



(11)

EP 3 790 674 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.04.2022 Patentblatt 2022/16

(21) Anmeldenummer: **19721316.8**

(22) Anmeldetag: **07.05.2019**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21B 31/32^(2006.01) B21B 37/62^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21B 37/62; B21B 31/32; B21B 37/26; B21B 38/02; B21B 38/04

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2019/061747

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2019/215197 (14.11.2019 Gazette 2019/46)

(54) **WALZGERÜST MIT EINER HYDRAULIKANORDNUNG ZUR REGELUNG DES WALZSPALTS UND VERFAHREN HIERFÜR**

ROLL STAND WITH A HYDRAULIC ARRANGEMENT FOR CONTROLLING THE ROLL GAP AND METHOD THEREFOR

CAGE DE LAMINOIR AVEC UN DISPOSITIF HYDRAULIQUE POUR RÉGLER L'EMPRISE DE LAMINAGE ET PROCÉDÉ POUR CELA

(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

(30) Priorität: **11.05.2018 EP 18171953**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.03.2021 Patentblatt 2021/11

(73) Patentinhaber: **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**
Patentanwälte PartG mbB
Overstolzenstraße 2a
50677 Köln (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 459 813 WO-A1-2007/093333
DE-A1- 10 254 958 JP-A- H0 552 202
JP-A- H0 911 000 JP-A- S5 114 593
JP-A- 2001 311 401 JP-A- 2004 251 331

EP 3 790 674 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Walzgerüst mit einer Hydraulikanordnung und ein Verfahren zur Regelung eines Walzspalts des 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 Soll Dicke 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 Anstellereinheit eingestellt werden, um Störgrößen des Walzprozesses, beispielsweise Änderungen der Ausgangsdicke, auszuregulieren. In Standard-Flachwalzprozessen wird Bandmaterial mit einer konstanten Soll Dicke 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 JP-H05-52202, die ein gattungsgemäßes Walzgerüst offenbart, ist eine Hydraulikanordnung zur Regelung der Walzkraft eines Walzgerüsts bekannt.

[0004] Die Hydraulikanordnung weist eine einfachwirkende Kolben-Zylinder-Einheit sowie mehrere Servoventile auf. Ein Hochdurchfluss-Servoventil und ein Niedrigdurchfluss-Servoventil sind beide mit der Druckkammer der Kolben-Zylinder-Einheit verbunden. Ein Druckminderventil kann mit der zweiten Kammer verbunden sein. Im Normalbetrieb erfolgt die Positionssteuerung lediglich mittels des Niedrigdurchfluss-Servoventils. Das Hochdurchfluss-Servoventil wird nur verwendet, wenn es notwendig ist, in extrem kurzer Zeit eine große Positionsänderung vorzunehmen, wie beispielsweise schnelles Öffnen und Schließen der Walze für die Walzenentfernung bei Auftritt einer Unregelmäßigkeit.

[0005] Aus der JP 2001311401 ist eine hydraulische Steuervorrichtung bekannt. Mehrere Servoventile sind parallel zueinander mit einem hydraulischen Aktuator in Form einer Kolben-Zylinder-Einheit verbunden. Die Servoventile können dieselben oder unterschiedliche Durchflussraten haben. Mehrere der Servoventile können simultan betrieben werden.

[0006] Aus der JP 2004251331 A ist ein Hydraulikzylinder mit einer kolbenseitigen Zylinderkammer und einer kopfseitigen Zylinderkammer bekannt. Mit der kopfseiti-

gen Zylinderkammer ist eine Druckleitung verbunden, von der eine Rücklaufleitung zum Tank abzweigt ist. In der Druckleitung ist eine erste Gruppe von parallel angeordneten An-Aus-Magnetsteuerventilen vorgesehen. In der von der Druckleitung abzweigenden Rücklaufleitung ist eine zweite Gruppe von parallel angeordneten An-Aus-Magnetsteuerventilen vorgesehen. Die Leitung zur kolbenseitigen Zylinderkammer ist ventillos.

[0007] Aus der JP-S51-14593 ist eine Hydraulikvorrichtung einer Arbeitsmaschine eines Baustellenfahrzeugs bekannt. Die Hydraulikvorrichtung umfasst einen doppelwirkenden Hydraulikzylinder sowie zwei Schaltventile, die jeweils mit beiden Zylinderkammern des Hydraulikzylinders verbunden sind. Je nach Schaltstellung der Schaltventile kann der Hydraulikzylinder schnell oder langsam ausgefahren werden kann.

[0008] Aus der EP 1 459 813 A2 ist ein Anstellzylinder für Walzgerüste zum Walzen von Stahl oder Nichteisenmetall bekannt. Der Anstellzylinder umfasst ein Zylindergehäuse, in dem ein Stellkolben und ein Gegenkolben angeordnet sind. Zwischen Zylinderwand und Stellkolben ist ein erster Druckraum gebildet, zwischen Stellkolben und Gegenkolben ein zweiter Druckraum, und zwischen Gegenkolben und gegenüberliegender Zylinderwand ein dritter Druckraum. Jedem Druckraum ist eine Druckleitung für Hydraulikflüssigkeit zugeordnet. Der auf die ersten beiden Druckräume aufgebare Druck kann zwischen 10 bar bis 250 bar liegen. Der auf den dritten Druckraum aufgebare Druck liegt unterhalb 5 bar.

[0009] 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.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hydraulikanordnung und ein Verfahren zur Regelung eines Walzspalts eines Walzgerüsts beziehungsweise ein Walzgerüst mit einer solchen Hydraulikanordnung bereitzustellen, die eine variable, hochdynamische Einstellung des Walzspalts mit hoher Positionsgenauigkeit und ein Walzen bei hohen Walzgeschwindigkeiten ermöglicht.

[0011] Zur Lösung der Aufgabe wird eine Hydraulikanordnung zur Regelung eines Walzspalts eines Walzgerüsts vorgeschlagen, umfassend: zumindest eine hydraulische Anstellereinheit zum Einstellen des Walzspalts; eine erste doppelwirkende Ventilanordnung zur variablen Steuerung der Anstellereinheit; und eine zweite doppelwirkende Ventilanordnung zur variablen Steuerung der Anstellereinheit, die parallel zu der ersten Ventilanordnung geschaltet ist und einen größeren Nennvolumenstrom aufweist als die erste Ventilanordnung. Das Walzgerüst umfasst zumindest zwei Arbeitswalzen, die den

Walzspalt definieren. Durch Bewegen zumindest einer der Arbeitswalzen beziehungsweise Verändern des Walzspalts während des Walzens kann das Bandmaterial flexibel gewalzt werden, so dass es eine variable Dicke über der Länge erhält. Die hydraulische Anstelleinheit ist mit zumindest einer der Arbeitswalzen wirkverbunden, um diese zu bewegen. Die Wirkverbindung kann dabei mittelbar über ein oder mehrere weitere Komponenten erfolgen, insbesondere über zumindest ein Einbaustück und/oder gegebenenfalls über mindestens eine Stützwalze. In Konkretisierung kann die Anstelleinheit einen Zylinder und einen Anstellkolben aufweisen, wobei der Anstellkolben im Zylinder beweglich ist und diesen in eine erste Kammer und eine zweite Kammer unterteilt. Die erste und die zweite Ventilanordnung sind jeweils doppeltwirkend, wofür sie sind jeweils mit der ersten und der zweiten Kammer der Anstelleinheit hydraulisch verbunden sind. Hierdurch kann jede der Ventilanordnungen beide Kammern der Anstelleinheit mit hydraulischem Druck beaufschlagen, um die Anstelleinheit in beide Richtungen, das heißt im Öffnungs- und im Schließinn, zu betätigen. Die hydraulische Anstelleinheit kann ausgestaltet sein, um von einer oder mehreren Druckmittelquellen mit Arbeitsdruck von insbesondere mehr als 200 bar beaufschlagt zu werden. Dabei kann der Arbeitsdruck über die beiden Ventilanordnungen auf die erste und/oder zweite Kammer übertragen werden, um den Kolben entsprechend zu beaufschlagen.

[0012] Die erfindungsgemäße Hydraulikanordnung beziehungsweise das erfindungsgemäße Walzgerüst weist den Vorteil auf, dass zumindest für eine Teilzahl von Walzspaltänderungen während des Walzens ein definierter Hubweg zwischen einer Start- beziehungsweise 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.

[0013] 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 Doppelte, insbesondere 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 Nennvolumenstroms der jeweiligen Anordnung auf die Summe der jeweiligen Nennvolumenströme der einzelnen Ventile dieser ersten beziehungsweise zweiten Ventilanordnung beziehen.

[0014] 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.

[0015] 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. Insbesondere umfasst die Anstelleinheit genau einen, das heißt nicht mehr als einen Kolben, der den Zylinder entsprechend in genau zwei Kammern, das heißt nicht mehr als zwei Kammern, unterteilt. Der Anstellkolben ist mit der Arbeitswalze derart wirkverbunden, dass ein Bewegen des Kolbens ein Bewegen der Arbeitswalze relativ zum Bandmaterial und damit eine Veränderung des Walzspalts bewirkt. Dabei kann der Anstellkolben unmittelbar oder mittelbar über weitere Komponenten, insbesondere ein oder mehrere Stützwalzen, auf die Arbeitswalze einwirken. Beispielsweise kann der Anstellkolben durch seine Bewegung ein in einem Walzgerüst vertikal verschiebbar angeordnetes Einbaustück, in dem eine erste Arbeitswalze oder eine auf die erste Arbeitswalze einwirkende Stützwalze drehbar gelagert ist, bewegen beziehungsweise dieses mit einer Walzkraft beaufschlagen. Die erste Arbeitswalze kann insbesondere mittels zweier Einbaustücke, das heißt ein Einbaustück je Seite, in dem Walzgerüst verschiebbar gelagert sein. 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.

[0016] 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 Quer-

schnittsfläche. 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.

[0017] Die hydraulische Anstelleinheit kann in einer möglichen Ausführungsform von einer oder mehreren Druckmittelquellen mit einem Arbeitsdruck größer als 200 bar, insbesondere größer als 230 bar, insbesondere größer als 250 bar, insbesondere größer als 270 bar, gegebenenfalls auch größer 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.

[0018] Als doppelwirkende Ventilanordnungen sollen alle Ventilanordnungen verstanden werden, durch die Volumenströme derart variabel gestellt werden können, dass ein doppelwirkender Zylinder sowohl aus- als auch eingefahren werden kann. Die Verwendung von zwei Ventilanordnungen mit unterschiedlichen Volumenströmen ermöglicht dabei, dass der doppelwirkende 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.

[0019] 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 Volumen-

strom 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 Öffnungsstellung bis hin zu einer Schließstellung vollvariabel gestellt 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.

[0020] 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.

[0021] Die erste und die zweite Ventilanordnung können dabei jeweils beliebig viele in Reihe und/oder parallel geschaltete Ventile umfassen, die zusammen eine doppelwirkende 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 doppelwirkend 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 doppelwirkende Ventilanordnung, die mit der ersten und zweiten Kammer der Anstelleinheit hydraulisch verbunden ist. Alternativ oder in Ergänzung können eine oder beide der Ventilanordnungen auch ein oder mehrere Ventile umfassen, die jeweils doppelwirkend 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.

[0022] 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.

[0023] 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 Hydraulikflüssäule 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 Hydraulikfluid 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.

[0024] Die Aufgabe wird des Weiteren durch ein Verfahren zur Regelung eines Walzspalts eines Walzgerüsts, insbesondere mittels einer der zuvor beschriebenen Hydraulikanordnungen beziehungsweise Walzgerüst mit einer solchen Hydraulikanordnung, gelöst, mit den Schritten: Ermitteln einer Ist-Walzenposition einer Arbeitswalze; Ermitteln 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 beziehungsweise 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 nachlagert 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.

[0025] 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 beziehungsweise 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.

[0026] 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- beziehungsweise Walzspaltänderung angegeben werden.

[0027] Das Verfahren weist die Vorteile der erfindungsgemäßen Hydraulikanordnung analog auf. Es ver-

steht 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.

[0028] 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 Anstalleinheit erhöhen. Es versteht sich jedoch, dass die erste Ventilanordnung und die zweite Ventilanordnung, und/oder einzelne Ventile der ersten und/oder zweiten Ventilanordnung, auch zeitgleich betätigt werden können.

[0029] 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.

[0030] In den folgenden Figurendarstellungen werden bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Hydraulikanordnung und des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben. Dabei zeigt

- Figur 1 schematisch eine erfindungsgemäße Hydraulikanordnung beziehungsweise ein erfindungsgemäßes Walzgerüst mit einer 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 beziehungsweise ein erfindungsgemäßes Walzgerüst mit einer 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'; und
- Figur 5 ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Regelung eines Walzspalts eines Walzgerüsts in einem Flussdiagramm.

[0031] In den Figuren 1 und 2a bis 2d, die im Folgenden gemeinsam beschrieben werden, ist ein Walzgerüst 32 und eine Hydraulikanordnung zur Steuerung eines Walzspalts 19 des Walzgerüsts 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' des Walzgerüsts 32 gebildet, das vorliegend als Quarto-Walzgerüst gestaltet ist. Ein Quarto-Walzgerüst umfasst, wie der Name sagt, vier Walzen, zwei Arbeitswalzen 6, 6' und zwei Stützwalzen 5, 5', wobei es sich versteht, dass auch Walzgerüste mit einer hiervon abweichenden Anzahl von Walzen zum Einsatz kommen können, beispielsweise Duo- oder Trio-Walzgerüste.

[0032] Die Arbeitswalzen 6, 6' werden vorliegend 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 Walzenständer des Walzgerüsts 32 aufgenommen. Dabei ist vorgesehen, dass die Walzen 5, 6; 5', 6' an ihren Enden jeweils in einem zugehörigen Einbaustück drehbar gelagert, das heißt je Walze sind

zwei Einbaustücke vorgesehen, die gemeinsam die Walze drehbar tragen. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die Einbaustücke der unteren Arbeitswalze 6' und der unteren Stützwalze 5' fest im Walzenständer gehalten, und die Einbaustücke der oberen Arbeitswalze 6 und der oberen Stützwalze 5 sind vertikal verschiebbar im Walzgerüst 32 gelagert beziehungsweise geführt. Zum Verändern des Walzspalts 19 werden vorliegend entsprechend nur die obere Stützwalze 5 und die obere Arbeitswalze 6 vertikal bewegt, während die untere Stützwalze 5' und untere Arbeitswalze 6' ortsfest gehalten werden. Es sind jedoch auch Anordnungen möglich, bei denen nur die unteren Walzen 5', 6' bewegt werden und die oberen Walzen 5, 6 ortsfest gehalten sind, oder bei denen sowohl die oberen Walzen 5, 6 als auch die unteren Walzen 5', 6' gegeneinander vertikal bewegbar sind.

[0033] Zum Einstellen beziehungsweise Verändern des Walzspalts 19 ist zumindest eine Anstelleinheit 1 vorgesehen, welche zumindest mittelbar auf eine Arbeitswalze einwirkt. Dabei kann je Einbaustück einer verstellbaren Walze eine zugehörige Anstelleinheit 1 vorgesehen sein, das heißt die verstellbare Walze wird insgesamt über zwei Anstelleinheiten eingestellt. Die verstellbare Walze kann eine Arbeitswalze sein, beispielsweise bei einem Duo-Walzgerüst, das heißt in diesem Fall wirkt die Anstelleinheit 1 auf die Einbaustücke der Arbeitswalze. Die verstellbare Walze kann auch eine Stützwalze sein, beispielsweise bei einem Quarto-Walzgerüst, wobei die Anstelleinheit 1 in diesem Fall auf die Einbaustücke der Stützwalze 5 wirkt, welche wiederum die Arbeitswalze 6 verstellt.

[0034] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist insbesondere vorgesehen, dass die Einbaustücke der oberen Stützwalze 5 über jeweils eine Anstelleinheit 1 vertikal positioniert werden. Die Anstelleinheiten 1 können auf das jeweils zugehörige Einbaustück eine vertikale Kraft ausüben, so dass die obere Stützwalze 5 die obere Arbeitswalze 6 mit einer Walzkraft beaufschlagt. 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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 herausströmende 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.

[0040] 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 beziehungsweise 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.

[0041] 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.

[0042] 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 beziehungsweise 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.

[0043] 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.

[0044] 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 beziehungsweise 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 beziehungsweise der Arbeitswalze 6 ermöglicht.

[0045] 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 resultierende Volumenstrom und somit die Hubgeschwindigkeit des Stellkolbens 2 gezielt über dem Hubweg ΔX eingestellt werden.

[0046] Zur Ermittlung der Stellgrößen kann dem Regler 25 die Ist-Walzenposition als Regelgröße und von ei-

ner 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.

[0047] In Figur 3 ist eine erfindungsgemäße Hydraulikanordnung beziehungsweise ein Walzgerüst mit einer solchen 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.

[0048] 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.

[0049] 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.

[0050] 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 beziehungsweise 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.

[0051] 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.

[0052] 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.

[0053] In Figur 5 ist ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Regelung eines Walzspalts 19 eines Walzgerüsts 32 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.

[0054] In einer Prozessentscheidung VE10 wird nachfolgend geprüft, ob die Ist-Walzenposition mit der Soll-Walzenposition übereinstimmt. Falls die Ist-Walzenposi-

tion 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 wirkverbunden 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.

[0055] 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.

[0056] 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.

Bezugszeichenliste

[0057]

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
16, 16'	Vierter Druckmittelweg
17	Anstellzylinder
18,18'	Bandmaterial
19	Walzspalt
20	Stellglied
21, 21',21"	Stellglied
22	Fünfter Druckmittelweg
23	Sechster Druckmittelweg

24	Steuereinheit
25	Regler
26	Positionsaufnehmer
27	Druckmittelquelle
5 28	Haupttank
29	Zwischentank
30	Pulsationsdämpfer
31	Rücklaufleitung
32	Walzgerüst
10 A	Ventilanschluss für erste Kammer
B	Ventilanschluss für zweite Kammer
P	Ventilanschluss für Druckmittelquelle
T	Ventilanschluss für Tank
ΔX	Hubweg

Patentansprüche

1. Walzgerüst mit zumindest zwei Arbeitswalzen (6, 6') zum Walzen von Bandmaterial und mit einer Hydraulikanordnung zur Regelung eines Walzspalts (19) des Walzgerüsts, umfassend:

zumindest eine hydraulische Anstelleinheit (1) zum Einstellen des Walzspalts (19), wobei die hydraulische Anstelleinheit (1) einen Zylinder (17) und einen Anstellkolben (2) umfasst, wobei der Anstellkolben (2) den Zylinder (17) in eine erste Kammer (3) und eine zweite Kammer (4) unterteilt;

eine erste Ventilanordnung (9) zur variablen Steuerung der Anstelleinheit (1); eine zweite 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);

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste Ventilanordnung (9) mit der ersten Kammer (3) und der zweiten Kammer (4) zur doppelwirkenden Betätigung der Anstelleinheit (1) hydraulisch verbunden ist, die zweite Ventilanordnung (10) mit der ersten Kammer (3) und der zweiten Kammer (4) zur doppelwirkenden Betätigung der Anstelleinheit (1) hydraulisch verbunden ist, und die hydraulische Anstelleinheit (1) von einer Druckmittelquelle mit einem Arbeitsdruck größer als 200 bar beaufschlagbar ist.

2. Walzgerüst 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. Walzgerüst nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die hydraulische Anstelleinheit (1) mit einem Arbeitsdruck größer als 250 bar, insbesondere größer als 260 bar beaufschlagbar ist, wobei die Druckmittelquelle eine Pumpe oder ein Druckmittelspeicher mit angeschlossener Pumpe aufweist. 5
4. Walzgerüst nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Ventilanordnung (10, 10') einen Nennvolumenstrom aufweist, der größer ist als ein 2-facher Nennvolumenstrom der ersten Ventilanordnung (9), insbesondere mindestens das 8-fache des Nennvolumenstroms der ersten Ventilanordnung (9) beträgt. 10
5. Walzgerüst 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 (29), der zwischen dem Haupttank und zumindest einer von der ersten Ventilanordnung (9) und der zweiten Ventilanordnung (10, 10') angeordnet ist, wobei der Zwischentank (29) in einem Abstand von weniger als drei Metern von zumindest einer von der ersten Ventilanordnung (9) und der zweiten Ventilanordnung (10, 10') angeordnet ist. 20 25 30
6. Walzgerüst nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Zwischentank (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. 35
7. Walzgerüst nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Anstelleinheit (1) genau einen Anstellkolben (2) umfasst, so dass in dem Zylinder (17) nur zwei Kammern, nämlich die erste Kammer (3) und die zweite Kammer (4), gebildet sind. 40 45
8. Walzgerüst nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
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. 50
9. Walzgerüst nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
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. 55
10. Walzgerüst nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
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.
11. Verfahren zur Regelung des Walzspalts (19) des Walzgerüsts nach einem der Ansprüche 1 bis 10, umfassend die Schritte:
Ermitteln (V10) einer Ist-Walzenposition einer Arbeitswalze (6, 6');
Ermitteln (V20) einer Soll-Walzenposition der Arbeitswalze (6, 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,
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.
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.
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 Öffnungsgrades 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
 5 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.

Claims

1. Roll stand with at least two working rolls (6, 6') for rolling strip material and with a hydraulic arrangement for controlling a roll gap (19) of the roll stand, comprising:

at least one hydraulic adjusting unit (1) for adjusting the roll gap (19), the hydraulic adjusting unit (1) comprising a cylinder (17) and an adjusting piston (2), the adjusting piston (2) dividing the cylinder (17) into a first chamber (3) and a second chamber (4);

a first valve arrangement (9) for variably controlling the adjusting unit (1);

a second valve arrangement (10, 10') for variably controlling the adjusting unit (1), which is connected in parallel with the first valve arrangement (9) and has a larger nominal volume flow than the first valve arrangement (9);

characterized in that

the first valve arrangement (9) is hydraulically connected to the first chamber (3) and the second chamber (4) for double-acting actuation of the adjusting unit (1),

the second valve arrangement (10) is hydraulically connected to the first chamber (3) and the second chamber (4) for double-acting actuation of the adjusting unit (1), and

the hydraulic adjusting unit (1) is capable of being subjected to a working pressure greater than 200 bar from a pressure medium source.

2. Roll stand according to claim 1, **characterized in**

that the first valve arrangement (9) comprises at least one continuous valve (11) for controlling the hydraulic adjusting unit (1), and/or

that the second valve arrangement (10, 10') comprises at least one continuous valve (12, 12', 12'') for controlling the hydraulic adjusting unit (1).

3. Roll stand according to one of claims 1 or 2, **characterized in**

that the hydraulic adjusting unit (1) can be pressurized by a working pressure greater than 250 bar, in particular greater than 260 bar, wherein the pressure medium source comprises a pump or a pressure medium reservoir with a connected pump.

4. Roll stand according to one of claims 1 to 3, **characterized in**

that the second valve arrangement (10, 10') has a nominal volume flow which is greater than twice the nominal volume flow of the first valve arrangement (9), in particular at least 8 times the nominal volume flow of the first valve arrangement (9).

5. Roll stand according to one of claims 1 to 4, **characterized in**

that a main tank is provided which is hydraulically connected to the first valve arrangement (9) and the second valve arrangement (10, 10'), and

at least one intermediate tank (29) arranged between the main tank and at least one of the first valve arrangement (9) and the second valve arrangement (10, 10'), wherein the intermediate tank (29) is arranged at a distance of less than three meters from at least one of the first valve arrangement (9) and the second valve arrangement (10, 10').

6. Roll stand according to claim 5, **characterized in**

that the intermediate tank (29) is arranged in a return line (31) between at least one of the first valve arrangement (9) and the second valve arrangement (10, 10'), and the main tank (28).

7. Roll stand according to any one of claims 1 to 6, **characterized in**

that the adjusting unit (1) comprises exactly one adjusting piston (2), so that only two chambers, namely the first chamber (3) and the second chamber (4), are formed in the cylinder (17).

8. Roll stand according to any one of claims 1 to 7, **characterized in**

that the first valve arrangement (9) controls a volume flow of a first pressure medium path (13), which is connected to the first chamber (3), and a volume flow of a second pressure medium path (14), which is connected to the second chamber (4).

9. Roll stand according to any one of claims 1 to 8, **characterized in**

that the second valve arrangement (10, 10') controls a volume flow of a third pressure medium path (15), which is connected to the first chamber (3), and a volume flow of a fourth pressure medium path (16), which is connected to the second chamber (4).

10. Roll stand according to any one of claims 1 to 9, **characterized in**

that a pulsation damper (30) is arranged in a return line (31) between at least one of the first valve arrangement (9) and the second valve arrangement (10, 10') and the main tank (28).

11. A method for controlling the roll gap (19) of the roll stand according to any one of claims 1 to 10, comprising the steps of:

determining (V10) an actual roll position of a working roll (6, 6');

determining (V20) a nominal roll position of the working roll (6, 6'); and

controlling (V40) an opening degree of the first valve arrangement (9) and an opening degree of the second valve arrangement (10, 10') depending on the actual roll position and the nominal roll position, wherein the roll gap (19) is changed during rolling,

characterized in that for at least one thickness change of a thickness profile to be rolled, the adjusting unit (1) is controlled in a first section of a stroke (ΔX) between the actual roll position and the nominal roll position by the first valve arrangement (9) and the second valve arrangement (10, 10'), and in a second section of the stroke (ΔX) only by the first valve arrangement (9).

12. Method according to claim 11,

characterized in

that, for roll gap changes of more than 10% of the roll gap value, in particular of more than 5% of the roll gap value, the adjusting unit (1) is controlled in the first section of the stroke (ΔX) by the first valve arrangement (9) and the second valve arrangement (10, 10').

13. Method according to claim 11 or 12,

characterized in

that at least one setting variable for controlling the opening degree of the first valve arrangement (9)

and at least one setting variable for controlling the opening degree of the second valve arrangement (10, 10') are output with a time offset.

- 5 14. Method according to any one of claims 11 to 13, **characterized in**

that, in order to control the opening degree of the first valve arrangement (9), a first setting variable for a first valve of the first valve arrangement (9) and a second setting variable for a second valve of the first valve arrangement (9) are output with a time offset, and/or

for controlling the opening degree of the second valve arrangement (10, 10'), a first setting variable for a first valve (12') of the second valve arrangement (10, 10') and a second setting variable for a second valve (12'') of the second valve arrangement (10, 10') are output with a time offset.

15. Method according to any one of claims 11 to 14, **characterized in**

that the nominal roll position is determined depending on a nominal thickness profile and at least one of a thickness measurement (7) on the inlet side of the working roll (6) and a profile thickness measurement (8) on the outlet side of the working roll (6).

Revendications

1. Cage de laminage, pourvue d'au moins deux rouleaux de travail (6, 6'), pour laminier de la matière en bande et pourvue d'un dispositif hydraulique pour régler une emprise de laminage (19) de la cage de laminage, comprenant :

au moins une unité de réglage (1) hydraulique, destinée à régler l'emprise de laminage (19), l'unité de réglage (1) hydraulique comprenant un cylindre (17) et un piston de réglage (2), le piston de réglage (2) divisant le cylindre (17) en une première chambre (3) et une deuxième chambre (4) ;

un premier ensemble de soupapes (9), pour la commande variable de l'unité de réglage (1) ;
un deuxième ensemble de soupapes (10, 10'), pour la commande variable de l'unité de réglage (1), qui est monté en parallèle du premier ensemble de soupapes (9) et qui présente un débit volumétrique nominal supérieur à celui du premier ensemble de soupapes (9) ;

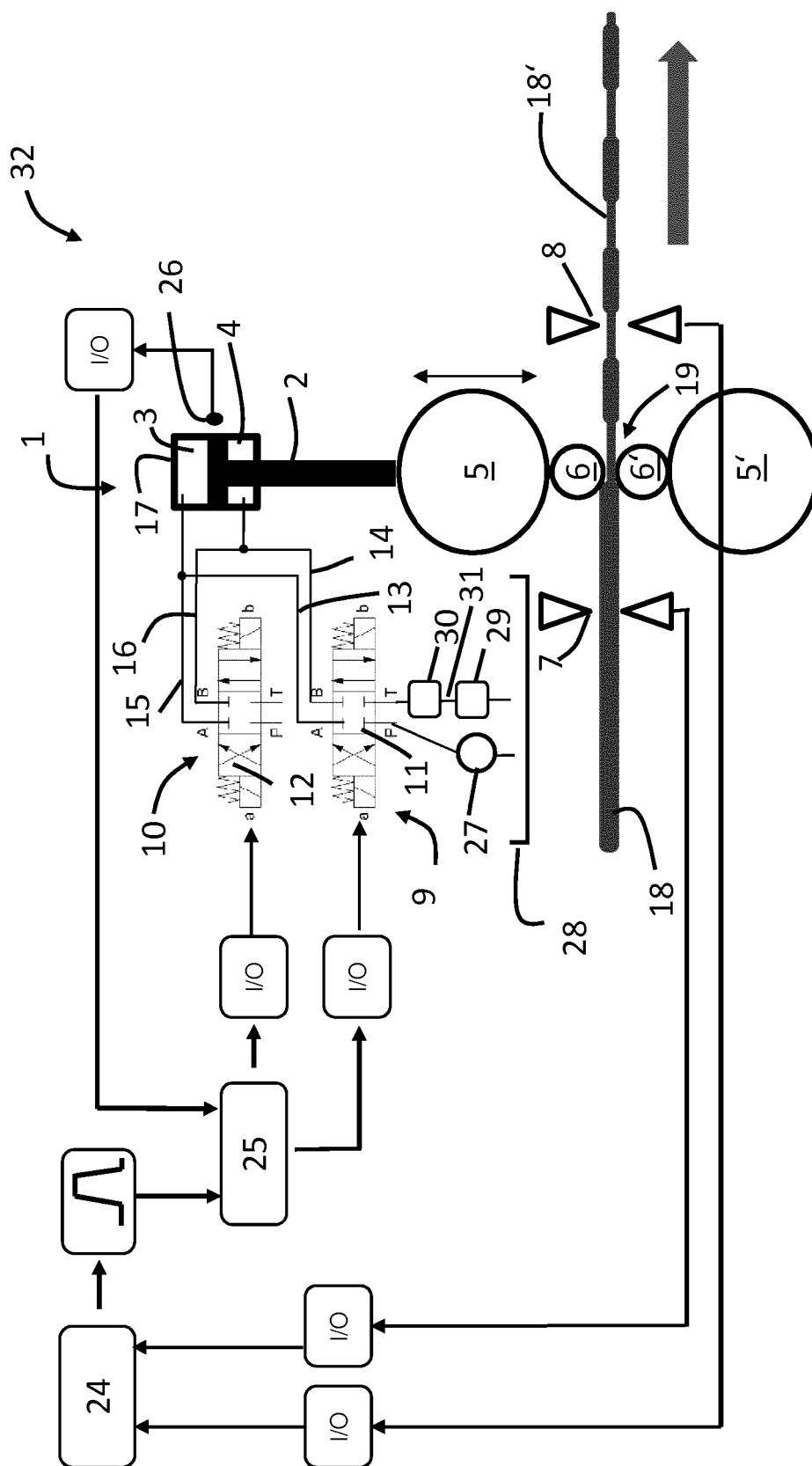
caractérisée en ce que

le premier ensemble de soupapes (9) est hydrauliquement relié avec la première chambre (3) et la deuxième chambre (4), pour l'actionnement à double effet de l'unité de réglage (1),

- le deuxième ensemble de soupapes (10) est hydrauliquement relié avec la première chambre (3) et la deuxième chambre (4), pour l'actionnement à double effet de l'unité de réglage (1), et l'unité de réglage (1) hydraulique est susceptible d'être soumise par une source d'agent sous pression à une pression de travail supérieure à 200 bar.
2. Cage de laminoir selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le premier ensemble de soupapes (9) comprend au moins une soupape (11) à réglage continu, destinée à commander l'unité de réglage (1) hydraulique, et/ou **en ce que** le deuxième ensemble de soupapes (10, 10') comporte au moins une soupape (12, 12', 12'') à réglage continu, destinée à commander l'unité de réglage (1) hydraulique.
 3. Cage de laminoir selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** l'unité de réglage (1) hydraulique est susceptible d'être soumise à une pression de travail supérieure à 250 bar, notamment supérieure à 260, la source d'agent sous pression comportant une pompe ou un accumulateur d'agent sous pression avec pompe raccordée.
 4. Cage de laminoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le deuxième ensemble de soupapes (10, 10') présente un débit volumétrique nominal qui est supérieur au double du débit volumétrique nominal du premier ensemble de soupapes (9), qui s'élève notamment au moins à l'octuple du débit volumétrique nominal du premier ensemble de soupapes (9).
 5. Cage de laminoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce qu'** il est prévu un réservoir principal, qui est hydrauliquement relié avec le premier ensemble de soupapes (9) et le deuxième ensemble de soupapes (10, 10'), ainsi qu'au moins un réservoir intermédiaire (29), qui est placé entre le réservoir principal et au moins l'un parmi le premier ensemble de soupapes (9) et le deuxième ensemble de soupapes (10, 10'), le réservoir intermédiaire (29) étant placé à une distance de moins de trois mètres par rapport à au moins l'un parmi le premier ensemble de soupapes (9) et le deuxième ensemble de soupapes (10, 10').
 6. Cage de laminoir selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le réservoir intermédiaire (29) est placé dans un conduit de retour (31), entre au moins l'un parmi le premier ensemble de soupapes (9) et le deuxième ensemble de soupapes (10, 10') et le réservoir principal (28).
 7. Cage de laminoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** l'unité de réglage (1) comprend exactement un piston de réglage (2), de sorte que dans le cylindre (17) ne soient créées que deux chambres, à savoir la première chambre (3) et la deuxième chambre (4).
 8. Cage de laminoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** le premier ensemble de soupapes (9) commande un débit volumétrique d'un premier trajet (13) d'agent réfrigérant, qui est relié avec la première chambre (3) et un débit volumétrique d'un deuxième trajet (14) d'agent réfrigérant, qui est relié avec la deuxième chambre (4).
 9. Cage de laminoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** le deuxième ensemble de soupapes (10, 10') commande un débit volumétrique d'un troisième trajet (15) d'agent réfrigérant, qui est relié avec la première chambre (3) et un débit volumétrique d'un quatrième trajet (16) d'agent réfrigérant, qui est relié avec la deuxième chambre (4).
 10. Cage de laminoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce qu'** un amortisseur de pulsations (30) est placé dans un conduit de retour (31), entre au moins l'un parmi le premier ensemble de soupapes (9) et le deuxième ensemble de soupapes (10, 10') et le réservoir principal (28).
 11. Procédé, destiné à régler l'emprise de laminage (19) de la cage de laminoir selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, comprenant les étapes consistant à :
 - déterminer (V10) une position de laminage réelle d'un rouleau de travail (6, 6') ;
 - déterminer (V20) une position de laminage de consigne du rouleau de travail (6, 6') ; et
 - commander (V40) un degré d'ouverture du premier ensemble de soupapes (9) et un degré d'ouverture du deuxième ensemble de soupapes (10, 10') en fonction de la position de laminage réelle et de la position de laminage de consigne, l'emprise de laminage (19) étant modifiée pendant le laminage,

- caractérisé en ce qu'**au moins pour une modification de l'épaisseur d'un profil d'épaisseur qui doit être laminé, dans un premier segment d'une course (ΔX), l'unité de réglage (1) est commandée entre la position de laminage réelle et la position de laminage de consigne au moyen du premier ensemble de soupapes (9) et du deuxième ensemble de soupapes (10, 10') et dans un deuxième segment de la course (ΔX), n'est commandée que par le premier ensemble de soupapes (9). 5 10
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** pour des modifications de l'emprise de laminage de plus de 10 % de la dimension de l'emprise de laminage, notamment de plus de 5 % de la dimension de l'emprise de laminage, l'unité de réglage (ΔX) est commandée au moyen du premier ensemble de soupapes (9) et du deuxième ensemble de soupapes (10, 10'). 15 20
13. Procédé selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce qu'** au moins une grandeur de réglage destinée à commander le degré d'ouverture du premier ensemble de soupapes (9) et au moins une grandeur de réglage destinée à commander le degré d'ouverture du deuxième ensemble de soupapes (10, 10') sont éditées en différé. 25 30
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce que** pour la commande du degré d'ouverture du premier ensemble de soupapes (9), une première grandeur de réglage pour une première soupape du premier ensemble de soupapes (9) et une deuxième grandeur de réglage pour une deuxième soupape du premier ensemble de soupapes (9) sont éditées en différé, et/ou **en ce que** pour la commande du degré d'ouverture du deuxième ensemble de soupapes (10, 10'), une première grandeur de réglage pour une première soupape (12') du deuxième ensemble de soupapes (10, 10') et une deuxième grandeur de réglage pour une deuxième soupape (12'') du deuxième ensemble de soupapes (10, 10') sont éditées en différé. 35 40 45
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que** la position de laminage de consigne est déterminée en fonction d'un profil d'épaisseur de consigne, ainsi que d'au moins une mesure d'épaisseur (7) sur le côté entrée du rouleau de travail (6) et d'une mesure d'épaisseur (8) de profil sur le côté sortie du rouleau de travail (6). 50 55

FIG. 1



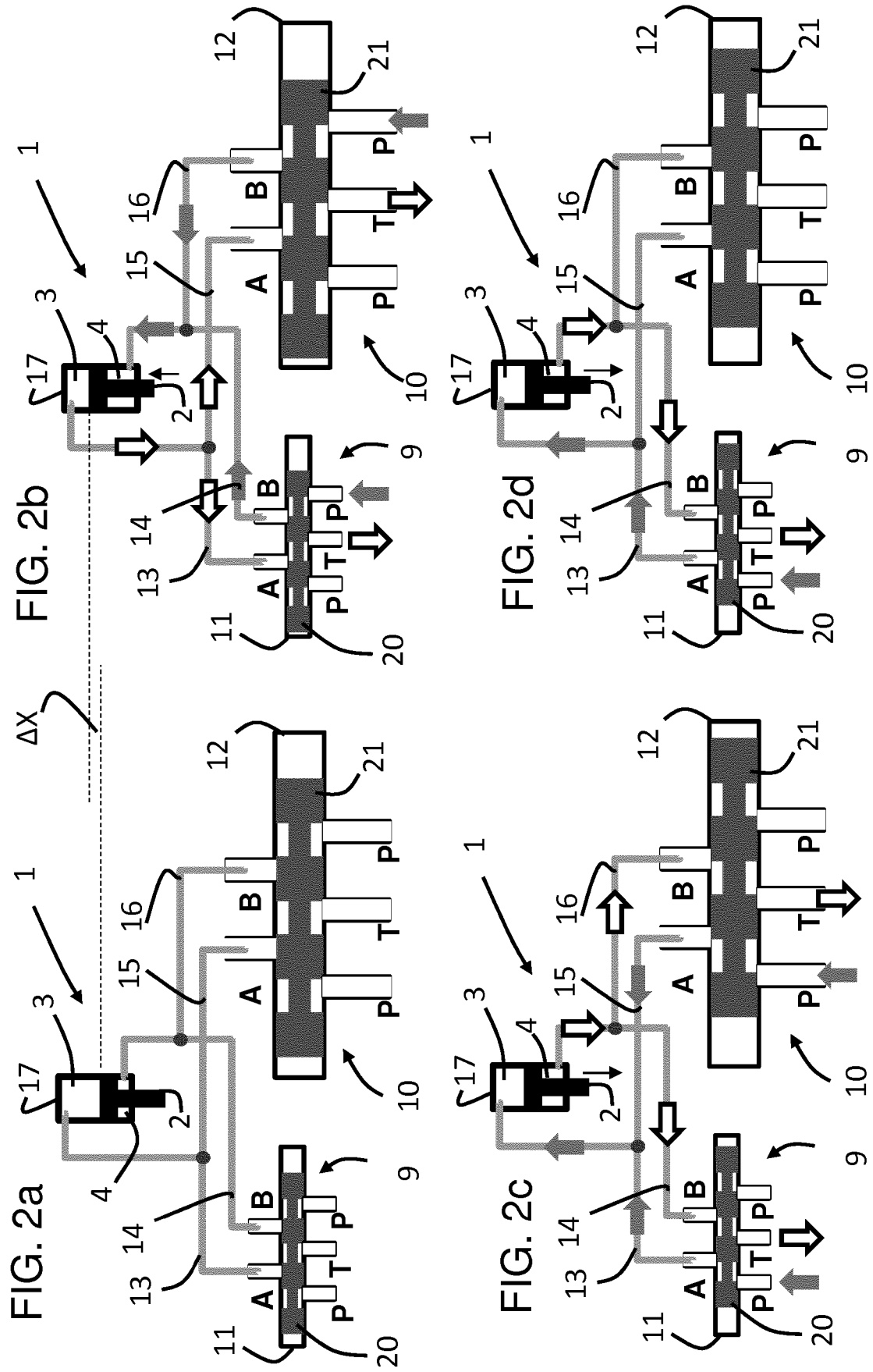
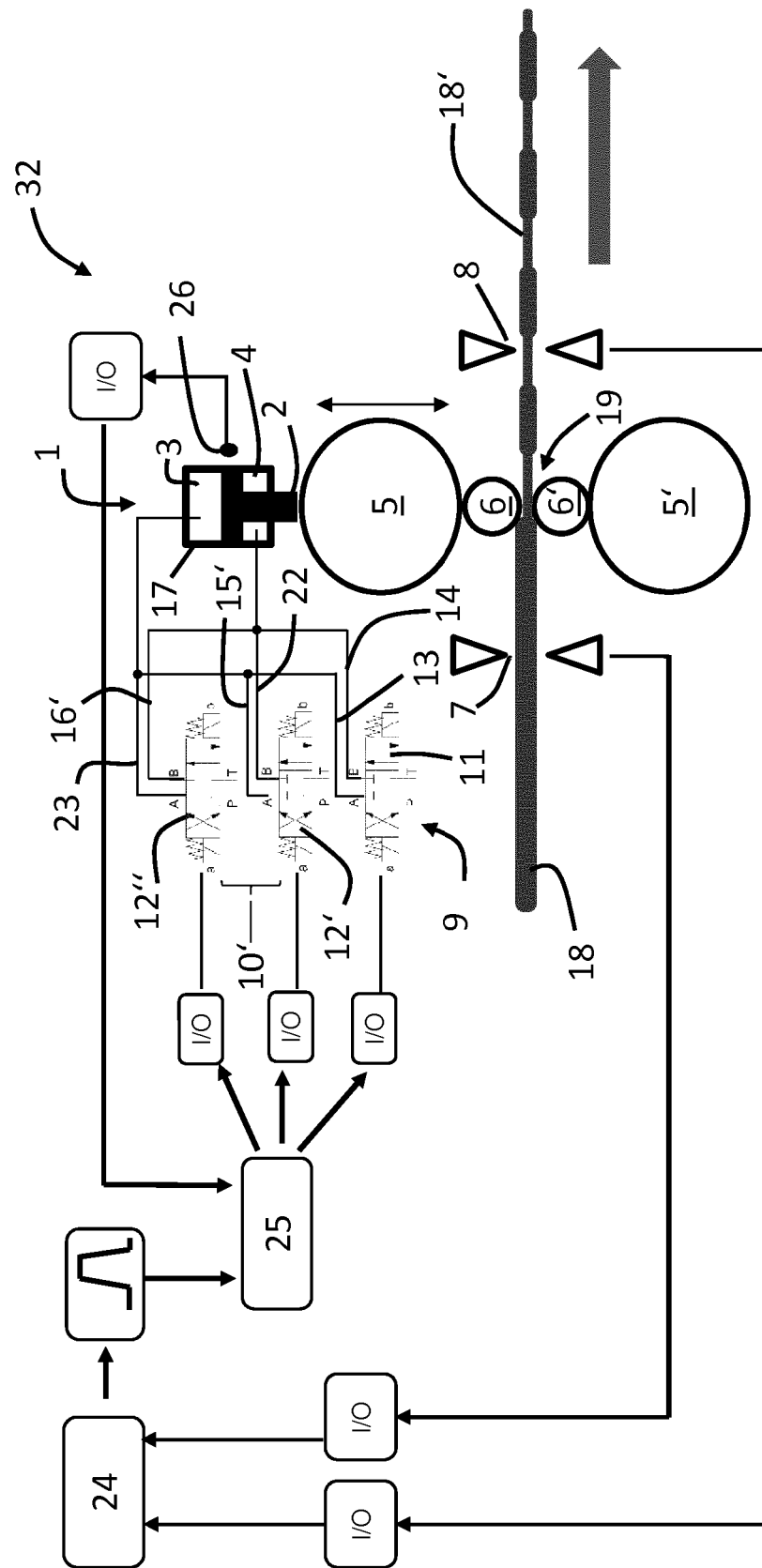
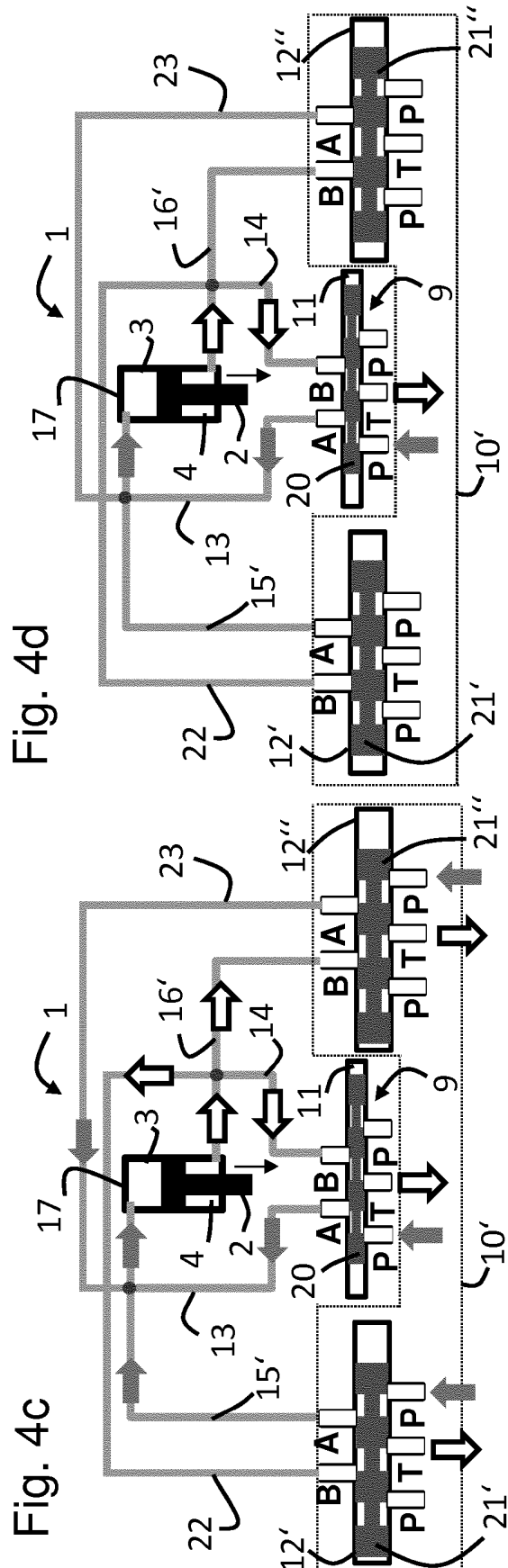
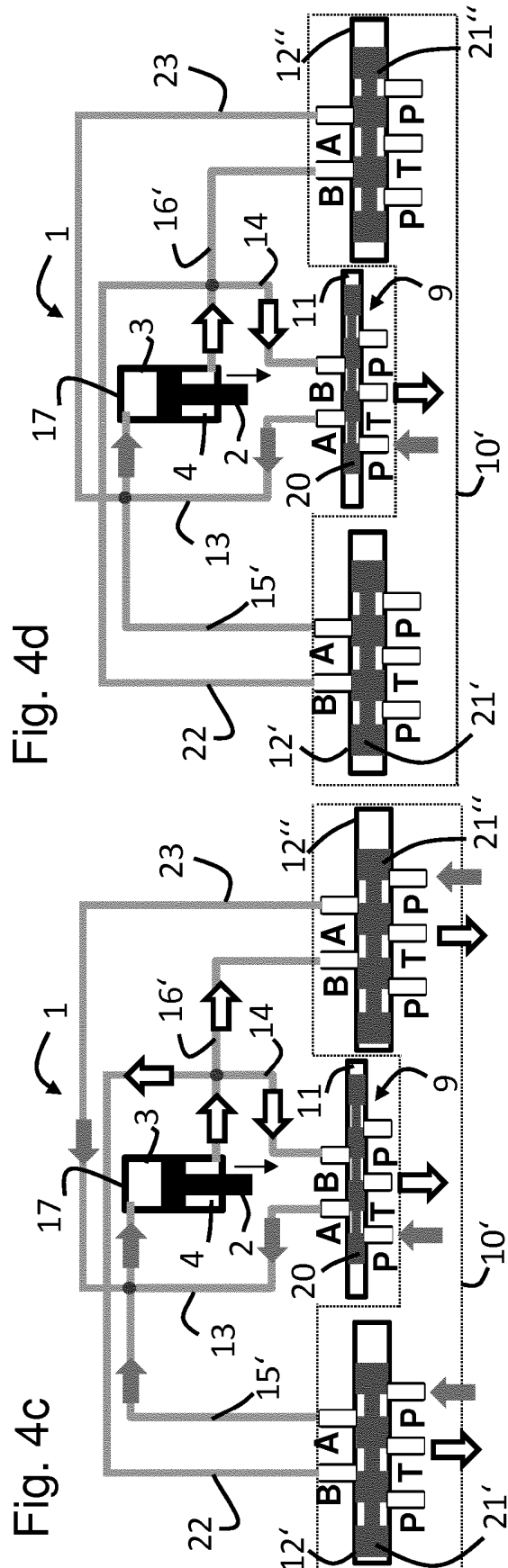
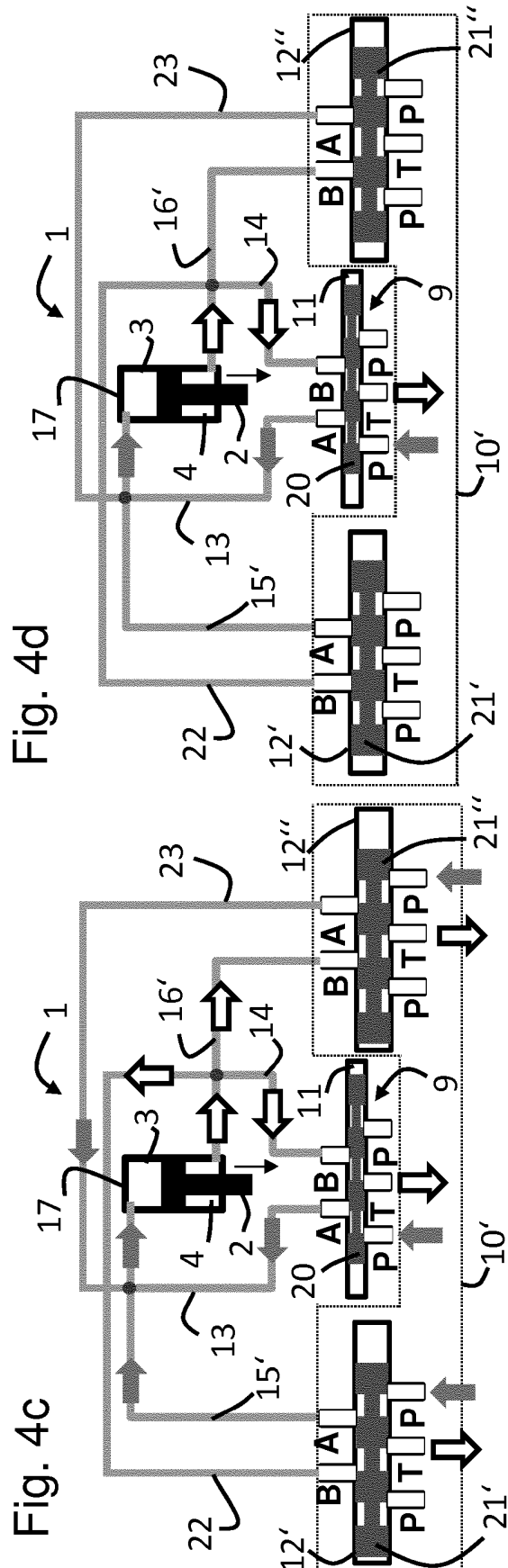
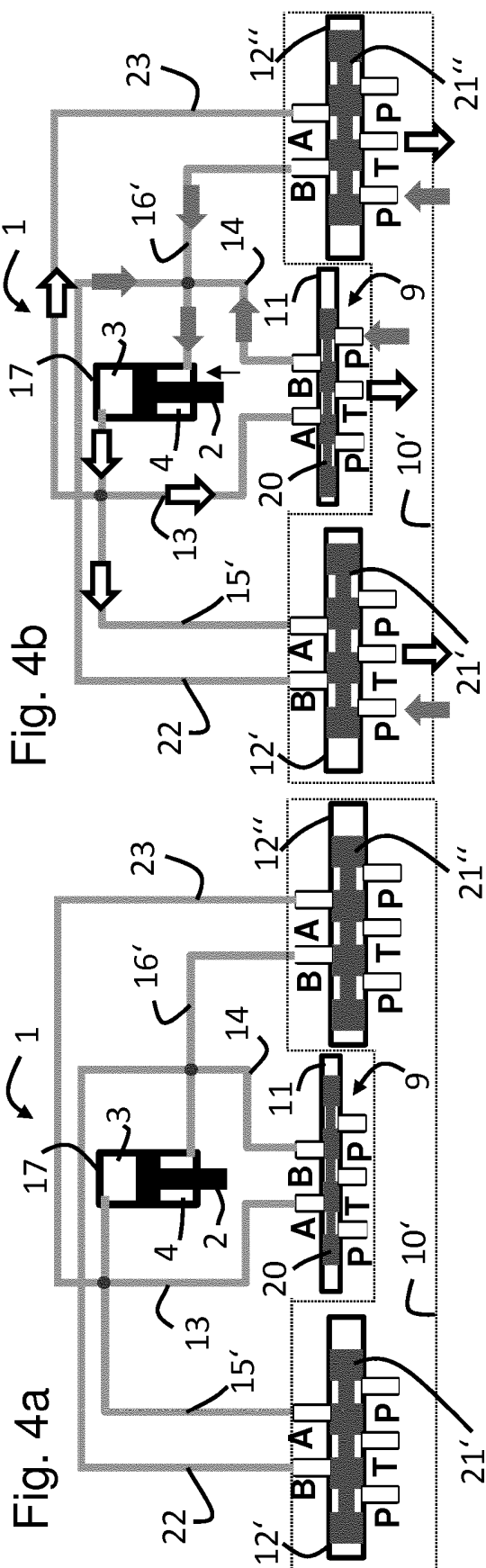
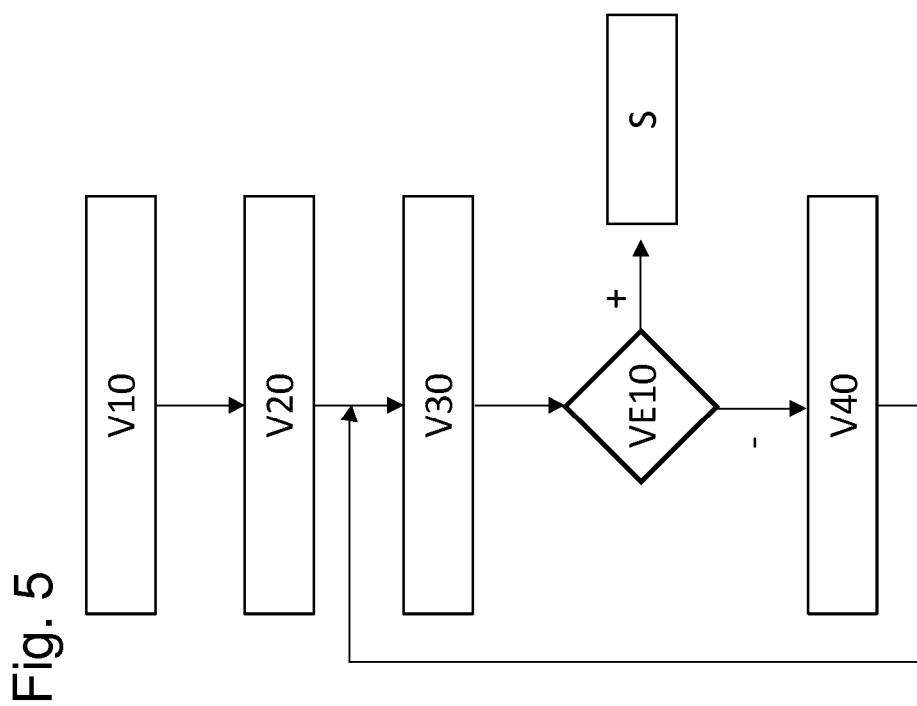
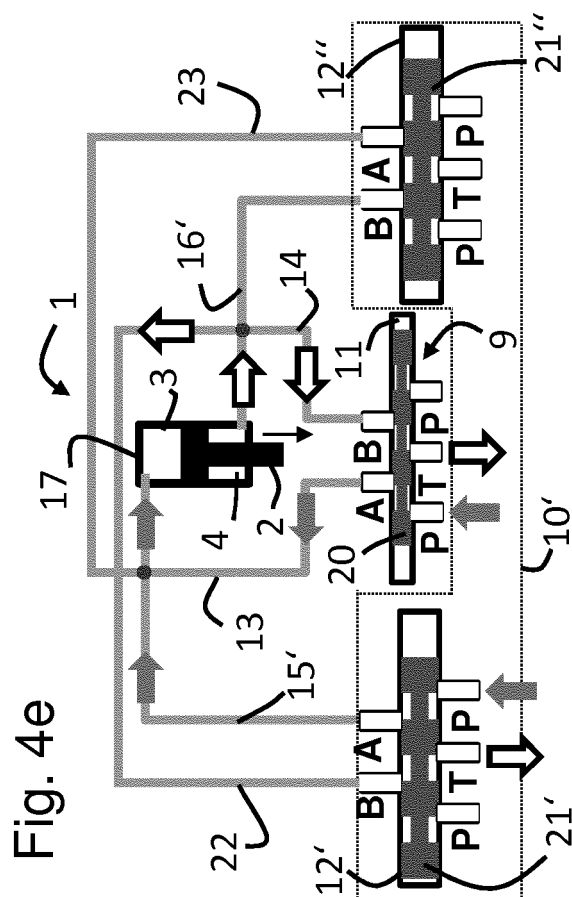


FIG. 3







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

- JP H0552202 B **[0003]**
- JP 2001311401 B **[0005]**
- JP 2004251331 A **[0006]**
- JP S5114593 A **[0007]**
- EP 1459813 A2 **[0008]**
- DE 3803490 C2 **[0009]**