

(19)



(11)

EP 2 032 276 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.05.2010 Patentblatt 2010/21

(51) Int Cl.:
B21B 37/38 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07723174.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/002124

(22) Anmeldetag: **12.03.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/134661 (29.11.2007 Gazette 2007/48)

(54) **WALZGERÜST UND VERFAHREN ZUM WALZEN EINES WALZBANDES**

ROLL STAND AND METHOD FOR ROLLING A ROLLED STRIP

CAGE DE LAMINAGE ET PROCÉDÉ DE LAMINAGE D'UNE TÔLE EN BANDE

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

- **RICHTER, Hans-Peter**
57520 Friedewald (DE)
- **WEINGARTEN, Ludwig**
40237 Düsseldorf (DE)

(30) Priorität: **23.05.2006 DE 102006024101**

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter et al**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.03.2009 Patentblatt 2009/11

(73) Patentinhaber: **SMS Siemag AG**
40237 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 555 882 EP-A2- 1 044 737
GB-A- 1 237 287 JP-A- 5 329 520
JP-A- 57 011 710 JP-A- 57 124 515
US-A- 3 318 124

(72) Erfinder:
• **PAWELSKI, Hartmut**
40883 Ratingen (DE)

EP 2 032 276 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 gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 (siehe Z.B.-US-A-3 318 124) und ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Walzgerüsts zum Walzen eines Walzbandes, insbesondere eines Stahlbandes.

[0002] Die koreanische Druckschrift KR 1020000063033 A offenbart ein Walzgerüst und ein Verfahren zum Steuern bzw. Regeln der Kontur eines gewalzten Bleches. Dazu wird die jeweils aktuelle Walzkraft und die jeweils aktuelle Walzenbiegekraft ausgewertet.

[0003] Weiterhin ist aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 44 24 613 A1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben eines Walzgerüsts bekannt, bei dem mittels einer geschlossenen Echtzeit-Regelung der Walzprozess zur Aufbringung einer gezielten Oberflächenrauigkeit eingesetzt wird. Dabei erfolgt die Regelung auf Basis eines Soll-Ist-Wert-Vergleiches mit einem während des laufenden Walzprozesses gewonnenen Rauigkeitsprofil.

[0004] Schließlich ist aus der deutschen Patentschrift DE 44 17 274 C2 ein Walzgerüst und ein Verfahren zu dessen Betrieb bekannt. Das Walzgerüst umfasst Walzenstände auf der Antriebsseite und der Bedienseite sowie Biegeeinrichtungen, die einerseits mit den Walzenständen und andererseits mit den Arbeitswalzen des Walzgerüsts verbunden sind. Weiterhin umfasst das Walzgerüst Biegeeinrichtungen zum Verfahren bzw. Biegen der Arbeitswalzen im Rahmen einer Walzkraftregelung.

[0005] Ausgehend von dem oben genannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein bekanntes Walzgerüst und ein Verfahren zu dessen Betrieb dahingehend weiterzubilden, dass eine präzisere Einstellung der Biegung der Arbeitswalzen möglich ist.

[0006] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0007] Die Biegekraft im Sinne der Erfindung ist grundsätzlich gleich der sogen. Walzkraft im negativen Biegebereich, d. h. wenn die Arbeitswalze auf das Walzband gedrückt wird und wenn die obere Stützwalze abgehoben ist.

[0008] Der Begriff Walzband im Sinne der Erfindung meint insbesondere ein Metallband, z. B. ein Stahlband oder ein Nicht-Eisen NE-Metallband.

[0009] Das Verwenden eines Biegekraft-Messelementes ermöglicht eine wesentlich präzisere Bewertung der Durchbiegung einer Arbeitswalze, da die tatsächlich auf die Arbeitswalze wirkende Biegekraft gemessen wird und nicht eine durch Umrechnung des Hydraulikdruckes ermittelte vermeintliche Biegekraft, die sich aufgrund von Hysterese nicht unmittelbar in wirksame Biegung umsetzen kann.

[0010] Gemäß der Erfindung wird das Biegekraft-Messelement als Ersatz für einen Bolzen in das Auge einer Öse der als Kolben-Zylindereinheit ausgebildeten Biegeeinrichtung eingebaut. Das Biegekraft-Messelement

mit der Öse bildet dann das der Arbeitswalze bzw. den Einbaustücken der Arbeitswalze zugeordnete Ende der Kolben-Zylindereinheit, während deren anderes Ende mit dem Walzenstander verbunden ist.

[0011] Alternativ, aber nicht erfindungsgemäß, wird das Biegekraft-Messelement achsparallel oder koaxial in die Arbeitswalze eingebaut, vorzugsweise in deren Zapfen. Dazu ist dann eine gesonderte Bohrung erforderlich.

[0012] Besonders vorteilhaft ist die durch das Biegekraft-Messelement verfügbare genaue Biegekraft zur Regelung der Position bzw. Kraft der Arbeitswalze in einem Dressierbetrieb des Walzgerüsts, d. h. bei von der oberen Arbeitswalze abgehobenen oberen Stützwalze, einzusetzen.

[0013] Die erfindungsgemäß verfügbare präzise Biegekraft als Messgröße eignet sich sowohl für einen Regelbetrieb, wie auch für einen Steuerungsbetrieb der Ansteuereinrichtungen zur Ansteuerung der Biegeeinrichtungen.

[0014] Das Vorsehen separater Regelungen für die Antriebsseite und die Bedienseite des Walzgerüsts bietet den Vorteil, dass Planheitsunterschiede zwischen der Antriebs- und der Bedienseite aufgrund der erfindungsgemäß verfügbaren Messgröße Biegekraft" sehr genau ausgeregelt werden können. Die separate Regelung bietet die Möglichkeit zur Einstellung von nicht nur symmetrischen, sondern auch von unsymmetrischen Walzenbiegungen, indem z. B. lediglich entweder die Antriebsseite oder die Bedienseite angesteuert wird.

[0015] Im Unterschied zu der separaten Regelung bietet ein gemeinsamer Regelkreis für die Antriebsseite und Bedienseite einen Preisvorteil; allerdings ist dann lediglich eine symmetrische Einstellung der Walzenbiegungen auf der Antriebs- und der Bedienseite möglich, was für einfache Walzanwendungen durchaus zulässig bzw. ausreichend ist.

[0016] Das Vorsehen einer separaten Regelung sowohl auf der Antriebs- als auch auf der Bedienseite ermöglicht eine individuelle Einstellung der Biegeeinrichtungen und ist auch für den Test der einzelnen Biegeeinrichtungen von Interesse. Insbesondere erlaubt die damit mögliche unsymmetrische Ansteuerung der Biegezyylinder auf der Antriebs- und der Bedienseite die Möglichkeit, sich an unsymmetrische Bandprofile besser anpassen zu können und bei unsymmetrischen Hysteresen der Einbaustücke, eine entsprechende Kompensation durchführen zu können.

[0017] Die Regelung alleine auf Basis der detektierten Biegekraft kann zur Planheitsregelung durch eine Schräglagenkorrektur genutzt werden. Die Schräglagenkorrektur kann in reiner Biegekraftregelung oder in reiner Positionsregelung erfolgen. Die erfindungsgemäße direkte Biegekraftmessung in Kombination mit der Positionsmessung an den Hydraulikzylindern der Biegeeinrichtungen ermöglicht vorteilhafterweise z. B. die Vorpositionierung eines Walzspaltes auf Basis von gemessenen Positionswerten und eine nachträgliche Feineinstel-

lung des Walzspaltes auf Basis der detektierten Biegekräfte. Insbesondere bei mehrgerüstigen Anlagen kann durch die besagte Kombination ein verbesserter Einfädeeffekt der Walzbänder in den Walzspalt erfolgen, indem die Biegung der Arbeitswalze in einem in Durchlaufrichtung des Walzbandes nachfolgenden Walzgerüst entsprechend der Biegung der Arbeitswalze bei dem jeweils vorhergehenden Walzgerüst eingestellt wird.

[0018] Die besagte Kombination aus Biegekraft- und Positionsmessung ermöglicht vorteilhafterweise Kaskadenregelungen für die einzelnen Bedieneinrichtungen entweder mit überlagerter Biegekraftregelung und unterlagerter Positionsregelung oder umgekehrt. Eine vorteilhafte Anwendung für eine derartige Kaskadenregelung ist die Regelung der Rauigkeit auf der Oberfläche des zu walzenden Walzbandes.

[0019] Alternativ zu dem bisher diskutierten Regelbetrieb des Walzgerüsts kann dieses auch in einem Steuerungsbetrieb betrieben werden. Die Ansteuereinrichtung ist dann als Steuereinrichtung ausgebildet und steuert die Arbeitswalzen dann z. B. mit einer Soll-Biegekraft an. Eine Auswerteeinrichtung vergleicht dann die vorgegebene Soll-Biegekraft mit der von dem Biegekraft-Messelement gemessenen tatsächlichen Ist-Biegekraft der Arbeitswalze. Dieser Kräftevergleich ermöglicht vorteilhafterweise Rückschlüsse auf eventuell vorhandene erhöhte Reibwerte oder erhöhten Verschleiß der Biegeeinrichtungen oder der Einbaustücke für die Arbeitswalzen. Vorteilhafterweise meldet die Auswerteeinrichtung einen erhöhten Verschleiß der Biegeeinrichtungen, d. h. der Hydraulikzylinder, der zugehörigen Kolbenstangen oder der zugehörigen Führungen, wenn das Ergebnis des besagten Kräftevergleichs einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.

[0020] Alternativ kann das Steuersignal im Steuerungsbetrieb des Walzgerüsts auch ausgebildet sein, die Biegeeinrichtungen mit einer vorgegebenen Kraft-/WegPositions-Soll-Hysterese anzusteuern. Mit Hilfe des Biegekraft-Messelementes und des Positionsgebers kann dann die tatsächliche Biegekraft und die tatsächliche Ist-Position der Biegeeinrichtung bzw. des Hydraulikzylinders ermittelt werden und es kann mit Hilfe einer Auswerteeinrichtung festgestellt werden, ob diese Werte innerhalb der vorgegebenen Soll-Hysterese liegen. Damit kann erhöhter Verschleiß detektiert werden, der dann z. B. durch Wechseln von Gleitkörpern korrigiert werden kann.

[0021] Die oben genannte Aufgabe der Erfindung wird weiterhin durch ein Verfahren zum Betreiben eines erfindungsgemäßen Walzgerüsts gelöst. Die Vorteile dieses erfindungsgemäßen Verfahrens entsprechen den oben mit Bezug auf das beanspruchte Walzgerüst genannten Vorteilen.

[0022] Der Beschreibung sind insgesamt 8 Figuren beigefügt, wobei

Figur 1 einen Walzenständer eines erfindungsgemäßen Walzgerüsts;

Figur 2 separate Regelkreise für die Antriebs- und Bedienseite des Walzgerüsts;

5 Figur 3 einen gemeinsamen Regelkreis für die Antriebs- und Bedienseite des Walzgerüsts;

Figur 4 individuelle Regelkreise für einzelne Walzenständer bzw. für den einzelnen Walzenständern zugeordnete Biegeeinrichtungen;

10 Figur 5 kombinierte Biegekraft-Positionsregelungen beispielhaft für die Antriebsseite und die Bedienseite des Walzgerüsts getrennt;

15 Figur 6 die Anwendung einer kombinierten Biegekraft-Positionsregelung zur Regelung der Oberflächenrauigkeit eines zu walzenden Walzbandes;

20 Figur 7 ein Blockschaltbild zur Veranschaulichung einer Steuerung im Sinne der Erfindung; und

25 Figur 8 eine Biegekraft-Positions-Hysterese für eine Biegeeinrichtung zum Ansteuern einer Arbeitswalze

zeigt.

[0023] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die genannten Figuren in Form von Ausführungsbeispielen detailliert beschrieben. Dabei sind in allen Figuren gleiche technische Merkmale mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0024] Die Erfindung betrifft ein Walzgerüst zum Walzen eines Walzbandes aus Metall, vorzugsweise aus Stahl oder aus einem NE-Metall. Das Walzgerüst umfasst zwei Walzenständer, einen auf der Bedienseite und einen auf der Antriebsseite des Walzgerüsts. Zwischen den Walzenständern sind zwei Arbeitswalzen und zwei jeweils den Arbeitswalzen zugeordnete Stützwalzen in Einbaustücken drehbar gelagert. Die Stützwalzen können mit Hilfe von Hydraulikzylindern (siehe Bezugszeichen 19 in Figur 1) von ihren jeweils zugehörigen Arbeitswalzen in vertikaler Richtung abgehoben werden; das Walzgerüst wird dann in dem sogen. Dressierbetrieb gefahren.

[0025] Gemäß Figur 1 werden die Arbeitswalzen 7, 8 jeweils über ihnen zugeordnete Biegeeinrichtungen 11 in Form von Hydraulikzylindern vertikal zur Durchlaufrichtung des Walzbandes verfahren. Die Hydraulikzylinder 11 sind an ihrem ständerseitigen Ende über Biegeblöcke 13 ortsfest mit den jeweiligen Holmen 2 der Ständer verbunden. An ihren arbeitswalzenseitigen Enden wirken die Biegeeinrichtungen 11 über Führungsrahmen 16, 17 und Einbaustücke 6 direkt auf die in den Einbaustücken gelagerten Arbeitswalzen 7, 8 ein, um sie zu verfahren bzw. zu verbiegen. An ihrem arbeitswalzenseitigen Ende sind die Hydraulikzylinder der Biegeeinrichtungen 11 in Form einer Öse 12 mit einem Auge aus-

gebildet, wobei dann über einen Bolzen 30 eine gelenkige Verbindung mit den Führungsrahmen 16, 17 und damit indirekt auch mit den Arbeitswalzen 7, 8 hergestellt wird. Gemäß der Erfindung ist dieser Bolzen in Form eines Biegekraft-Messelements 30 ausgebildet, um die tatsächlich auf die Arbeitswalze wirkende Biegekraft genau bestimmen zu können; dies ist dann besonders wichtig, wenn ein Teil des Zylinderdruckes sich aufgrund von insbesondere reibungsbedingter Hysterese nicht in wirksame Biegekraft umsetzen kann. Zur Ansteuerung der Biegeeinrichtungen 11 ist eine Ansteuereinrichtung 20 vorgesehen.

[0026] Alternativ, aber nicht erfindungsgemäß, zu der Darstellung in Figur 1 kann das Biegekraft-Messelement 30 auch direkt in den Arbeitswalzen 7, 8 eingebaut sein, dann axial oder idealerweise koaxial zu der Mittellinie der jeweiligen Arbeitswalzen, vorzugsweise in deren Zapfen.

[0027] In den nachfolgenden Figuren 2-6 sind sowohl die Antriebsseite AS wie auch die Bedienseite BS des Walzgerüsts jeweils durch zwei Biegeeinrichtungen bzw. Hydraulikzylinder 11 dargestellt, die jeweils einen Holm eines Walzenständers repräsentieren. Zwischen zwei Holmen bzw. zwischen den beiden Biegeeinrichtungen 11 ist jeweils das Biegekraft-Messelement 30 des entsprechenden Walzenständers dargestellt.

[0028] Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für eine Anwendung der erfindungsgemäßen direkten Biegekraft-Messung in den einzelnen Ständern des Walzgerüsts. Es ist eine separate Biegekraft-Regelung sowohl für die Antriebsseite AS wie auch für die Bedienseite BS des Walzgerüsts 100 dargestellt. Die von den beiden Biegekraft-Messelementen 30 pro Seite AS, BS ermittelten Ist-Biegekraft-Werte werden vorzugsweise gemittelt, bevor sie als Ist-Biegekraft in die Regelung eingehen. Im Rahmen der Regelung, die in der als Regelung ausgebildeten Ansteuereinrichtung 20 durchgeführt wird, erfolgt zunächst ein Vergleich zwischen einer vorgegebenen Soll-Biegekraft und der gemittelten Ist-Biegekraft zur Ermittlung einer Regelabweichung und nachfolgend dient diese ermittelte Regelabweichung als Steuergröße für ein Stellglied in Form eines Servoventils 50 für eine rein kraftgeregelte Ansteuerung der Biegeeinrichtungen 11. Wie in Figur 2 zu erkennen ist, erfolgt die Ansteuerung der Biegeeinrichtungen 11 auf der Antriebsseite AS und der Bedienseite BS des Walzgerüsts jeweils einheitlich, d. h. alle Biegeeinrichtungen 11 auf der Antriebsseite AS erhalten dieselben Ansteuersignale nach Maßgabe der auf der Antriebsseite gemessenen Regelabweichung und alle Biegeeinrichtungen 11 auf der Bedienseite BS erhalten dieselben Steuersignale nach Maßgabe der auf der Bedienseite gemessenen Regelabweichung.

[0029] Figur 3 zeigt ein alternatives zweites Ausführungsbeispiel, wobei lediglich ein gemeinsamer Regelkreis für die Antriebsseite AS und die Bedienseite BS des Walzgerüsts 100 vorgesehen ist. Im Unterschied zu dem ersten Ausführungsbeispiel werden hier nicht nur die Biegekräfte auf der Antriebs- oder der Bedienseite,

sondern die gemessenen Ist-Biegekräfte von beiden Seiten des Walzgerüsts zu einer Regeleingangsgröße gemittelt. Auf Basis dieser gemittelten Größe erfolgt dann wiederum die Ermittlung einer Regelabweichung und die Ansteuerung eines Servoventils 50, damit dieses eine symmetrische Ansteuerung aller Bedieneinrichtungen 11 des Walzgerüsts vornimmt. Diese gemeinsame Regelung für die Antriebs- und Bedienseite des Walzgerüsts ist zwar preisgünstiger, weil lediglich eine Regeleinrichtung 20' und auch nur ein Servoventil 50 angeschafft werden muss, allerdings ermöglicht sie auch nur Walzanwendungen, die keine unsymmetrische Ansteuerung der Bedienelemente auf der Antriebs- und der Bedienseite erfordern.

[0030] In Figur 4 ist ein drittes Ausführungsbeispiel gezeigt, wobei das erfindungsgemäße Biegekraft-Messelement 30 Ist-Biegekraftwerte für jeden einzelnen Walzenständer bereitstellt, und wobei diese Messwerte jeweils in eine für diesen Walzenständer bzw. für die ihm zugeordneten Biegeeinrichtungen 11 vorgesehene Regelung Eingang finden. Die in Figur 4 gezeigte individuelle Regelung der einzelnen Walzenständers eignen sich besonders gut zum Lokalisieren von Fehlern in den Biegeeinrichtungen eines Walzenständers, wenn z. B. festgestellt wird, dass ein vorgegebener Soll-Biegekraftwert durch die Regeleinrichtung 20' nicht dauerhaft eingestellt und erreicht werden kann, sondern wenn permanent eine Regelabweichung ungleich Null verbleibt.

[0031] Figur 5 zeigt eine kombinierte Biegekraft-Zylinderpositions-Regelung, beispielhaft für die Antriebsseite und die Bedienseite des Walzgerüsts 100 getrennt. Im Unterschied zu der in Figur 2 gezeigten reinen Biegekraftregelung pro Seite des Walzgerüsts findet in Figur 2 pro Seite getrennt jeweils zusätzlich zu der Auswertung der Biegekraft eine Auswertung der von Positionsgebem 14 ermittelten Ist-Positionen der Hydraulikzylinder der Biegeeinrichtungen 11 statt. Die gemessenen Ist-Positionen aller Zylinder werden pro Seite jeweils gemittelt und einem Positions-Soll-Ist-Vergleich innerhalb der Regeleinrichtung 20' zugeführt. Das Ergebnis dieses Vergleiches ist eine Regelabweichung e_p in Bezug auf die gemittelte Position der Zylinder. Gleichzeitig wird analog zu Figur 2 eine Regelabweichung e_k in Bezug auf die gemittelte Biegekraft pro Seite ermittelt. Es findet dann wahlweise entweder eine Positions- oder eine Biegekraft-Regelung in der Regelungseinrichtung 20' statt, wonach dementsprechend die Biegezyylinder 11 über das Servoventil 50 entweder positionsgeregelte oder biegekraftgeregelte angesteuert werden.

[0032] Figur 6 zeigt ein vorteilhaftes Anwendungsbeispiel für eine derartige kombinierte Biegekraft-Positions-Regelung, nämlich in Form einer Rauigkeitsregelung. Wie in Figur 6 zu erkennen ist, wird zu diesem Zweck die Rauigkeit des zu walzenden Walzbandes 200 an dessen Oberfläche mit Hilfe eines Rauigkeitsdetektors Ra ermittelt, in dem dieser entlang einer Messspur über das Walzband fährt. Der Rauigkeitsdetektor Ra liefert ein Messsignal Ist-Ra, welches diese tatsächliche Rauig-

keit des Bandes nach dem Walzprozess repräsentiert. Innerhalb der Regeleinrichtungen 20' für die Antriebsseite AS und die Bedienseite BS wird dieses Messsignal jeweils mit einer vorgegebenen Soll-Rauhigkeit verglichen, um nach Maßgabe der aus diesem Vergleich resultierenden Regelabweichung für die Rauhigkeit die Position oder die Biegekraft der entsprechenden Arbeitswalze einzustellen. Das erfolgt insbesondere bei einem Dressierbetrieb des Walzgerüsts, d. h. bei dem die Stützwalze jeweils von der Arbeitswalze abgehoben ist.

[0033] Für die Rauhigkeit kann z. B. eine Vorgabe in Höhe von 3 µm als Soll-Rauhigkeit gemacht sein. Zur Realisierung dieser Soll-Rauhigkeit auf der Oberfläche des Walzbandes 200 ist es erforderlich, dass die Arbeitswalze mit einer bestimmten Kraft überall auf die Oberfläche des Walzbandes drückt. Dies bedeutet, dass zur Realisierung der gewünschten Rauhigkeit auf der Oberfläche des Walzbandes grundsätzlich eine Biegekraft-basierte Regelung der Biegeeinrichtungen 11 vorzusehen ist, welches sicherstellt, dass bei einer vorbestimmten Dicke des Walzbandes die Arbeitswalze immer mit der erforderlichen konstanten Biegekraft bzw. Walzkraft auf dessen Oberfläche einwirkt. Weicht jedoch die tatsächliche Dicke des Walzbandes von der voreingestellten Dicke ab, so wäre die alleinige Kraftregelung nicht mehr in der Lage, die Kraft konstant zu halten; vielmehr würde es bei dickeren Walzbändern zu einer Krafterhöhung und bei dünneren Walzbändern zu einer Absenkung der einwirkenden Kraft kommen. Vor dem Hintergrund der festgelegten vorbestimmten Rauhigkeit ist eine derartige Kraftabweichung jedoch nur in engen Grenzen tolerabel. Die erfindungsgemäße Kombination aus Biegekraft und Positionsregelung bietet in solchen Fällen die Möglichkeit, die gewünschte einwirkende Kraft mit Hilfe einer nachgelagerten Positionsregelung wieder herzustellen. Konkret kann dies in der Weise erfolgen, dass, wenn die auf das Walzband einwirkende Kraft unter einen vorgegebenen Schwellenwert absinkt, weil das Walzband einen lokal dünneren Bereich als die vorgegebene Dicke aufweist, die Position der Arbeitswalze im Rahmen der unterlagerten Positionsregelung an die verringerte Dicke des Walzbandes angepasst werden kann. Konkret könnte dann z. B. die obere Arbeitswalze soweit abgesenkt werden, dass die auf das Walzband einwirkende Biegekraft bzw. Walzkraft wieder den vorgegebenen unteren Schwellenwert übersteigt und damit die geforderte Rauhigkeit realisiert werden kann.

[0034] Figur 8 zeigt eine zu der Regelung alternativ Betriebsweise für das Walzgerüst, nämlich einen Steuerungsbetrieb, bei dem die Ansteuereinrichtung 20 in Form einer Steuereinrichtung 20" ausgebildet ist. Ein derartiger Steuerungsbetrieb eignet sich sowohl zum Durchführen eines Walzbetriebs wie auch zum Durchführen eines Tests der Biegeeinrichtungen 11 im Hinblick auf deren ordnungsgemäße Funktionsweise.

[0035] Zur Durchführung eines Walzbetriebs gibt die Ansteuereinrichtung 20 in Form der Steuereinrichtung 20" z. B. ein Soll-Biegekraft-Signal auf die Arbeitswalze,

wobei dann aber grundsätzlich - im Unterschied zu einer Regelung - keine Kontrolle stattfindet, ob eine gewünschte Soll-Biegekraft auch tatsächlich zu jedem Zeitpunkt der Walzung realisiert wird.

[0036] Ein Test der einzelnen Biegeeinrichtungen kann mit Hilfe der Steuereinrichtung 20" einfach in der Weise durchgeführt werden, dass die Steuereinrichtung 20" ein Signal B-Soll, welches die Soll-Biegekraft repräsentiert, auf die Biegeeinrichtung 11 ausgibt und dass dann nachfolgend die tatsächlich bei der Arbeitswalze eingestellte Biegekraft mit Hilfe des Biegekraft-Messelementes 30 detektiert wird. Die von dem Messelement 30 detektierte Biegekraft wird dann nachfolgend in einer Auswerteeinrichtung 40 mit der ursprünglich vorgegebenen Soll-Biegekraft B-Soll verglichen. Eine bei diesem Vergleich festgestellte Abweichung zwischen der Soll-Biegekraft und der Ist-Biegekraft B-Ist kann dann als ein erhöhter Verschleiß von entweder den Biegeblöcken 13, den Zylindern oder den Stangen der Biegeeinrichtungen 11 oder der Biegerahmen 16 bzw. 17 interpretiert und an eine Leitstelle gemeldet werden.

[0037] Dieses Vorgehen ist schematisch in Figur 7 dargestellt. Alternativ zu der eben beschriebenen Steuerung mit der Vorgabe einer Soll-Biegekraft kann alternativ auch eine Steuerung auf Basis einer vorgegebenen Position für die Biegeeinrichtung 11 bzw. deren Hydraulikzylinder erfolgen; auch aus einem späteren Vergleich der vorgegebenen Soll-Position mit der detektierten Ist-Position kann dann auf eine Fehlfunktion einzelner Elemente der Biegeeinrichtungen 11 geschlossen werden.

[0038] Figur 8 zeigt eine vorgegebene Soll-Hysterese für eine einzelne Biegeeinrichtung 11. Bei einer Biegeeinrichtung besteht in der Realität in der Regel kein idealtypischer linearer Zusammenhang zwischen aufgebrachtener Walzkraft und eingenommener Position bzw. zurückgelegtem Weg des Zylinders, sondern es sind in der Realität grundsätzlich immer Reibverluste zu berücksichtigen, die sich in der dargestellten Hysterese widerspiegeln. Die schraffiert dargestellte Hysterese repräsentiert insofern einen zulässigen Toleranzbereich für den Zusammenhang zwischen Kraft F und Weg S bei einer Biegeeinrichtung 11.

[0039] Die soeben unter Bezugnahme auf Figur 7 beschriebene Steuereinrichtung 20" ermöglicht vorteilhafterweise die gleichzeitige Vorgabe eines Soll-Weges und einer Soll-Kraft und die nachgeschaltete Auswerteeinrichtung 40 ermöglicht einen Vergleich dieser vorgegebenen Sollwerte mit tatsächlich gemessenen Biegekräften und zurückgelegten Wegen für eine einzelne Biegeeinrichtung 11. Wenn dann bei diesem Vergleich festgestellt wird, dass ein für diese Biegeeinrichtung ermitteltes Wertepaar aus Ist-Weg S1 und zugehöriger gemessener Ist-Biegekraft F1 außerhalb der schraffierten Soll-Hysterese liegt, lässt dies auf eine Fehlfunktion der Biegeeinrichtung 11 schließen. Umgekehrt lässt die Position eines Wertepaares S2 / F2 innerhalb der Soll-Hysterese auf eine ordnungsgemäße Funktion der Biegeeinrichtung 11 rückschließen.

[0040] Die durch das erfindungsgemäß vorgesehene Biegekraft-Messelement 30 ermöglichte separate Detektion der Biegekraft unabhängig bzw. zusätzlich zu der Position der Zylinder der Biegeeinrichtung wird vorzugsweise in Kaltwalzwerken eingesetzt. Dabei kommen nicht nur Kaltwalzwerke für Stahl in Frage, sondern auch Kaltwalzwerke für Nicht-Eisen-Metalle, Aluminium, Kupfer oder Kupferlegierungen.

Patentansprüche

1. Walzgerüst (100) zum Walzen eines Walzbandes, insbesondere eines Metallbandes, umfassend:

mindestens einen Walzenständer auf der Antriebsseite und mindestens einen Walzenständer auf der Bedienseite des Walzgerüsts; und Biegeeinrichtungen (11), die jeweils mit den Walzenständern fest verbunden sind, zum Verschieben und Biegen einer oberen und/oder unteren Arbeitswalze (7, 8) des Walzgerüsts (100) relativ zu den Walzenständern; und eine Ansteuereinrichtung (20) zum Ansteuern der Biegeeinrichtungen (11); wobei mindestens ein Biegekraft-Messelement (30) an geeigneter Stelle positioniert ist zum direkten Messen der durch die Biegeeinrichtungen (11) auf die Arbeitswalze (7, 8) wirkenden Ist-Biegekraft.

dadurch gekennzeichnet,

dass zumindest eine der Biegeeinrichtungen (11) als Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildet ist, die mit ihrem einen Ende direkt oder indirekt mit einem Holm (2) des Walzenständers verbunden ist und an ihrem anderen Ende eine Öse (12) mit einem Auge als geeignete Stelle zur Aufnahme eines Bolzens aufweist zur direkten oder indirekten gelenkigen Verbindung mit der Arbeitswalze, wobei der Bolzen in Form des Biegekraft-Messelementes (30) ausgebildet ist.

2. Walzgerüst (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das Walzgerüst weiterhin eine der oberen Arbeitswalze (7) zugeordnete obere Stützwalze (4) aufweist; und **dass** eine Hebeeinrichtung (19) vorgesehen ist zum Abheben der oberen Stützwalze (4) von der oberen Arbeitswalze (7) für einen Dressierbetrieb des Walzgerüsts (100).
3. Walzgerüst (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Ansteuereinrichtung (20) als Regelungseinrichtung (20') ausgebildet ist zum Regeln der Biegung der Arbeitswalze (7, 8) auf eine vorgegebene

Soll-Biegekraft im Ansprechen auf die gemessene Ist-Biegekraft.

4. Walzgerüst (100) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Regelungseinrichtung (20') jeweils separate Regelkreise für die Antriebsseite (AS) und die Bedienseite (BS) des Walzgerüsts aufweist zum Ansteuern der dortigen Biegeeinrichtungen.
5. Walzgerüst (100) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Regelungseinrichtung (20') einen gemeinsamen Regelkreis für die Antriebsseite (AS) und die Bedienseite (BS) des Walzgerüsts aufweist zum einheitlichen Ansteuern der Biegeeinrichtungen (11) auf der Antriebs- und Bedienseite.
6. Walzgerüst (100) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Regelungseinrichtung (20') für jeden Holm (2) des Walzenständers einen eigenen Regelkreis aufweist zum Einstellen der Biegekraft bei den dem Holm (2) zugeordneten Biegeeinrichtungen (11) nach Maßgabe der von dem dem Walzenständer (2) zugeordneten Biegekraft-Messelement (30) gemessenen Biegekraft.
7. Walzgerüst (100) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** mindestens einer der Biegeeinrichtungen (11) ein Positionsgeber (14) zugeordnet ist zum Erfassen von deren jeweils aktueller Ist-Wegposition; und **dass** der dieser Biegeeinrichtung (11) zugeordnete Regelkreis als Kaskadenregelkreis ausgebildet ist zum Ansteuern der Biegeeinrichtung mit überlagerter Biegekraftregelung und unterlagerter Positionsregelung oder mit überlagerter Positionsregelung und unterlagerter Biegekraftregelung.
8. Walzgerüst (100) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein Rauigkeitsmesselement (Ra) zum Erfassen der lokalen Rauigkeit auf der Oberfläche des Walzbandes (200); und eine Umsetzeinrichtung zum Umsetzen der erfassten lokalen Rauigkeit oder einer Differenzrauigkeit zwischen einer gewünschten und der erfassten Rauigkeit in eine zur Realisierung der gewünschten Rauigkeit erforderlichen Soll-Biegekraft als Eingangsgröße für die Regelungseinrichtung.
9. Walzgerüst (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Ansteuereinrichtung (20) als Steuereinrichtung (20") ausgebildet ist zum Ansteuern der Biegeeinrichtungen (11) mit einem vorgegebenen Steuer-

signal.

10. Walzgerüst (100) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuersignal ausgebildet ist, eine Soll-Biege-
 kraft für die Arbeitswalze (7, 8) vorzugeben; und
dass eine Auswerteeinrichtung (40) vorgesehen ist
 zum Vergleichen der vor gegebenen Soll-Biegekraft
 mit der von dem Biegekraft-Messelement gemessen-
 en tatsächlichen Ist-Biegekraft.
11. Walzgerüst (100) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuersignal ausgebildet ist, zumindest ei-
 ne der Biegeeinrichtungen (11) mit einer vorgege-
 benen Biegekraft-/ Wegpositions-Soll-Hysterese
 anzusteuern;
dass ein Positionsgeber (14) vorgesehen ist zum
 Erfassen der aktuellen ist-Wegposition der Biege-
 einrichtung (11); und
dass eine Auswerteeinrichtung (40) vorgesehen ist,
 um auf Basis der von dem Biegekraft-Messelement
 (30) gemessenen Biegekraft und der von dem Posi-
 tionsgeber (14) gemessenen Wegposition eine Ist-
 Hysterese zu ermitteln und die Ist-Hysterese der Bie-
 geeinrichtung (11) mit der Soll-Hysterese zu verglei-
 chen.
12. Verfahren zum Betreiben eines Walzgerüsts (100)
 nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zum Walzen
 eines Walzbandes (200), insbesondere eines Stahl-
 bandes, wobei das Walzgerüst mindestens einen
 Walzenständer auf der Antriebsseite (AS) und einen
 Walzenständer auf der Bedienseite (BS) des Walz-
 gerüsts sowie Biegeeinrichtungen (11) aufweist
 zum Verschieben und
 Biegen einer oberen und/oder einer unteren zwi-
 schen den Walzenständen gelagerten Arbeitswalze
 (7, 8) relativ zu den Walzenständen, wobei bei dem
 Betrieb des Walzgerüsts (100) die direkt auf die
 Arbeitswalze (7,8) wirkende Ist-Biegekraft, welche
 die Biegung der Arbeitswalze (7, 8) repräsentiert,
 gemessen, ausgewertet und zum Regeln der Bie-
 gung der Arbeitswalze (7, 8) verwendet wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ist-Biegekräfte auf der Antriebsseite (AS)
 und auf der Bedienseite (BS) getrennt gemessen
 und dann zu einem gemittelten Ist-Biegekraftsignal
 gemittelt werden; und dass die gleichartigen Biege-
 einrichtungen (11) auf der Antriebsseite und der Be-
 dienseite zum Regeln auf eine einheitliche Soll-Biege-
 kraft mit einem gleichen Regelsignal nach
 Maßgabe des gemittelten Ist-Biegekraftsignal ange-
 steuert werden.
13. Verfahren zum Betreiben eines Walzgerüsts (100)
 nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zum Walzen
 eines Walzbandes (200), insbesondere eines Stahl-

bandes, wobei das Walzgerüst mindestens einen
 Walzenständer auf der Antriebsseite (AS) und einen
 Walzenständer auf der Bedienseite (BS) des Walz-
 gerüsts sowie Biegeeinrichtungen (11) aufweist
 zum Verschieben und Biegen einer oberen und/oder
 einer unteren zwischen den Walzenständen gela-
 gerten Arbeitswalze (7, 8) relativ zu den Walzenstän-
 dern, wobei bei dem Betrieb des Walzgerüsts (100)
 die direkt auf die Arbeitswalze (7,8) wirkende Ist-Bie-
 gekraft, welche die Biegung der Arbeitswalze (7, 8)
 repräsentiert, gemessen, ausgewertet und zum Re-
 geln der Biegung der Arbeitswalze (7, 8) verwendet
 wird,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Ist-Biegekräfte auf der Antriebsseite (AS)
 und auf der Bedienseite (BS) getrennt gemessen
 werden; und dass die Biegeeinrichtungen (11) auf
 der Antriebsseite und der Bedienseite zum Einregeln
 auf die jeweils gewünschten - möglicherweise unter-
 schiedlichen -Soll-Biegekräfte mit getrennten Regel-
 signalen nach Maßgabe der jeweils getrennt gemes-
 senen Ist-Biegekräfte angesteuert werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 13,
gekennzeichnet durch individuelles Regeln der ei-
 nem der Walzenständer (2) zugeordneten minde-
 stens einen Biegeeinrichtung auf die gewünschte
 Soll-Biegekraft im Ansprechen auf eine individuell
 -im Bereich des gleichen Walzenständers - gemes-
 sene Ist-Biegekraft der Arbeitswalze.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei mindestens einer der Biegeeinrichtungen
 (11) neben der ist Biegekraft zusätzlich auch deren
 jeweils aktuelle Ist-Wegposition erfasst wird; und
 dass diese Biegeeinrichtung (11) mit einer Kaska-
 denregelung geregelt wird, wobei entweder eine Bie-
 gekraftregelung überlagert und eine Positionsrege-
 lung unterlagert ist oder umgekehrt.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Biegeeinrichtung (11) mit einer vorgege-
 benen Soll-Biegekraft oder einer Biegekraft/Positi-
 ons-Soll-Hysterese angesteuert wird; dass die sich
 daraufhin an der Arbeitswalze (7, 8) tatsächlich ein-
 stellende
 gemessene Ist-Biegekraft bzw. Biegekraft/Positi-
 ons-Ist-Hysterese mit der vorgegebenen Soll-Biege-
 kraft bzw. Siegekraft/Positions-Soll-Hysterese ver-
 glichen wird; und dass das Ergebnis dieses Ver-
 gleichs im Hinblick auf eine mögliche Fehlfunktion
 der Biegeeinrichtung ausgewertet wird.
17. Verfahren nach einem der vorangegangenen An-
 sprüche 12 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,

dass die lokale Rauhgkeit auf der Oberfläche des Walzbandes (200) erfasst und in eine zur Realisierung der gewünschten Rauhgkeit erforderliche-Soll-Biegekraft für die Biegekraftregelung umgesetzt wird.

Claims

1. Rolling stand (100) for rolling a rolling strip, particularly a metal strip, comprising:

- at least one roll housing on the drive side and at least one roll housing on the operating side of the rolling stand;
- bending devices (11), which are rigidly connected with the respective roll housings, for displacing and bending an upper and/or lower work roll (7, 8) of the rolling stand (100) relative to the roll housings; and
- a control device (20) for controlling the bending devices (11);

wherein at least one bending force measuring element (30) is positioned in a suitable place for direct measurement of the actual bending force exerted on the work roll (7, 8) by the bending devices (11),

characterised in that at least one of the bending devices (11) is constructed as a piston-cylinder unit, which at one of its ends is directly or indirectly connected with an upright (2) of the roll housing and at its other end has a lug (12) with an eye as a suitable place for receiving a pin for direct or indirect articulated connection with the work roll, wherein the pin is constructed in the form of the bending force measuring element (30).

2. Rolling stand (100) according to claim 1, **characterised in that** the rolling stand further comprises an upper back-up roll (4) associated with the upper work roll (7); and that a lifting device (19) is provided for lifting the upper back-up roll (4) from the upper work roll (7) for a temper rolling operation of the rolling stand (100).

3. Rolling stand (100) according to one of the preceding claims, **characterised in that** the drive control device (20) is constructed as a regulating device (20') for regulating the bending of the work roll (7, 8) to a preset target bending force in response to the measured actual bending force.

4. Rolling stand (100) according to claim 3, **characterised in that** the regulating device (20') comprises separate regulating loops for the drive side (AS) and the operating side (BS) of the rolling stand for actuating the bending devices on the respective sides.

5. Rolling stand (100) according to claim 3, **characterised in that** the regulating device (20') comprises a common regulating loop for the drive side (AS) and the operating side (BS) of the rolling stand for uniform actuation of the bending devices (11) on the drive side and operating side.

6. Rolling stand (100) according to claim 3, **characterised in that** the regulating device (20') for each upright (2) of the roll housing comprises an own regulating loop for adjusting the bending force in the bending devices (11) associated with the upright (2) according to the bending force measured by the bending force measuring element (30) associated with the roll housing (2).

7. Rolling stand (100) according to any one of claims 3 to 6, **characterised in that** a position transmitter (14) is associated with at least one of the bending devices (11) for detecting its respective current actual displacement position; and the regulating loop associated with this bending device (11) is constructed as a cascade regulating loop for actuating the bending device with superordinate bending force regulation and subordinate position regulation or with superordinate position regulation and subordinate bending force regulation.

8. Rolling stand (100) according to any one of the preceding claims, **characterised by** a roughness detector (Ra) for detecting local roughness on the surface of the rolling strip (200); and a conversion device for converting the detected local roughness or a differential roughness between a desired roughness and the detected roughness to a target bending force as an input variable for the regulating device so as to realise the desired roughness.

9. Rolling stand (100) according to one of claims 1 and 2, **characterised in that** the drive control device (20) is constructed as a control device (20'') for actuating the bending devices (11) by a predetermined control signal.

10. Rolling stand (100) according to claim 9, **characterised in that** the control signal is formed to preset a target bending force for the work roll (7, 8); and an evaluation unit (40) is provided for comparing the preset target bending force with the actual bending force measured by the bending force measuring element.

11. Rolling stand (100) according to claim 9, **characterised in that** the control signal is formed to actuate at least one of the bending devices (11) with a predetermined bending-force/displacement-position target hysteresis; a position sensor (14) is provided for detecting the current actual displacement posi-

tion of the bending device (11); and an evaluation unit (40) is provided to determine an actual hysteresis on the basis of the bending force measured by the bending force measuring element (30) and the displacement position measured by the position transmitter (14) and to compare the actual hysteresis of the bending device (11) with the target hysteresis.

12. Method of operating a rolling stand (100) according to any one of claims 1 to 11, for rolling a rolling strip (200), particularly a steel strip, wherein the rolling stand comprises at least one roll housing on the drive side (AS) and at least one roll housing on the operating side (BS) of the rolling stand, and being devices (11) for displacing and bending an upper and/or a lower work roll (7, 8), which is mounted between the roll housings, relative to the roll housings; wherein during operation of the rolling stand (100) the actual bending force acting directly on the work roll (7, 8), which represents the bending of the work roll (7, 8), is measured, evaluated and used for regulating the bending of the work roll (7, 8), **characterised in that** the actual bending forces are separately measured on the drive side (AS) and on the operating side (BS) and are then averaged to form an average actual bending force signal; and the symmetrical bending devices (11) on the drive side and the operating side are actuated to regulate the bending force to a uniform target bending force by an equal regulating signal according to the average actual bending force signal.

13. Method of operating a rolling stand (100) according to any one of claims 1 to 11, for rolling a rolling strip (200), particularly a steel strip, wherein the rolling stand comprises at least one roll housing on the drive side (AS) and at least one roll housing on the operating side (BS) of the rolling stand, and being devices (11) for displacing and bending an upper and/or a lower work roll (7, 8), which is mounted between the roll housings, relative to the roll housings; wherein during operation of the rolling stand (100) the actual bending force acting directly on the work roll (7, 8), which represents the bending of the work roll (7, 8), is measured, evaluated and used for regulating the bending of the work roll (7, 8), **characterised in that** the actual bending forces are separately measured on the drive side (AS) and on the operating side (BS); and the bending devices (11) on the drive side and the operating side are actuated by separate regulating signals according to the respective separately measured actual bending forces for the purpose of regulating to the respective desired - possibly different - target bending forces.

14. Method according to one of claims 12 and 13, **characterised by** individual regulation of at the at least one bending device associated with one of the roll

housings (2) to the desired target bending force in response to an actual bending force of the work roll that is individually measured in the vicinity of the same roll housing.

15. Method according to any one of claims 12 to 14, **characterised in that** in at least one of the bending devices (11), apart from the actual bending force additionally also the respective current actual displacement position is determined; and this bending device (11) is regulated by a cascade regulating system, wherein either a bending force regulation is subordinate and a position regulation is subordinate or vice versa.

16. Method according to any one of claims 12 to 15, **characterised in that** the bending device (11) is actuated by preset target bending force or a bending-force or a bending-force/position target hysteresis; the measured actual bending force or bending-force/position actual hysteresis that then develops in the work roll (7, 8) is compared with the preset target bending force or bending-force/position target hysteresis; and the result of this comparison is evaluated with respect to a possible malfunction of the bending device.

17. Method according to any one of claims 12 to 16, **characterised in that** the local roughness on the surface of the rolling strip (200) is detected and converted to a target bending force for the bending force regulating system that is necessary to realise the desired roughness.

Revendications

1. Cage de laminage (100) pour le laminage d'une bande laminée, en particulier une bande métallique, comprenant :

au moins un montant de cylindre sur le côté entraînement et au moins un montant de cylindre sur le côté service de la cage de laminage ; et des dispositifs de flexion (11), qui sont à chaque fois reliés de manière fixe avec les montants de cylindre pour le déplacement et la flexion d'un cylindre de travail supérieur et/ou inférieur (7, 8) de la cage de laminage (100) par rapport aux montants de cylindre ; et

un dispositif de commande (20) pour la commande des dispositifs de flexion (11) ;

où au moins un élément de mesure de la force de flexion (30) est positionné en un endroit approprié pour la mesure directe de la force de flexion instantanée exercée par les dispositifs de flexion (11) sur les cylindres de travail (7, 8),

caractérisée

- en ce qu'**au moins un des dispositifs de flexion (11) est réalisé sous forme d'une unité à piston-cylindre, qui est liée avec l'une extrémité directement ou indirectement à un longeron (2) du montant de cylindre et qui présente au niveau de son autre extrémité un oeillet (12) avec un boulon pour l'assemblage direct ou indirect articulé avec les cylindres de travail, le boulon étant réalisé sous forme de l'élément de mesure de la force de flexion (30).
2. Cage de laminage (100) selon la revendication 1, **caractérisée**
- **en ce que** la cage de laminage présente en outre un cylindre d'appui supérieur (4) associé au cylindre de travail supérieur (7) ; et
 - **en ce qu'**un dispositif d'élévation (19) est prévu pour soulever le cylindre d'appui supérieur (4) du cylindre de travail supérieur (7) pour un fonctionnement en dressage de la cage de laminage (100).
3. Cage de laminage (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée**
- en ce que** le dispositif de commande (20) est réalisé comme dispositif de réglage (20') pour le réglage de la flexion des cylindres de travail (7, 8) à une force de flexion de consigne prédéfinie en réponse à la force de flexion instantanée mesurée.
4. Cage de laminage (100) selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** le dispositif de réglage (20') présente à chaque fois des circuits de réglage séparés pour le côté entraînement (AS) et le côté service (BS) de la cage de laminage pour la commande des dispositifs de flexion qui s'y trouvent.
5. Cage de laminage (100) selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** le dispositif de réglage (20') présente un circuit de réglage commun pour le côté entraînement (AS) et le côté service (BS) de la cage de laminage pour la commande unitaire des dispositifs de flexion (11) sur le côté entraînement et le côté service.
6. Cage de laminage (100) selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** le dispositif de réglage (20') présente, pour chaque longeron (2) du montant de cylindre, un circuit de réglage propre pour le réglage de la force de flexion au niveau des dispositifs de flexion (11) associés aux longerons (2) en fonction de la force de flexion mesurée par l'élément de mesure de la force de flexion (30) associé au montant (2) du cylindre.
7. Cage de laminage (100) selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, **caractérisée**
- **en ce qu'**un indicateur de position (14) est associé à au moins un des dispositifs de flexion (11) pour enregistrer la position instantanée sur le trajet à chaque fois en vigueur ; et
 - en ce que le circuit de réglage associé à ce dispositif de flexion (11) est réalisé sous forme de circuit de réglage en cascade pour commander le dispositif de flexion avec un réglage superposé de la force de flexion et un réglage inférieur de la position ou avec un réglage superposé de la position et un réglage inférieur de la force de flexion.
8. Cage de laminage (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée par**
- un élément de mesure de la rugosité (Ra) pour enregistrer la rugosité locale à la surface de la bande laminée (200) ; et
 - un dispositif de transformation pour la transformation de la rugosité locale enregistrée ou d'une rugosité différentielle entre une rugosité souhaitée et la rugosité enregistrée en une force de flexion de consigne nécessaire pour réaliser la rugosité souhaitée comme dimension de départ pour le dispositif de réglage.
9. Cage de laminage (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisée**
- en ce que** le dispositif de commande (20) est réalisé sous forme de dispositif de contrôle (20") pour le contrôle des dispositifs de flexion (11) par un signal de contrôle prédéfini.
10. Cage de laminage (100) selon la revendication 9, **caractérisée**
- **en ce que** le signal de contrôle est réalisé pour prédéfinir une force de flexion de consigne pour les cylindres de travail (7, 8) ; et
 - **en ce qu'**un dispositif d'évaluation (40) est prévu pour la comparaison de la force de flexion de consigne prédéfinie avec la force de flexion instantanée effectivement mesurée par l'élément de mesure de la force de flexion.
11. Cage de laminage (100) selon la revendication 9, **caractérisée**
- **en ce que** le signal de contrôle est réalisé pour commander au moins un des dispositifs de flexion (11) avec un hystérésis de consigne force de flexion/position sur le trajet prédéfini ;
 - **en ce qu'**un indicateur de position (14) est prévu pour enregistrer la position instantanée en vigueur sur le trajet du dispositif de flexion (11) ;

et

- **en ce qu'**un dispositif d'évaluation (40) est prévu pour déterminer, sur base de la force de flexion mesurée par l'élément de mesure de la force de laminage (30) et de la position mesurée le long du trajet par l'indicateur de position (14), un hystérésis instantané et pour comparer l'hystérésis instantané de l'installation de flexion (11) avec l'hystérésis de consigne.

12. Procédé pour exploiter une cage de laminage (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 pour le laminage d'une bande laminée (200), en particulier une bande d'acier, où la cage de laminage présente au moins un montant de cylindre sur le côté entraînement (AS) et un montant de cylindre sur le côté service (BS) de la cage de laminage ainsi que des dispositifs de flexion (11) pour le déplacement et la flexion d'un cylindre de travail supérieur et/ou inférieur (7, 8), logé entre les montants de cylindre par rapport aux montants de cylindre, où, lors du fonctionnement de la cage de laminage (100), la force de flexion instantanée, qui représente la flexion des cylindres de travail (7, 8), agissant directement sur les cylindres de travail (7, 8), est mesurée, évaluée et utilisée pour régler la flexion des cylindres de travail (7, 8), **caractérisé**

en ce que les forces de flexion instantanées sur le côté entraînement (AS) et sur le côté service (BS) sont mesurées séparément puis on effectue la moyenne pour obtenir un signal de force de flexion instantanée moyen ; et en ce que les dispositifs de flexion (11) semblables sur le côté entraînement et le côté service sont commandés en fonction du signal de force de flexion instantanée moyen à une force de flexion de consigne unitaire avec un même signal de réglage.

13. Procédé pour exploiter une cage de laminage (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 pour le laminage d'une bande laminée (200), en particulier une bande d'acier, où la cage de laminage présente au moins un montant de cylindre sur le côté entraînement (AS) et un montant de cylindre sur le côté service (BS) de la cage de laminage ainsi que des dispositifs de flexion (11) pour le déplacement et la flexion d'un cylindre de travail supérieur et/ou inférieur (7, 8), logé entre les montants de cylindre par rapport aux montants de cylindre, où, lors du fonctionnement de la cage de laminage (100), la force de flexion instantanée, qui représente la flexion des cylindres de travail (7, 8), agissant directement sur les cylindres de travail (7, 8), est mesurée, évaluée et utilisée pour régler la flexion des cylindres de travail (7, 8), **caractérisé**

en ce que les forces de flexion instantanées sur le côté entraînement (AS) et sur le côté service (BS) sont mesurées séparément ; et en ce que les dispo-

sitifs de flexion (11) sur le côté entraînement et le côté service sont commandés, pour le réglage à des forces de flexion de consigne à chaque fois souhaitées - éventuellement différentes - sont commandés par des signaux de réglage séparés en fonction de la force de flexion instantanée à chaque fois mesurée séparément.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 13, **caractérisé par**

le réglage individuel dudit au moins un dispositif de flexion associé à un des montants (2) de cylindre à la force de flexion de consigne souhaitée en réponse à une force de flexion instantanée mesurée individuellement - au niveau du même montant de cylindre - des cylindres de travail.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, **caractérisé**

en ce que dans le cas d'au moins un des dispositifs de flexion (11) on enregistre, en plus de la force de flexion instantanée, en outre également sa position instantanée à chaque fois en vigueur le long du trajet ; et en ce que ce dispositif de flexion (11) est réglé avec un réglage en cascade, où un réglage de force de flexion est superposé et un réglage de position est inférieur ou inversement.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 15, **caractérisé**

- **en ce que** le dispositif de flexion (11) est commandé avec une force de flexion de consigne ou un hystérésis de consigne force de flexion/position prédéfini ;

- **en ce que** la force de flexion instantanée ou l'hystérésis instantané force de flexion/position mesuré qui se règle ensuite effectivement au niveau des cylindres de travail (7, 8) est comparé(e) à la force de flexion de consigne ou à l'hystérésis de consigne force de flexion/position ; et

- **en ce que** le résultat de cette comparaison est évalué eu égard à un éventuel fonctionnement défectueux du dispositif de flexion.

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes 12 à 16, **caractérisé**

en ce que la rugosité locale sur la surface de la bande laminée (200) est enregistrée et transformée en une force de flexion de consigne pour le réglage de la force de flexion nécessaire pour la réalisation de la rugosité souhaitée.

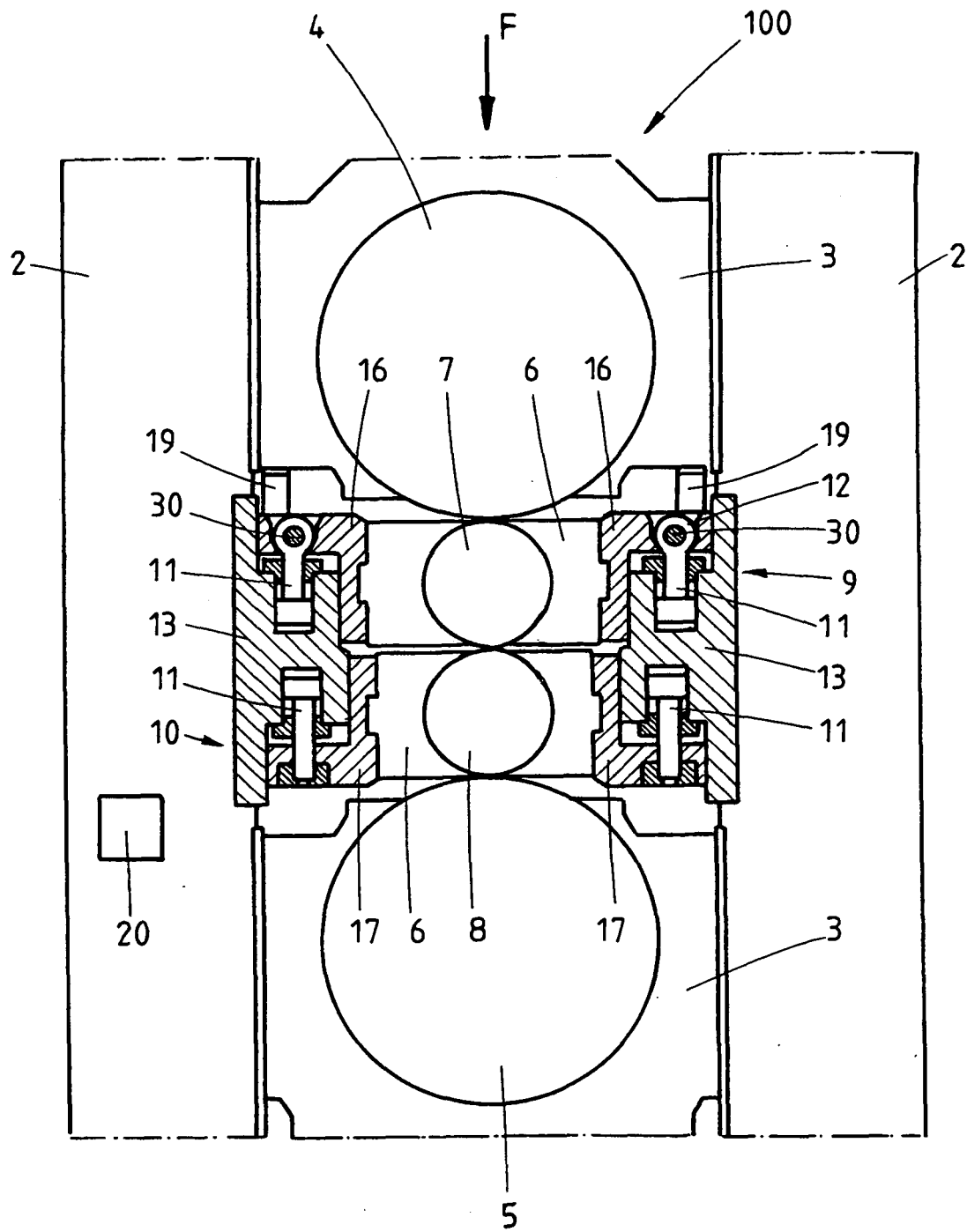
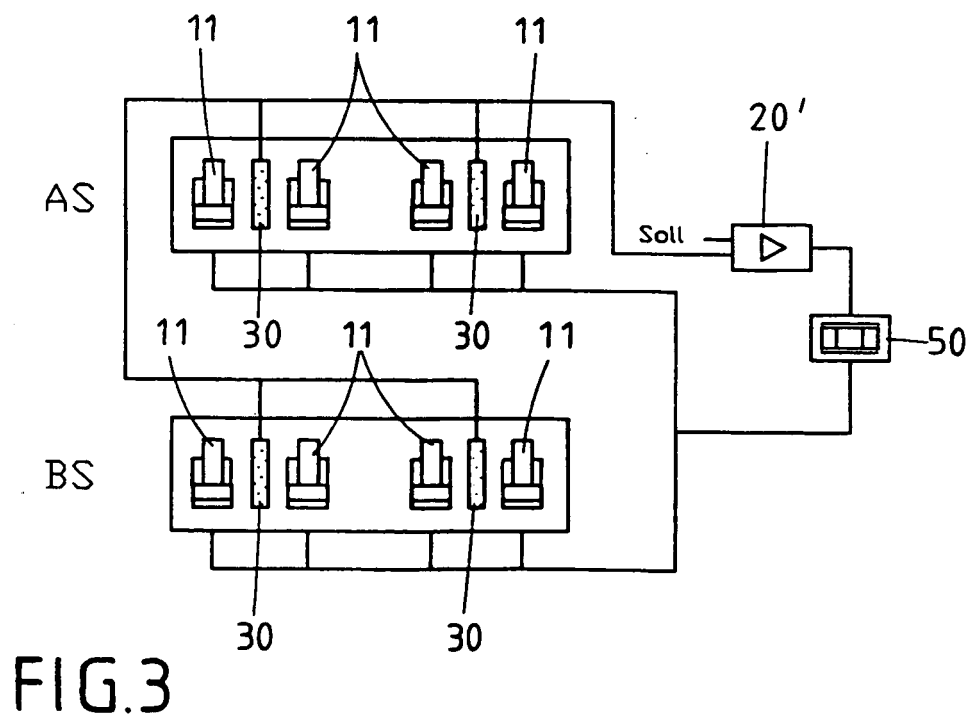
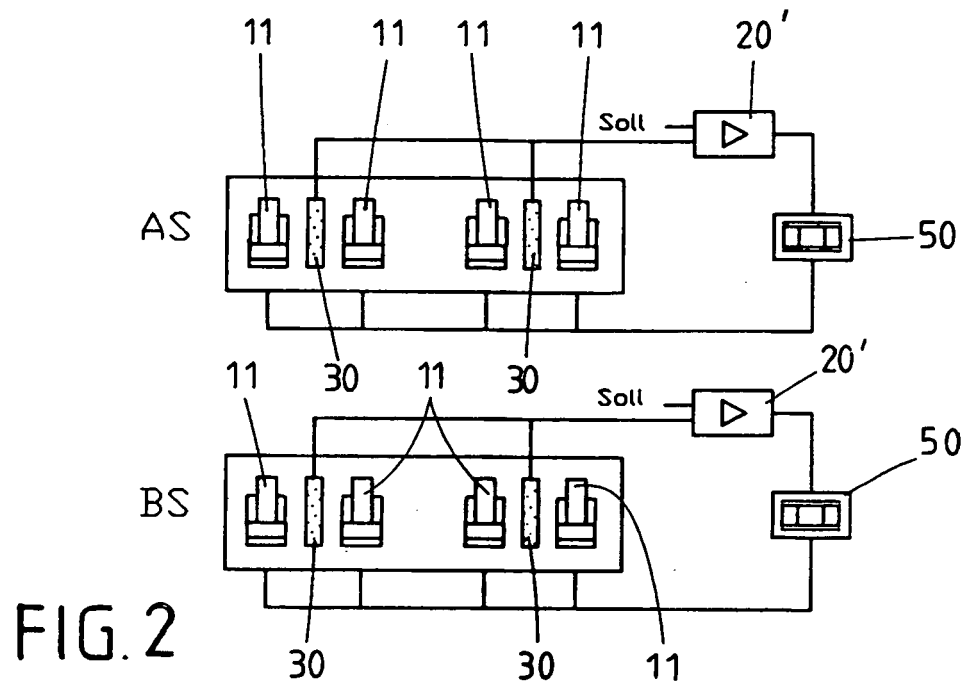


FIG.1



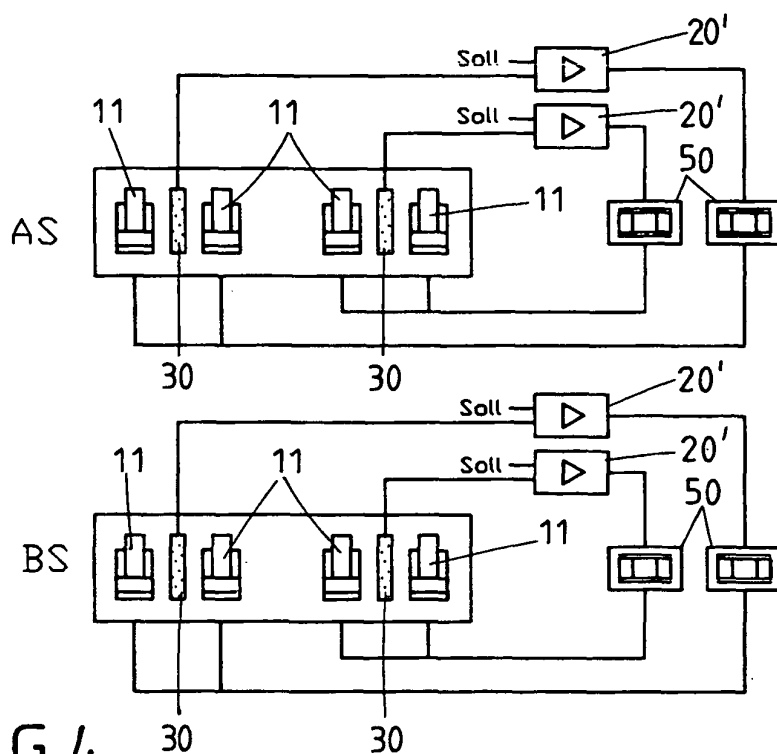


FIG. 4

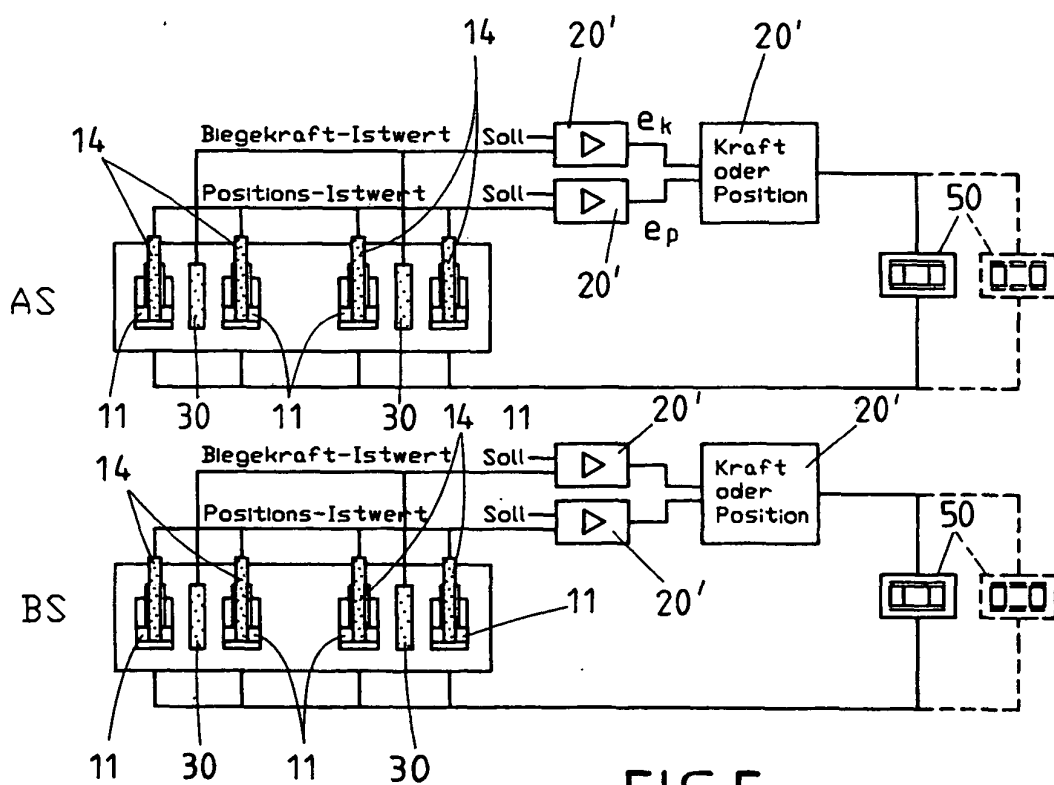


FIG. 5

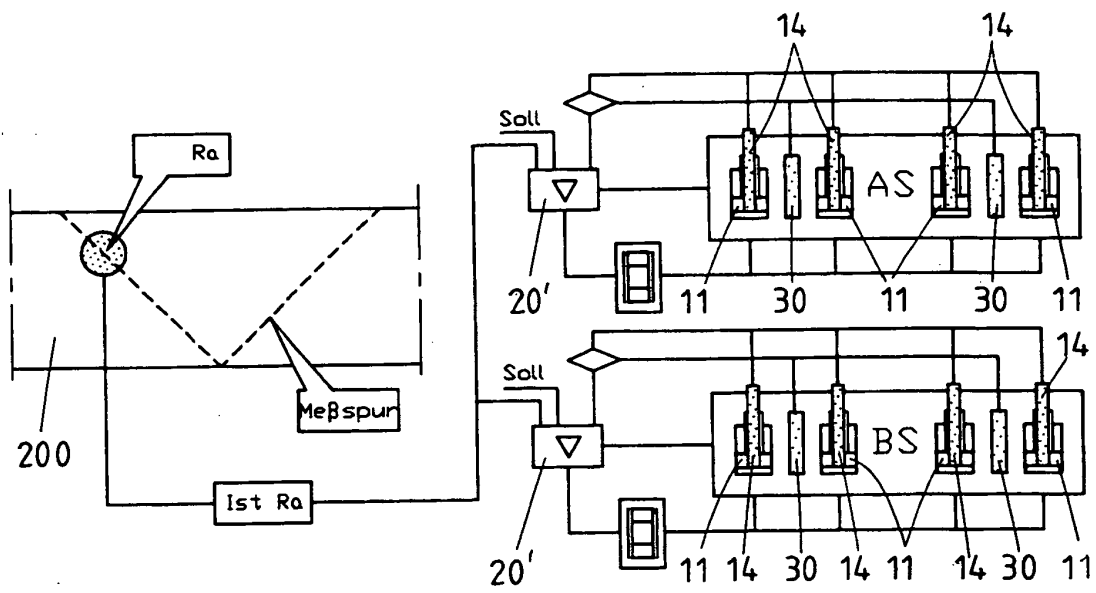


FIG. 6

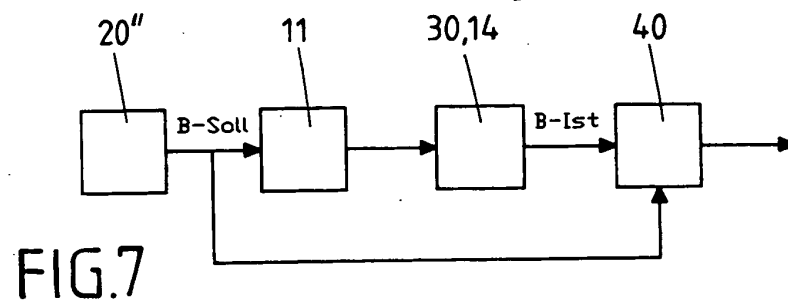


FIG. 7

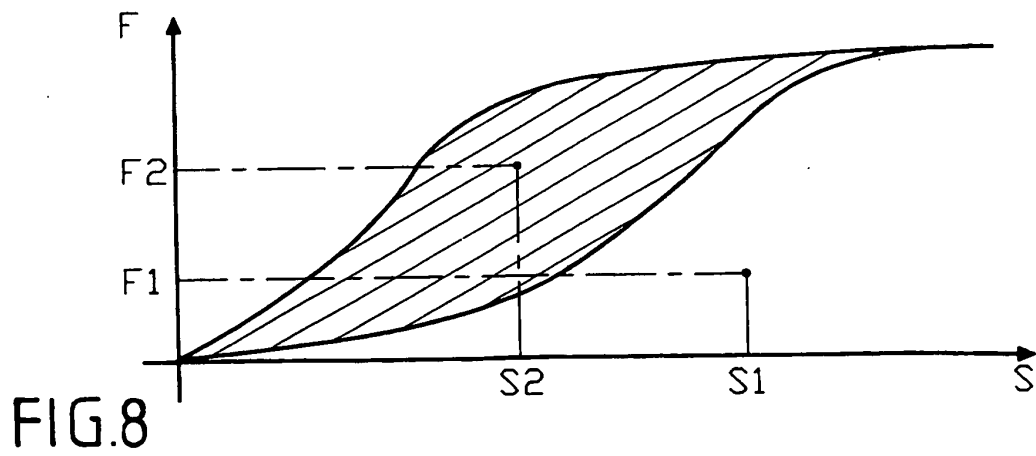


FIG. 8

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

- US 3318124 A [0001]
- KR 1020000063033 A [0002]
- DE 4424613 A1 [0003]
- DE 4417274 C2 [0004]