinheit in dem ersten Abschnitt eines Hubweges zwischen der Ist-Walzenposition und der Soll-Walzenposition mittels der ersten und/oder zweiten Ventilanordnung zur Erreichung hoher Stellgeschwindigkeiten erfolgt, und in dem zweiten Abschnitt des Hubweges, der insbesondere die Soll-Walzenposition umfasst, von den beiden Ventilanordnungen allein mittels der ersten Ventilanordnung zur Erreichung hoher Positionsgenauigkeit erfolgt. Nach einer möglichen Ausführung kann die Anstelleinheit für Walzspaltänderungen von mehr als 10% Abweichung zwischen Ist- und Sollposition, insbesondere von mehr als 5 % des Walzspaltmaßes, mittels

der ersten und zweiten Ventilanordnung im ersten Abschnitt des Hubweges (ΔX) gesteuert werden. Ein absoluter Wert, bei dem beide Ventilanordnungen zum Betätigen der Anstelleinheit gesteuert werden, kann beispielsweise mit größer 0,1 mm Dicken- bzw. Walzspaltänderung angegeben werden.

[0021] Das Verfahren weist die Vorteile der erfindungsgemäßen Hydraulikanordnung analog auf. Es versteht sich daher, dass alle im Zusammenhang mit der Anordnung genannten Merkmale sinngemäß auf das Verfahren übertragbar sind und, umgekehrt, alle im Zusammenhang mit dem Verfahren genannten Merkmale auf die Anordnung.

[0022] In einer möglichen Ausführungsform des Verfahrens kann zumindest eine Stellgröße zum Steuern des Öffnungsgrades der ersten Ventilanordnung und zumindest eine Stellgröße zum Steuern des Öffnungsgrades der zweiten Ventilanordnung zeitversetzt ausgegeben werden. In einer weiteren möglichen Ausführungsform kann für das Steuern des Öffnungsgrades der ersten Ventilanordnung eine erste Stellgröße für ein erstes Ventil der ersten Ventilanordnung und eine zweite Stellgröße für ein zweites Ventil der ersten Ventilanordnung zeitversetzt ausgegeben werden und/oder für das Steuern des Öffnungsgrades der zweiten Ventilanordnung eine erste Stellgröße für ein erstes Ventil der zweiten Ventilanordnung und eine zweite Stellgröße für ein zweites Ventil der zweiten Ventilanordnung zeitversetzt ausgegeben werden. Durch beide zuvor genannten Ausführungsformen lässt sich die Variabilität in der Steuerung der Anstelleinheit erhöhen.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform kann die Soll-Walzenposition in Abhängigkeit von einem Soll-Dickenprofil sowie zumindest von einem von einer Dickenmessung auf der Einlaufseite der Arbeitswalze und einer Profildickenmessung auf der Auslaufseite der Arbeitswalze bestimmt werden.

[0024] In den folgenden Figurendarstellungen werden bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Hydraulikanordnung und des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben. Dabei zeigt

- Figur 1 schematisch eine erfindungsgemäße Hydraulikanordnung in einer ersten Ausführungsform;
- Figur 2a einen Ausschnitt der Hydraulikanordnung aus Figur 1 in einer ersten Schaltposition der Ventilanordnungen 9, 10;
- Figur 2b einen Ausschnitt der Hydraulikanordnung aus Figur 1 in einer zweiten Schaltposition der Ventilanordnungen 9, 10;
- Figur 2c einen Ausschnitt der Hydraulikanordnung aus Figur 1 in einer dritten Schaltposition der Ventilanordnungen 9, 10;

- Figur 2d einen Ausschnitt der Hydraulikanordnung aus Figur 1 in einer vierten Schaltposition der Ventilanordnungen 9, 10;
- Figur 3 schematisch eine erfindungsgemäße Hydraulikanordnung in einer zweiten Ausführungsform;
- Figur 4a einen Ausschnitt der Hydraulikanordnung aus Figur 3 in einer ersten Schaltposition der Ventilanordnungen 9, 10;
- Figur 4b einen Ausschnitt der Hydraulikanordnung aus Figur 3 in einer zweiten Schaltposition der Ventilanordnungen 9, 10;
- Figur 4c einen Ausschnitt der Hydraulikanordnung aus Figur 3 in einer dritten Schaltposition der Ventilanordnungen 9, 10;
- Figur 4d einen Ausschnitt der Hydraulikanordnung aus Figur 3 in einer vierten Schaltposition der Ventilanordnungen 9, 10;
- Figur 4e einen Ausschnitt der Hydraulikanordnung aus Figur 3 in einer fünften Schaltposition der Ventilanordnungen 9, 10;
- Figur 5 ein Verfahren zur Regelung eines Walzspalts in einem Flussdiagramm.

[0025] In den Figuren 1 und 2a bis 2d, die im Folgenden gemeinsam beschrieben werden, ist eine Hydraulikanordnung zur Steuerung eines Walzspalts 19 in einer ersten Ausführungsform schematisch dargestellt. Im Walzprozess wird einlaufendes Bandmaterial 18 durch den Walzspalt 19 von einer konstanten Nenndicke auf einen variablen Dickenprofilverlauf des auslaufenden Bandmaterials 18' gewalzt. Der Walzspalt 19 wird dabei durch zwei Arbeitswalzen 6, 6' eines Quarto-Walzgerüsts gebildet. Die Arbeitswalzen 6, 6' werden jeweils durch eine Stützwalze 5, 5' abgestützt, um die Durchbiegung der Arbeitswalzen 6, 6' zu verringern. Die Arbeitswalzen 6, 6' und die Stützwalzen 5, 5' werden jeweils in Einbaustücken, die in den Figuren nicht dargestellt sind, drehend gelagert. Die Einbaustücke sind ihrerseits in einem Walzgerüst aufgenommen. Das Einbaustück der unteren Arbeitswalze 6' und der unteren Stützwalze 5' sind fest und das Einbaustück der oberen Arbeitswalze 6 und der oberen Stützwalze 5 sind vertikal verschiebbar im Walzgerüst gelagert. Das Einbaustück der oberen Arbeitswalze 6 und der oberen Stützwalze 5 kann über eine Anstelleinheit 1 vertikal positioniert werden bzw. die Anstelleinheit 1 kann auf das Einbaustück eine vertikale Walzkraft ausüben. Die Anstelleinheit 1 umfasst einen Anstellkolben 2 der einen Anstellzylinder 17 beweglich in eine erste Kammer 3 und eine zweite Kammer 4 unterteilt. Wird die erste Kammer 3 mit einem höheren Druck als die zweite

Kammer 4 beaufschlagt, bewegt sich der Anstellkolben 2 in Richtung der zweiten Kammer 4 und der Walzspalt 19 wird verringert. Wird die zweite Kammer 4 mit einem höheren Druck als die erste Kammer 3 beaufschlagt, bewegt sich der Anstellkolben 2 in Richtung der ersten Kammer 3 und der Walzspalt 19 wird vergrößert.

[0026] Das Beaufschlagen der beiden Kammer 3, 4 mit Druck wird durch zwei Ventilanordnungen 9, 10 gesteuert. Dabei umfassen die erste Ventilanordnung 9 und die zweite Ventilanordnung 10 jeweils genau ein Ventil 11, 12, wobei das Ventil 12 der zweiten Ventilanordnung 10 einen größeren Nennvolumenstrom aufweist als das Ventil 11 der ersten Ventilanordnung 9.

[0027] Wie in den Figuren 2a bis 2b zu erkennen, ist das Ventil 11 in der ersten Ausführungsform der Hydraulikanordnung als 5/3-Wegeventil, das einen ersten Druckmittelweg 13 und einen zweiten Druckmittelweg 14 steuert, mit einem Stellglied 20 ausgeführt. Das Ventil 11 ist mit einem Anschluss A über den ersten Druckmittelweg 13 mit der ersten Kammer 3 und mit einem Anschluss B über den zweiten Druckmittelweg 14 mit der zweiten Kammer 4 verbunden. Zudem ist das Ventil 11 über zwei Anschlüsse P mit einer Druckmittelquelle 27 und mit einem Anschluss T mit einem Tank 28 verbunden, die nur in Figur 1 dargestellt sind.

[0028] Das Ventil 12 der zweiten Ventilanordnung 10 ist in der ersten Ausführungsform der Hydraulikanordnung ebenfalls als 5/3-Wegeventil, das einen dritten Druckmittelweg 15 und einen vierten Druckmittelweg 16 steuert, mit einem Stellglied 21 ausgeführt. Das Ventil 12 ist mit einem Anschluss A über den dritten Druckmittelweg 15 mit der ersten Kammer 3 und mit einem Anschluss B über den vierten Druckmittelweg 16 mit der zweiten Kammer 4 verbunden. Zudem ist das Ventil 12 über zwei Anschlüsse P mit einer Druckmittelquelle 27 und mit einem Anschluss T mit einem Tank 28 verbunden, die nur in Figur 1 dargestellt sind.

[0029] Als Druckmittelquelle 27 ist jede Anordnung denkbar, die einen weitgehend konstanten Arbeitsdruck, der größer als 200 bar ist, insbesondere größer als 250 bar, insbesondere größer als 300 bar, bei einem definierten Volumenstrom an den Anschlüssen P der Ventilanordnungen 9, 10 bereitstellen kann. So ist eine direkte Anbindung einer oder mehrerer Pumpen an die Anschlüsse P der Ventilanordnungen 9, 10 möglich oder ein oder mehrere Druckmittelspeicher können zwischen den Ventilanordnungen 9, 10 und einer Pumpe angeordnet sein. In der dargestellten Ausführungsform, werden die Anschlüsse P der Ventilanordnungen 9, 10 aus einer gemeinsamen Druckmittelquelle gespeist. Es ist jedoch auch denkbar, dass zumindest eine Teilzahl der Anschlüsse P der Ventilanordnungen 9, 10 mit einer separaten Druckmittelquelle verbunden ist.

[0030] Als Tank 28 ist jede Anordnung denkbar, die eine Aufnahme des Hydraulikfluids ermöglicht, das aus der Anstelleinheit 1 herausströmt, und die Pumpen der Druckmittelquelle 27 mit Hydraulikfluid speist. Die Anordnung kann dabei so ausgestaltet sein, dass das her-

ausströmende Hydraulikfluid möglichst schnell abfließen kann. Dazu ist es denkbar, dass das herausströmende Hydraulikfluid in einen Zwischentank 29, der in der Nähe der Ventilanordnungen 9, 10 positioniert ist und insbesondere einen Abstand von den Ventilanordnungen 9, 10 kleiner als 3 m aufweist, gelangt und von dort in einen Haupttank 28 gefördert wird. Zur Dämpfung von Pulsationen des aus den Ventilanordnungen 9, 10 schnell ausströmenden Hydraulikfluids können Pulsationsdämpfer 30 in der Rücklaufleitung 31 zwischen den Ventilanordnungen 9, 10 und dem Haupttank 28, insbesondere vor dem Zwischentank 29 angeordnet sein.

[0031] Das Ventil 11 der ersten Ventilanordnung 9 und das Ventil 12 der zweiten Ventilanordnung 10 sind in Figur 2a in einer ersten Schaltposition dargestellt, in der die erste Kammer 3 und die zweite Kammer 4 nicht mit Arbeitsdruck aus der Druckmittelquelle beaufschlagt werden und der Anstellkolben 2 in Schließstellung verbleibt. Dies wird dadurch erreicht, dass die Stellglieder 20, 21 jeweils so positioniert sind, dass die beiden Kammern 3, 4 des Anstellzylinders 17 sowohl von der Druckmittelquelle als auch von dem Tank hydraulisch getrennt sind und somit ein Zufluss und ein Abfluss des Hydraulikfluids in eine der beiden Kammern 3, 4 unterbunden wird. Bei Vernachlässigung ungewollter Leckagen zwischen dem Anstellzylinder 17 und dem Anstellkolben 2 bzw. an den Ventilanordnungen 9, 10, kann der Anstellkolben 2 durch die weitgehende Inkompressibilität des Hydraulikfluids sich weder in die Richtung der ersten Kammer 3 noch in die Richtung der zweiten Kammer 4 bewegen.

[0032] In Figur 2b sind das Ventil 11 der ersten Ventilanordnung 9 und das Ventil 12 der zweiten Ventilanordnung 10 in einer zweiten Schaltposition dargestellt, in der die zweite Kammer 4 mit dem Arbeitsdruck der Druckmittelquelle beaufschlagt wird. Der Anstellkolben 2 bewegt sich in dieser Schaltstellung in Richtung der ersten Kammer 3 und der Walzspalt 19 wird vergrößert. Dies wird dadurch erreicht, dass die Stellglieder 20, 21 jeweils so positioniert sind, dass die erste Kammer 3 des Anstellzylinders 17 mit dem Tank hydraulisch verbunden ist und somit ein Abfluss des Hydraulikfluids aus der ersten Kammer 3 in Richtung des Tanks erfolgen kann. Der Abfluss des Hydraulikfluids wird in den Figuren jeweils durch weiße Pfeile mit schwarzer Umrandung dargestellt. Zudem ist die zweite Kammer 4 des Anstellzylinders 17 jeweils über die Ventile 11, 12 mit der Druckmittelquelle hydraulisch verbunden und es erfolgt ein Zufluss des Hydraulikfluids unter dem Arbeitsdruck in die zweite Kammer 4. Der Zufluss des Hydraulikfluids wird in den Figuren jeweils durch ausgefüllte Pfeile dargestellt.

[0033] In Figur 2c sind das Ventil 11 der ersten Ventilanordnung 9 und das Ventil 12 der zweiten Ventilanordnung 10 in einer dritten Schaltposition dargestellt, in der die erste Kammer 3 mit dem Arbeitsdruck der Druckmittelquelle beaufschlagt wird. Der Anstellkolben 2 bewegt sich in dieser Schaltstellung in Richtung der zweiten

Kammer 4 und der Walzspalt wird verkleinert bzw. die Walzkraft wird erhöht. Dies wird dadurch erreicht, dass die Stellglieder 20, 21 jeweils so positioniert sind, dass die zweite Kammer 4 mit dem Tank hydraulisch verbunden ist und somit ein Abfluss des Hydraulikfluids aus der zweiten Kammer 4 in Richtung des Tanks erfolgen kann. Zudem ist die erste Kammer 3 des Anstellzylinders 17 jeweils über die Ventile 11, 12 mit der Druckmittelquelle hydraulisch verbunden und es erfolgt ein Zufluss des Hydraulikfluids unter dem Arbeitsdruck in die erste Kammer 3.

[0034] Bei einer angestrebten Verschiebung des Anstellkolbens 2 um den Hubweg ΔX , wie zwischen den Figuren 2a und 2b dargestellt, muss ein Hubvolumen das dem Produkt aus der wirkende Querschnittsfläche des Anstellzylinders 17 und dem Hubweg ΔX in die zweite Kammer 4 herein und gleichzeitig aus der ersten Kammer 3 heraus gefördert werden. Hierbei ist zu beachten, dass die wirkende Querschnittsfläche der zweiten Kammer 4 auf Grund der Kolbenstange ringförmig ausgebildet und kleiner als die wirkende Querschnittsfläche der ersten Kammer 3 ist. Die zweite Ventilanordnung 10 weist einen größeren Nennvolumenstrom als die erste Ventilanordnung 9 auf. Bei vollständiger Öffnung der Ventilanordnungen 9, 10, wird somit ein größerer Teil des Hubvolumens durch die zweite Ventilanordnung 10 in die zweite Kammer gefördert als durch die erste Ventilanordnung. Es ist daher möglich, den Hubweg ΔX in einen ersten Abschnitt, in dem eine möglichst schnelle Änderung der Walzenposition erzielt werden soll, und zumindest einen nachfolgenden zweiten Abschnitt, in dem die Soll-Position möglichst genau angefahren werden soll, zu unterteilen. Die Ansteuerung der Ventilanordnungen 9, 10 kann so ausgelegt sein, dass in dem ersten Abschnitt des Hubweges ΔX beide Ventilanordnungen 9, 10 geöffnet sind, um einen möglichst großen Volumenstrom zu ermöglichen, wie in den Figuren 2b und 2c dargestellt. In dem zweiten Bereich wird die zweite Ventilanordnung 10 geschlossen und der resultierende Volumenstrom entspricht dem Nennvolumenstrom der ersten Ventilanordnung 9.

[0035] In Figur 2d sind das Ventil 11 der ersten Ventilanordnung 9 und das Ventil 12 der zweiten Ventilanordnung 10 in einer vierten Schaltposition dargestellt, in der wie zuvor in Figur 2c - die erste Kammer 3 mit dem Arbeitsdruck der Druckmittelquelle beaufschlagt wird. Der Anstellkolben 2 bewegt sich in dieser Schaltstellung in Richtung der zweiten Kammer 4 und der Walzspalt wird verkleinert bzw. die Walzkraft wird erhöht. In dieser vierten Schaltposition ist das Stellglied 21 des Ventils 10 in einer Schließstellung, sodass ein Einströmen des Hydraulikfluids in die erste Kammer 3 und ein Ausströmen des Hydraulikfluids aus der zweiten Kammer 4 nur über das erste Ventil 9 erfolgt. Der resultierende Volumenstrom und somit auch die Stellgeschwindigkeit des Anstellkolbens 2 verringern sich somit gegenüber der dritten Schaltposition. Somit wird eine genauere Positionierung der Anstelleinheit bzw. der Arbeitswalze 6 ermöglicht.

[0036] Die Ansteuerung der Ventilanordnungen 9, 10 erfolgt jeweils über eine von einem Regler 25 ausgegebene Stellgröße. Die Ventile 11, 12 sind jeweils als Stetigventil, insbesondere als Servoventil oder Servoventile mit Vorsteuerung, ausgeführt, sodass die beiden Ventile 11, 12 stetig zwischen einer Öffnungsstellung mit Nennvolumenstrom und einer Schließstellung ohne Volumenstrom über die Stellgröße gestellt werden können. Durch Variation der Öffnungsgrade der Ventile 11, 12 kann der resultierenden Volumenstrom und somit die Hubgeschwindigkeit des Stellkolbens 2 gezielt über dem Hubweg ΔX eingestellt werden.

[0037] Zur Ermittlung der Stellgrößen kann dem Regler 25 die Ist-Walzenposition als Regelgröße und von einer Prozesssteuerung die Soll-Walzenposition als eine Führungsgröße zugeführt werden. Die Soll-Walzenposition kann von der Prozesssteuerung in Abhängigkeit eines Soll-Dickenprofils vorgegeben werden. Es ist auch denkbar, dass die Soll-Walzenposition in Abhängigkeit eines durch die Messeinheit 8 aufgenommenen Ist-Dickenprofils des auslaufenden Bandmaterials 18' und/oder eines durch die Messeinheit 7 aufgenommenen Dickenverlaufs des einlaufenden Bandmaterials 18 bestimmt wird.

[0038] In Figur 3 ist eine erfindungsgemäße Hydraulikanordnung in einer zweiten Ausführungsform schematisch dargestellt, die sich von der Hydraulikanordnung in Figur 1 nur durch die alternative Ausgestaltung der zweiten Ventilanordnung 10' unterscheidet. Identische Elemente der Hydraulikanordnungen sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Für die Gemeinsamkeiten sei daher an dieser Stelle auf die Ausführungen zu den Figuren 1 und 2a bis 2d verwiesen.

[0039] Die zweite Ventilanordnung 10' umfasst in der zweiten Ausführungsform ein erstes Ventil 12' und ein zweites Ventil 12". Das erste Ventil 12' steuert mit einem Stellglied 21' den dritten Druckmittelweg 15' und einen zusätzlichen fünften Druckmittelweg 22. Dazu ist das erste Ventil 12' mit einem Anschluss A über den dritten Druckmittelweg 15' mit der ersten Kammer 3 und mit einem Anschluss B über den fünften Druckmittelweg 22 mit der zweiten Kammer 4 hydraulisch verbunden. Zudem ist das Ventil 12' über einen Anschluss P mit einer nicht dargestellten Druckmittelquelle und mit einem Anschluss T mit einem Tank hydraulisch verbunden. Das zweite Ventil 12" steuert mit einem Stellglied 21" den vierten Druckmittelweg 16' und einen zusätzlichen sechsten Druckmittelweg 23. Das zweite Ventil 12" ist mit einem Anschluss B über den vierten Druckmittelweg 16' mit der zweiten Kammer 4 und mit einem Anschluss A über den sechsten Druckmittelweg 23 mit der ersten Kammer 3 hydraulisch verbunden. Zudem ist das Ventil 12' über einen Anschluss P mit einer nicht dargestellten Druckmittelquelle und mit einem Anschluss T mit einem Tank hydraulisch verbunden.

[0040] Die beiden Stellglieder 21', 21" der Ventile 12', 12" sind kinematisch entkoppelt, sodass das Ventil 12' und das Ventil 12" unabhängig voneinander durch einen

Regler 25 gestellt werden können. Die beiden Ventile 12', 12" sind insbesondere identisch als 5/3-Wegeventile ausgeführt und weisen in Summe einen Nennvolumenstrom auf, der größer ist als der Nennvolumenstrom der ersten Ventilanordnung 9. Es versteht sich, dass die einzelnen Ventile auch anders gestaltet bzw. gesteuert sein können, beispielsweise als jeweils nur in eine Richtung auf die Anstelleinheit 1 wirkende Ventile, welche zusammen steuerungstechnisch die doppelwirkende Ventilanordnung zum Betätigen der Anstelleinheit 1 in beide Richtungen bilden. In einer weiteren abgewandelten Ausführungsform kann alternativ oder ergänzend auch die erste Ventilanordnung 9 zwei oder mehr Ventile umfassen, die analog zu den beiden Ventilen 12', 12" der zweiten Ventilanordnung 10' gestaltet sein können, wie oben beschrieben.

[0041] Die Figuren 4a bis 4d zeigen die Schaltstellungen der zweiten Ausführungsform analog zu den Schaltstellungen der ersten Ausführungsform in den Figuren 2a bis 2d, wobei die jeweiligen zu den Schaltstellungen gehörenden Volumenströme zusätzlich durch die beiden Druckmittelwege 22, 23 realisiert werden. Es sei daher an dieser Stelle auf die Erläuterungen zu den Figuren 2a bis 2d verwiesen.

[0042] In Figur 4e wird eine Zwischenschaltstellung zwischen den Schaltstellungen der Figur 4c, in der durch einen maximalen Volumenstrom eine große Hubgeschwindigkeit realisiert wird, und der Schaltstellung der Figur 4d, in der durch einen kleinen Volumenstrom eine kleine Hubgeschwindigkeit zur exakten Positionierung realisiert wird, gezeigt. Dabei wird das zweite Ventil 12" der zweiten Ventilanordnung 10' geschlossen, sodass ein Volumenstrom in die erste Kammer 3 und aus der zweiten Kammer 4 heraus, nur noch durch die Ventile 11 und 12' realisiert wird. Der sich ergebende Volumenstrom ist dabei kleiner als der in der Figur 4c realisierte Volumenstrom und größer als der in der Figur 4d realisierte Volumenstrom. Es wird somit ersichtlich, dass durch die Aufteilung der zweiten Ventilanordnung 10' in zwei Ventile 12', 12" mit kinematisch entkoppelten Stellgliedern 21', 21" eine höhere Variabilität in der Steuerung der Anstelleinheit erzielt wird. Die zweite Ventilanordnung kann dabei durch beliebig viele in Reihe und/oder parallel geschaltete Ventile dargestellt werden, die zusammen eine doppelwirkende Ansteuerung des Anstellzylinders 17 mit einem größeren Nennvolumenstrom ermöglichen als der Nennvolumenstrom der ersten Ventilanordnung. Hierzu können insbesondere 2/2-, 3/2-, 3/3-, 4/2-, 4/3-, oder 5/3-Wege-Ventile verwendet werden. Es versteht sich, dass auch die erste Ventilanordnung 9 analog durch mehrere Ventile zusammengesetzt sein kann und somit die Variabilität der Ansteuerung der Anstelleinheit 1 weiter erhöht werden kann.

[0043] In Figur 5 ist ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Regelung eines Walzspalts 19 in einem Flussdiagramm dargestellt. In einem Prozessschritt V10 wird eine Start-Walzenposition einer Arbeitswalze 6 ermittelt. Nachfolgend wird in einem Prozessschritt V20 eine Soll-

Walzenposition der Arbeitswalze 6 ermittelt, sodass sich ein Hubweg ΔX zwischen der Start-Walzenposition und der Soll-Walzenposition bestimmen lässt. Dies kann durch eine Steuereinheit 24 in Abhängigkeit von einem Soll-Dickenprofil sowie von einer Dickenmessung 7 auf der Einlaufseite der Arbeitswalze 6 und einer Profildickenmessung 8 auf der Auslaufseite der Arbeitswalze erfolgen. In einem Prozessschritt V30 wird eine Ist-Walzenposition durch einen Positionsaufnehmer 26 gemessen.

[0044] In einer Prozessentscheidung VE10 wird nachfolgend geprüft, ob die Ist-Walzenposition mit der Soll-Walzenposition übereinstimmt. Falls die Ist-Walzenposition mit der Soll-Walzenposition übereinstimmt wird der Prozess in einem Prozessschritt S gestoppt und die Walzenposition gehalten. Unterscheiden sich die Ist-Walzenposition und die Soll-Walzenposition voneinander wird in einem Prozessschritt V40 ein Öffnungsgrad einer ersten Ventilanordnung 9 und ein Öffnungsgrad einer zweiten Ventilanordnung 10, 10' gesteuert, um eine Anstelleinheit, die mit der Arbeitswalze 6 verbunden ist, in Abhängigkeit der Ist-Walzenposition und der Soll-Walzenposition zu steuern. Die zweite Ventilanordnung 10, 10' weist dabei einen größeren Nennvolumenstrom auf als die erste Ventilanordnung 9.

[0045] Die Steuerung der Anstelleinheit in einem ersten Abschnitt eines Hubweges zwischen der Ist-Walzenposition und der Soll-Walzenposition erfolgt mittels der zweiten Ventilanordnung. In diesem ersten Abschnitt kann somit die Steuerung der Anstelleinheit alleine durch die zweite Anstelleinheit erfolgen oder durch die zweite Ventilanordnung zusammen mit der ersten Ventilanordnung. Es können somit große Volumenströme gestellt werden, die zu einer hohen Stellgeschwindigkeit der Anstelleinheit führen.

[0046] Die Steuerung der Anstelleinheit in einem zweiten Abschnitt des Hubweges zwischen der Ist-Walzenposition und der Soll-Walzenposition, der die Soll-Walzenposition umfasst, erfolgt alleinig mittels der ersten Ventilanordnung. Durch den kleineren Nennvolumenstrom der ersten Ventilanordnung kann die Anstelleinheit genauer positioniert werden, wobei allerdings kleinere Stellgeschwindigkeiten erreicht werden.

45 Bezugszeichenliste

[0047]

1	Anstelleinheit
2	Stellkolben
3	Erste Kammer
4	Zweite Kammer
5, 5'	Stützwalze
6, 6'	Arbeitswalze
7	Dickenmesssystem
8	Dickenmesssystem
9	Erste Ventilanordnung
10, 10'	Zweite Ventilanordnung

11	Ventil	
12, 12', 12"	Ventil	
13;	Erster Druckmittelweg	
14	Zweiter Druckmittelweg	
15, 15'	Dritter Druckmittelweg	5
16, 16'	Vierter Druckmittelweg	
17	Anstellzylinder	
18, 18'	Bandmaterial	
19	Walzspalt	
20	Stellglied	10
21, 21', 21"	Stellglied	
22	Fünfter Druckmittelweg	
23	Sechster Druckmittelweg	
24	Steuereinheit	
25	Regler	15
26	Positionsaufnehmer	
27	Druckmittelquelle	
28	Haupttank	
29	Zwischentank	
30	Pulsationsdämpfer	20
31	Rücklaufleitung	
A	Ventilanschluss für erste Kammer	
B	Ventilanschluss für zweite Kammer	
P	Ventilanschluss für Druckmittelquelle	25
T	Ventilanschluss für Tank	
ΔX	Hubweg	

Patentansprüche

1. Hydraulikanordnung zur Regelung eines Walzspalts eines Walzgerüsts, insbesondere zum flexiblen Walzen von Bandmaterial, umfassend:

zumindest eine hydraulische Anstelleinheit (1) zum Einstellen des Walzspalts (19);
eine erste doppeltwirkende Ventilanordnung (9) zur variablen Steuerung der Anstelleinheit (1);
gekennzeichnet durch,
eine zweite doppeltwirkende Ventilanordnung (10, 10') zur variablen Steuerung der Anstelleinheit (1), die parallel zu der ersten Ventilanordnung (9) geschaltet ist und einen größeren Nennvolumenstrom aufweist, als die erste Ventilanordnung (9).

2. Hydraulikanordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Ventilanordnung (9) zumindest ein Stetigventil (11) zur Steuerung der hydraulischen Anstelleinheit (1) umfasst, und/oder dass die zweite Ventilanordnung (10, 10') zumindest ein Stetigventil (12, 12', 12") zur Steuerung der hydraulischen Anstelleinheit (1) umfasst.
3. Hydraulikanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass die hydraulische Anstelleinheit (1) von einer oder mehreren Druckmittelquellen mit einem Arbeitsdruck größer als 200 bar, insbesondere größer als 250 bar, insbesondere größer als 300 bar, beaufschlagbar ist, wobei zumindest eine der einen oder mehreren Druckmittelquellen eine Pumpe oder ein Druckmittelspeicher mit angeschlossener Pumpe aufweist.

4. Hydraulikanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die zweite Ventilanordnung (10, 10') einen Nennvolumenstrom aufweist, der um ein Vielfaches größer ist als ein Nennvolumenstrom der ersten Ventilanordnung (9), insbesondere mindestens das 8-fache des Nennvolumenstroms der ersten Ventilanordnung (9) beträgt.

5. Hydraulikanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein Haupttank vorgesehen ist, der mit der ersten Ventilanordnung (9) und der zweiten Ventilanordnung (10, 10') hydraulisch verbunden ist, sowie zumindest ein Zwischentank, der zwischen der ersten Ventilanordnung (9) und dem Haupttank und/oder zwischen der zweiten Ventilanordnung (10, 10') und dem Haupttank angeordnet ist, wobei der zumindest eine Zwischentank oberhalb des Haupttanks angeordnet ist.

6. Hydraulikanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Anstelleinheit (1) einen Zylinder (17) und einen Anstellkolben (2) umfasst, wobei der Anstellkolben (2) den Zylinder (17) beweglich in eine erste Kammer (3) und eine zweite Kammer (4) unterteilt.

7. Hydraulikanordnung nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass die erste Ventilanordnung (9) einen Volumenstrom eines ersten Druckmittelweges (13), der mit der ersten Kammer (3) verbunden ist, und einen Volumenstrom eines zweiten Druckmittelweges (14), der mit der zweiten Kammer (4) verbunden ist, steuert.

8. Hydraulikanordnung nach einem der Ansprüche 6 oder 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass die zweite Ventilanordnung (10, 10') einen Volumenstrom eines dritten Druckmittelweges (15), der mit der ersten Kammer (3) verbunden ist, und einen Volumenstrom eines vierten Druckmittelweges (16), der mit der zweiten Kammer (4) verbunden ist, steuert.

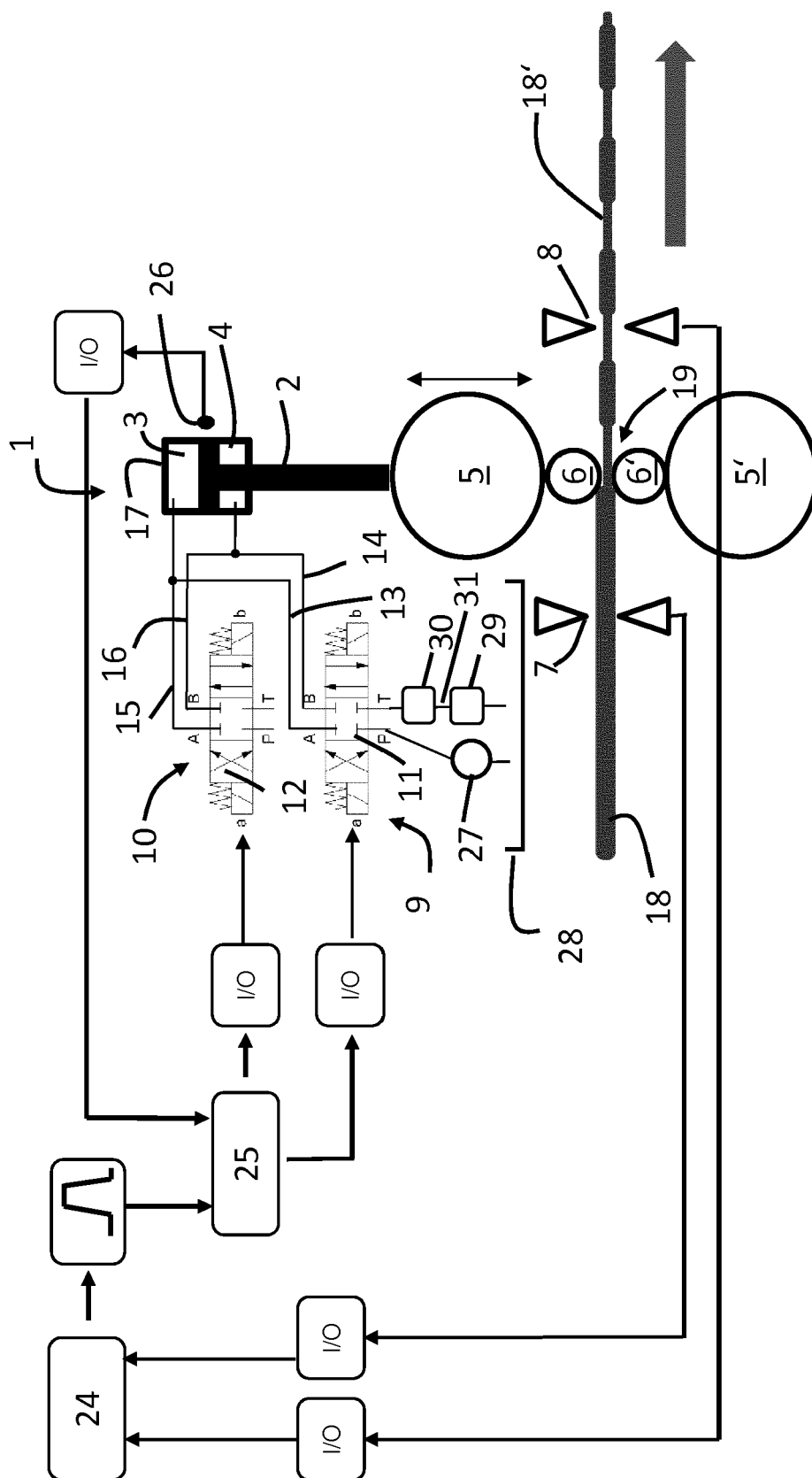
ert.

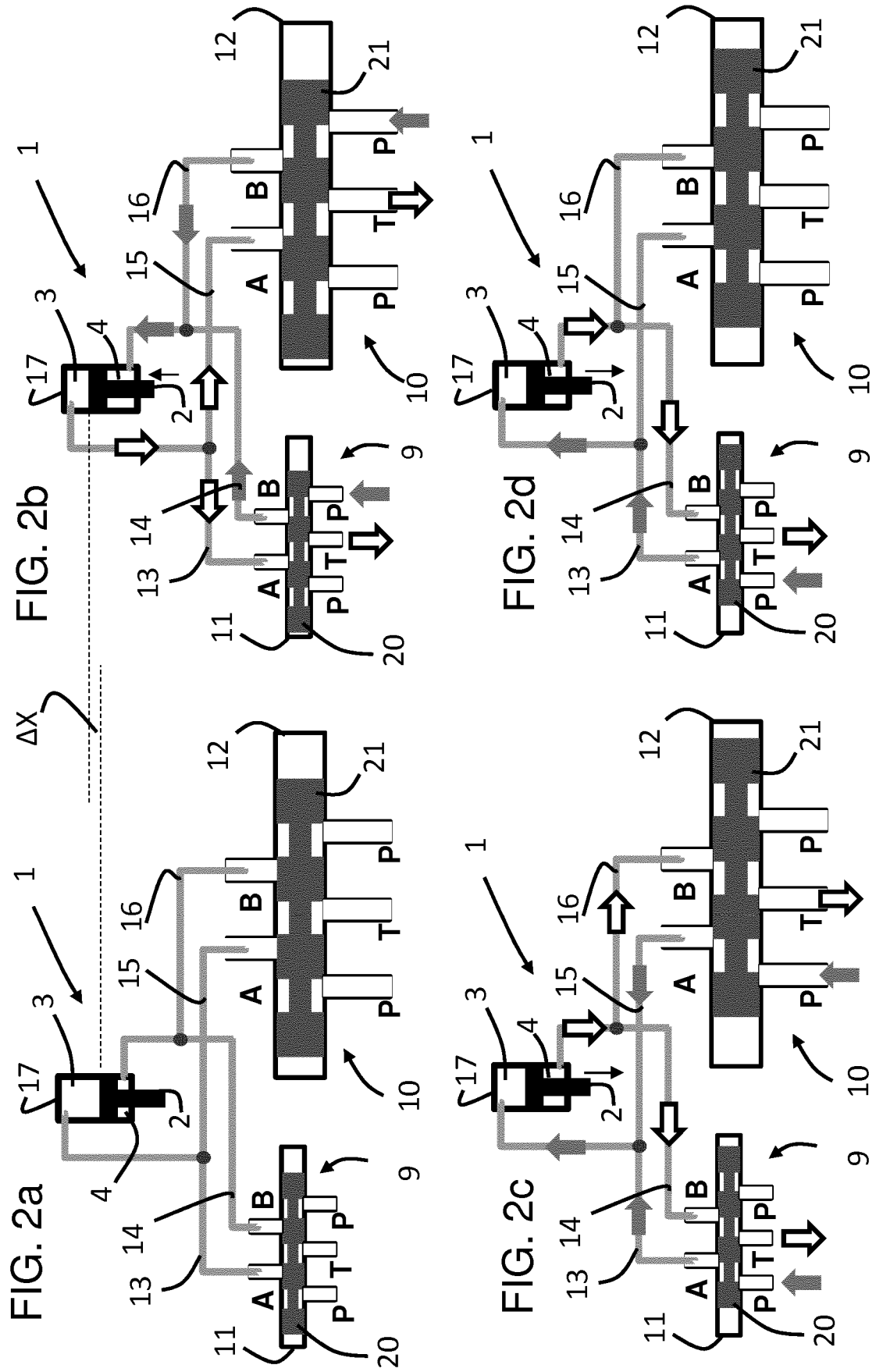
9. Hydraulikanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Pulsationsdämpfer (30) in einer Rücklaufleitung (31) zwischen zumindest einer von der ersten Ventilanordnung (9) und der zweiten Ventilanordnung (10, 10') und dem Haupttank (28) angeordnet ist. 5 10
10. Hydraulikanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Hochtank (29) in einer Rücklaufleitung (31) zwischen zumindest einer von der ersten Ventilanordnung (9) und der zweiten Ventilanordnung (10, 10') und dem Haupttank (28) angeordnet ist. 15
11. Verfahren zur Regelung eines Walzspalts (19) eines Walzgerüsts mittels einer Hydraulikanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, umfassend die Schritte: 20
- Ermitteln (V10) einer Ist-Walzenposition einer Arbeitswalze (6); 25
- Ermitteln (V20) einer Soll-Walzenposition der Arbeitswalze (6); und
- Steuern (V40) eines Öffnungsgrades der ersten Ventilanordnung (9) und eines Öffnungsgrades der zweiten Ventilanordnung (10, 10') in Abhängigkeit von der Ist-Walzenposition und der Soll-Walzenposition, wobei der Walzspalt (19) während des Walzens geändert wird, und 30
- dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest für eine Dickenänderung eines zu walzenden Dickenprofils die Anstelleinheit (1) in einem ersten Abschnitt eines Hubweges (ΔX) zwischen der Ist-Walzenposition und der Soll-Walzenposition mittels der ersten Ventilanordnung (9) und der zweiten Ventilanordnung (10, 10') und in einem zweiten Abschnitt des Hubweges (ΔX) nur von der ersten Ventilanordnung (9) gesteuert wird. 35 40
12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Anstelleinheit (1) für Walzspaltänderungen von mehr als 10 % des Walzspaltmaßes, insbesondere von mehr als 5 % des Walzspaltmaßes, in dem ersten Abschnitt des Hubweges (ΔX) mittels der ersten Ventilanordnung (9) und der zweiten Ventilanordnung (10, 10') gesteuert wird. 45 50
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest eine Stellgröße zum Steuern des Öffnungsgrades der ersten Ventilanordnung (9) und zumindest eine Stellgröße zum Steuern des Öff-

nungsgrades der zweiten Ventilanordnung (10, 10') zeitversetzt ausgegeben werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass für das Steuern des Öffnungsgrades der ersten Ventilanordnung (9) eine erste Stellgröße für ein erstes Ventil der ersten Ventilanordnung (9) und eine zweite Stellgröße für ein zweites Ventil der ersten Ventilanordnung (9) zeitversetzt ausgegeben werden, und/oder
für das Steuern des Öffnungsgrades der zweiten Ventilanordnung (10, 10') eine erste Stellgröße für ein erstes Ventil (12') der zweiten Ventilanordnung (10, 10') und eine zweite Stellgröße für ein zweites Ventil (12'') der zweiten Ventilanordnung (10, 10') zeitversetzt ausgegeben werden.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Soll-Walzenposition in Abhängigkeit von einem Soll-Dickenprofil sowie zumindest von einem von einer Dickenmessung (7) auf der Einlaufseite der Arbeitswalze (6) und einer Profildickenmessung (8) auf der Auslaufseite der Arbeitswalze (6) bestimmt wird.

FIG. 1





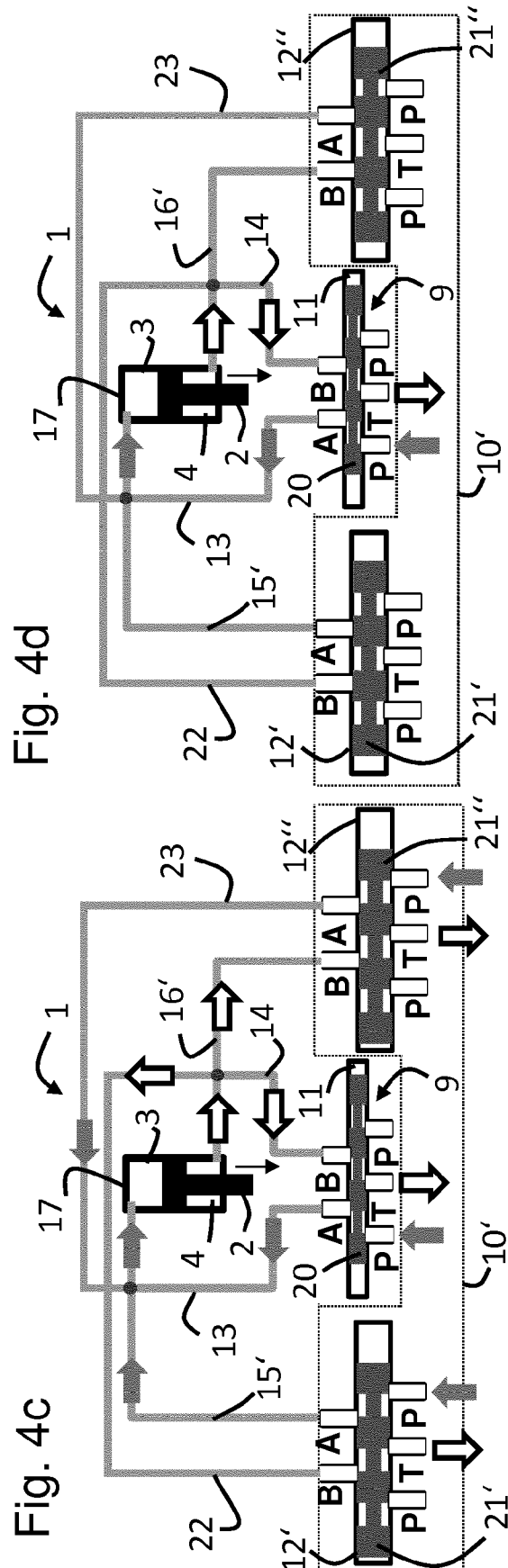
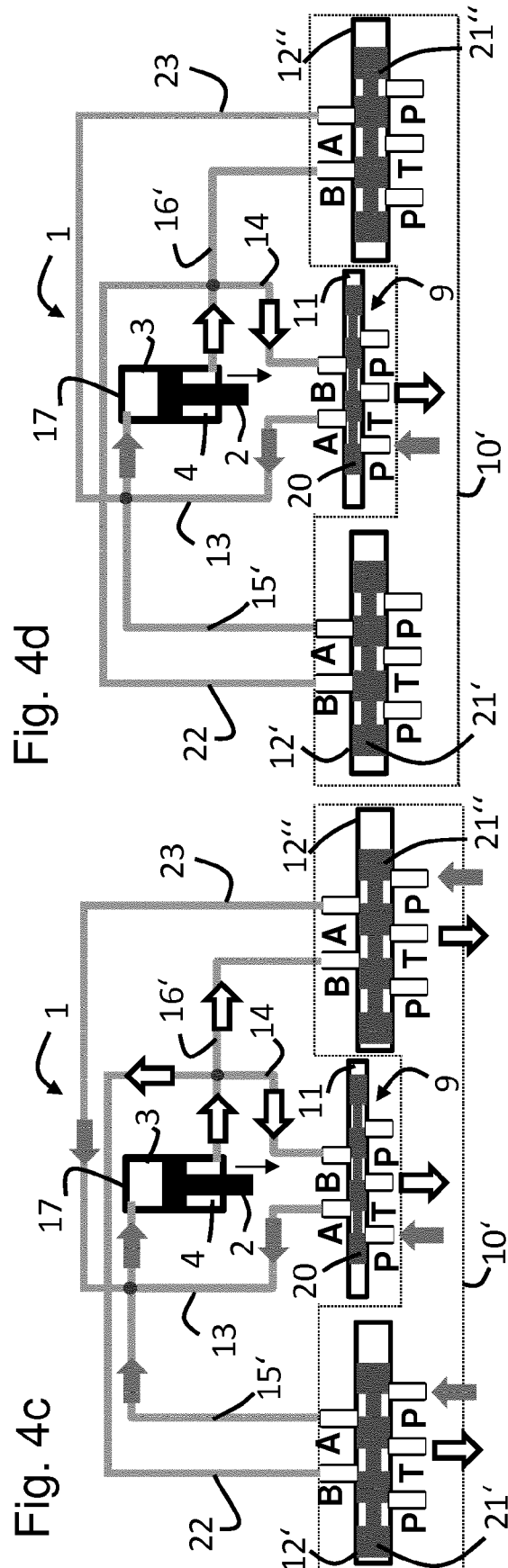
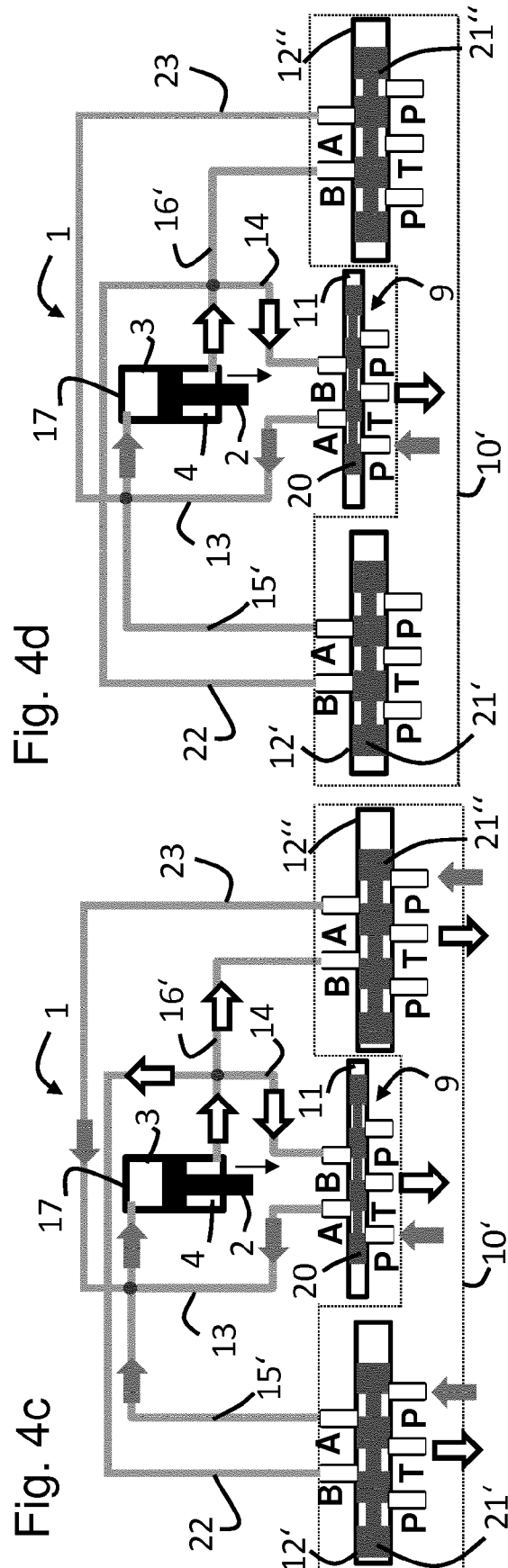
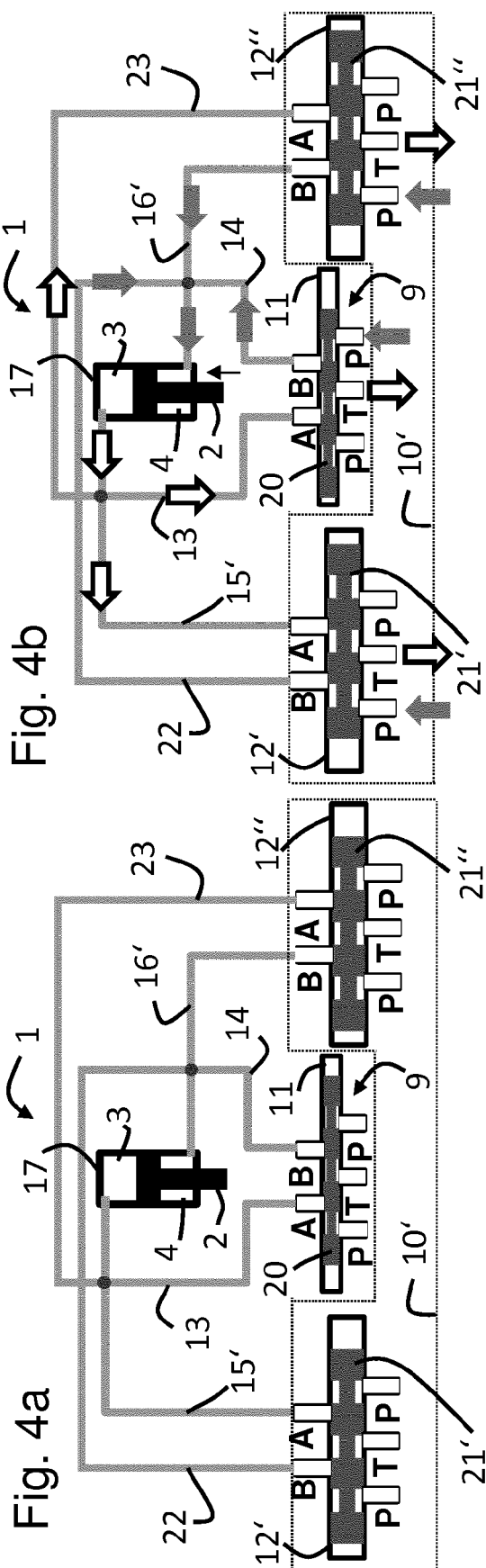


Fig. 4e

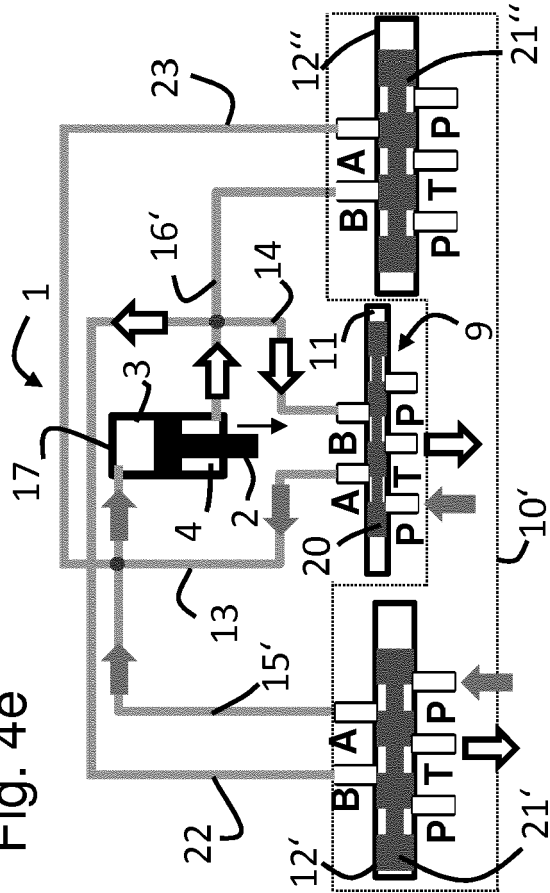
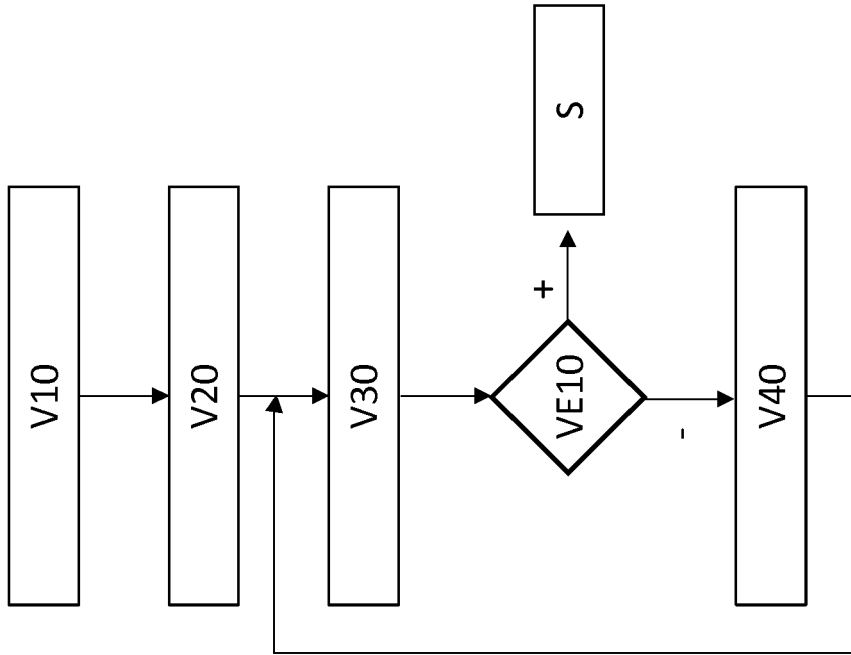


Fig. 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 17 1953

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP H05 52202 A (SUMITOMO METAL IND) 2. März 1993 (1993-03-02)	1-6, 10-14	INV. B21B31/32
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Absatz [0001] - Absatz [0018] *	7-9,15	B21B37/62
X	JP 2001 311401 A (AMADA ENG CT CO LTD; NAITO KINSHIRO) 9. November 2001 (2001-11-09)	1	
Y	* Zusammenfassung *	7,8	
Y	JP H09 11000 A (AMADA CO LTD) 14. Januar 1997 (1997-01-14)	9	
Y	* Zusammenfassung; Abbildung 4 *		
Y	DE 102 54 958 A1 (SMS DEMAG AG [DE]) 3. Juni 2004 (2004-06-03)	15	
Y	* Abbildung 2 *		
Y	WO 2007/093333 A1 (IBA AG [DE]; ANHAUS HORST [DE]) 23. August 2007 (2007-08-23)	15	
Y	* Abbildung 1B *		
X	JP 2004 251331 A (HITACHI SHIPBUILDING ENG CO; JP STEEL PLANTECH CO) 9. September 2004 (2004-09-09)	1	B21B D21G F15B
X	* Zusammenfassung *		
X	JP S51 14593 A (KOMATSU MFG CO LTD) 5. Februar 1976 (1976-02-05)	1	
X	* Abbildung 1 *		
A	EP 1 459 813 A2 (SUNDWIG GMBH [DE]) 22. September 2004 (2004-09-22)	1,3	
A	* Spalte 4, Absatz 16 *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. November 2018	Prüfer Forciniti, Marco
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 17 1953

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-11-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H0552202 A	02-03-1993	KEINE	
JP 2001311401 A	09-11-2001	JP 4663856 B2 JP 2001311401 A	06-04-2011 09-11-2001
JP H0911000 A	14-01-1997	KEINE	
DE 10254958 A1	03-06-2004	KEINE	
WO 2007093333 A1	23-08-2007	DE 102006006733 B3 WO 2007093333 A1	23-08-2007 23-08-2007
JP 2004251331 A	09-09-2004	KEINE	
JP S5114593 A	05-02-1976	KEINE	
EP 1459813 A2	22-09-2004	AT 328677 T DE 10312633 A1 EP 1459813 A2 ES 2266927 T3	15-06-2006 04-11-2004 22-09-2004 01-03-2007

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 3803490 C2 [0003]