



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 406 735 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.02.2005 Patentblatt 2005/06

(21) Anmeldenummer: **02767196.5**

(22) Anmeldetag: **10.07.2002**

(51) Int Cl.7: **B21B 37/50**, B21B 37/16

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2002/007689

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/008122 (30.01.2003 Gazette 2003/05)

(54) **KALTWALZERK SOWIE VERFAHREN ZUM KALTWALZEN VON METALLISCHEM BAND**
COLD ROLLING MILL AND METHOD FOR COLD ROLL FORMING A METALLIC STRIP
LAMINOIR A FROID ET PROCEDE DE LAMINAGE A FROID D'UNE BANDE METALLIQUE

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

(30) Priorität: **11.07.2001 DE 10133756**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.04.2004 Patentblatt 2004/16

(73) Patentinhaber: **SMS Demag Aktiengesellschaft
40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:
• **BROCKES, Udo**
41372 Niederkrüchten (DE)
• **JEPSEN, Olaf, Norman**
57072 Siegen (DE)
• **ZIELENBACH, Michael**
57074 Siegen (DE)

• **STACHULETZ, Manfred**
verstorben (DE)
• **STACHULETZ-KÜHBACHER, Angela**
40476 Düsseldorf (DE)

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard**
Patentanwälte
Valentin-Gihske-Grosse
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-99/55474 **DE-A- 4 243 045**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no.**
096 (M-469), 12. April 1986 (1986-04-12) & JP 60
231516 A (SUMITOMO KINZOKU KOGYO KK), 18.
November 1985 (1985-11-18)

EP 1 406 735 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft, nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 bzw. 3, ein Kaltwalzwerk sowie ein Verfahren zum Kaltwalzen von metallischem Band, insbesondere aus Stahl, mit einem Einzelgerüst mit Mitteln zum Einstellen eines Walzspaltes sowie mit einer dem Kaltwalzgerüst vorgeordneten Haspeleinrichtung zum Abhaspeln des Bandes und mit einer dem Kaltwalzgerüst nachgeordneten Haspeleinrichtung zum Aufhaspeln des Bandes (siehe z.B. DE-A 4243045).

[0002] Beim bisher bekannten Kaltwalzen auf Einzelwatzgerüsten wird nur Eingangsband mit engen Dickentoleranzen verwendet, und die Banddickenabnahme wird über die Bandlänge konstant gehalten. Sofern diese Voraussetzungen nicht vorliegen, ist mit Problemen bezüglich sowie des Bandzuges zu rechnen, und die Bandgeschwindigkeit ist stark begrenzt.

[0003] Aus der WO 99/55474 ist ein Steckelwalzwerk zum Warmwalzen mit mindestens einem Reversierwalzgerüst sowie diesem vorgeordneten und nachgeordneten Haspeln beschrieben. Zwischen den Haspeln und dem Reversierwalzgerüst ist jeweils ein Schlingenheber vorgesehen, die Istwerte für eine Zugregelung sowie eine Massenflußregelung liefert. Ein solches Steketwalzwerk betrifft aber ein Warmwalzwerk und damit keinen Kaltwalzprozeß.

[0004] Patent Abstracts of Japan & JP 60 231516 A betrifft das Warmwalzen und hier insbesondere die Ausbildung einer Haspeleinrichtung nach einer Fejnatzstraße. Um den Bandzug für das Aufhaspeln einzustellen, werden in Bandlaufrichtung vor der Haspeleinrichtung Looperrollen angeordnet sind.

[0005] Die DE 42 43 045 A beschreibt ein Kaltwalzwerk und eine Regelung hierfür. Dieses umfasst einen abwickelnden Haspel, zwei Walzgerüste sowie einen aufwickelnden Haspel. Um eine konstante Banddicke über die Bandlänge zu erreichen, soll die Walzkraft in Abhängigkeit der Stichabnahme in vorausberechneter Größe konstant gehalten werden. Hierzu werden die Walzkraft jedes Walzgerüsts, die Walzengeschwindigkeit und der Bandzug abgestimmt. Die Bandgeschwindigkeit zwischen abwickelndem Haspel und dem ersten Walzgerüst wird derart beeinflusst, daß der Massenfluß durch das Walzwerk je Zeiteinheit konstant ist.

[0006] Ausgehend von aus der Kaltwalztechnik Bekanntem liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Kaltwalzen sowie ein Kaltwalzwerk mit einem Einzelgerüst bereitzustellen, die trotz Änderung des Banddickenverlaufs und größeren Bandgeschwindigkeiten keine Probleme bezüglich des Massenflusses und/oder des Bandzuges aufweisen.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Kaltwalzwerk mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 3 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0008] Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, daß

zwischen der vorgeordneten Haspeleinrichtung und dem Einzelgerüst zum Kaltwalzen ein Bandspeicher für eine Massenflußregelung und/oder Bandzugregelung des Walzprozesses, insbesondere beim flexiblen Walzen, angeordnet ist.

[0009] Durch den in Bandlaufrichtung vor dem Einzelgerüst angeordneten Bandspeicher werden die durch eine Änderung der Banddicke bzw. eine Änderung des Banddickenverlaufs beim flexiblen Walzen verursachten Massenflußänderungen bzw. Bandgeschwindigkeitsänderungen kompensiert. Dies zeigt insbesondere den Vorteil, daß ein Walzen mit sich ändernder Banddickenabfolge auch bei höheren Watzgeschwindigkeiten noch möglich ist.

[0010] Die Geschwindigkeitsänderungen aufgrund der Änderung der Banddicke im Walzspalt sind auf der Einlaufseite des Einzelgerüsts am größten, so daß der Bandspeicher erfindungsgemäß wenigstens im Einlaufbereich vorgesehen ist. Da die Störungen aufgrund der Änderung des Banddickenverlaufs, d.h. bei einem flexiblen Walzen, sich auch — allerdings nicht so stark — auf die auslaufseitigen Bandgeschwindigkeiten auswirken, wird nach einer bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, auch auf der Auslaufseite des Einzelgerüsts einen Bandspeicher anzuordnen.

[0011] Vorzugsweise handelt es sich bei dem Bandspeicher um eine Tänzerrolle. Eine Tänzerrolle bzw. eine Tänzerrollenanordnung umfaßt eine gegenüber dem Band in einem bestimmten Winkel anstellbare und mit einer bestimmten Kraft beaufschlagbare Rolle, so daß sich eine Schlinge im Band bildet, deren Schlingenlänge sich mit der Position der Rolle verändert. Auf diese Weise kann mehr oder weniger Band gespeichert werden. Nach einer bevorzugten Ausführungsform befindet sich sowohl im Einlauf- als auch im Auslaufbereich eine Tänzerrolle, die vorteilhafterweise baugleich sind.

[0012] Das vorgeschlagene Verfahren wird detailliert mit Hilfe der nachfolgenden Figuren beschrieben, wobei die einzelnen Fig. zeigen:

Fig. 1 ein Anlagenlayout einer Ausführungsform eines erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kaltwalzgerüsts beim flexiblen Kaltwalzen mit je einer Tänzerrolle im Einlauf- und im Auslaufbereich;

Fig. 2 eine detaillierte Ansicht der Tänzerrolle sowie eine bevorzugte Ausführungsform der Anstellung und Regelung;

Fig. 3 eine Übersicht der Bandzug- und Massenflußregelkreise beim flexiblen Kaltwalzen mit einem Einzelgerüst;

Fig. 4 eine Übersicht des Banddickenregelkreises in Kombination mit der Bandzugregelung sowie einer Kompensation der Massenflußstörungen beim flexiblen Kaltwalzen mit einem Ein-

zelgerüst.

[0013] Einen Überblick über ein Kaltwalzeinzelgerüst 1 mit je einem Bandspeicher 2, 3 im Einlauf- (4) und im Auslaufbereich (5), der je eine Tänzerrolle 6, 7 umfaßt, zeigt die Fig. 1. Das aufgeweilte Band 8 wird mit Hilfe einer Haspeleinrichtung 9 enthaspelt und in das Walzgerüst 1 in Pfeilrichtung eingeführt. Nach Durchlaufen des Einzelgerüsts 1 wird es mittels einer zweiten Haspeleinrichtung 10 aufgeweilte. Jeweils im Einlaufbereich (4) und im Auslaufbereich (5) ist eine Tänzerrolle 6, 7 vorgesehen, die baugleich sind und in Fig. 2 im Detail mit ihrer Anstellung dargestellt sind. Das Einzelwalzgerüst 1 selbst setzt sich bei der gezeigten Ausführungsform aus zwei Stützwalzen 11, zwei Zwischenwalzen 12 und den Arbeitswalzen 13, 14 zusammen. Jede andere Anordnung von Walzen in einem Einzelgerüst kann ebenfalls zur Anwendung kommen. Zwischen dem Walzgerüst 1 und den Tänzerrollen 6, 7 kann beispielsweise auf der Auslaufseite (5) noch eine Markiervorrichtung 15 in der Bandlinie angeordnet sein.

[0014] Fig. 2 zeigt die Mechanik und die Regelung einer Tänzerrolle 6 bei einem flexiblen Kaltwalzen. Mit Hilfe der Anstellung der Tänzerrolle zum Band 8 im Verhältnis zu zwei benachbarten Rollen 16, 17 wird eine Schlinge im Band 8 gebildet, deren Schlingenlänge sich mit der Position der Tänzerrolle 6 bzw. deren Winkelanstellung im Verhältnis zu der Rolle 16 verändert. Je tiefer die Tänzerrolle 6 in das Band 8 eintaucht, desto mehr Band kann gespeichert werden. Das gezeigte Ausführungsbeispiel zeigt eine hydraulische Anstellung 18 für die Tänzerrolle 6.

[0015] Der Tänzerrolle 6 ist ein Kraftregler 19 zugeordnet. Für die Regelung werden Istkraft-Werte sowie Istwinkel-Werte der Anstellung der Tänzerrolle 6 abgegriffen. Diese Istkraft-Werte werden neben Sollkraft-Werten dem Kraftregler 19 zugeführt. Hierbei werden die Sollkraft-Werte nicht vorgegeben, sondern aus den abgegriffenen Istwinkel-Werten und einem vorgegebenen Sollzug berechnet. Der Kraftregelkreis gibt als Ergebnis des Vergleichs der Soll-Istkraft-Werte einen Kraftkorrekturwert auf die Anstellung 18, hier eine hydraulische Kolben-Zylinder-Einheit, der Tänzerrolle 6. Über die Kraftkorrektur wird eine Korrektur der Zugspannung des Bandes erreicht.

[0016] Der an der Tänzerrolle abgegriffene Istwinkel-Wert wird ebenso für die Regelung der Drehzahleinstellung der Haspeleinrichtungen (9, 10) und damit über die Drehmomentenregelung der Haspeleinrichtungen für die Massenflußregelung verwendet. Hierzu wird einem Winkelregler der Istwinkel-Wert sowie ein vorgegebener Sollwinkel aufgegeben. In Abhängigkeit des Ergebnisses des Soll-Istwertvergleiches wird ein Winkelkorrekturwert berechnet. Dieser Winkelkorrekturwert dient zur Regelung der Drehzahl in den Haspeleinrichtungen zur Massenflußregelung.

[0017] Eine Übersicht über diese Bandzug- und Massenflußregelung mittels der Tänzerrollen 6, 7 im Einlauf-

und im Auslaufbereich (4, 5) eines Kaltwalzgerüsts 1 zeigt Fig. 3. Die Bandzugregelung erfolgt durch die Berechnung einer Sollkraft zur Regelung der hydraulischen Anstellung der Tänzerrolle, ausgehend von der Istkraft, während zur Massenflußregelung eine Regelung der Drehzahl der Haspeleinrichtungen stattfindet.

[0018] In den Regelkreis der Haspeldrehzahl, d.h. der Abhaspel- bzw. der Aufhaspeldrehzahl, geht als Sollwert die Bandgeschwindigkeit ein. Diese wird ebenfalls bei der Walzendrehzahlregelung als Sollwert aufgegeben.

[0019] Mit Hilfe der Fig. 4 wird die Banddickenregelung bei dem flexiblen Walzen dargestellt. Bei einem flexiblen Walzprozeß ist die Änderung des Walzspaltes und damit eine Änderung des Banddickenverlaufs über die Bandlänge bekannt. Es ist damit ein Soll-Banddickenverlauf vorgegeben. Dieser Sollwert des Banddickenverlaufs wird zur Vorsteuerung der einlaufseitigen Tänzerrolle genutzt. Aus dem Soll-Banddickenverlauf wird die Änderung der Einlaufgeschwindigkeit des Bandes in das Walzgerüst berechnet sowie die hierfür notwendige Bandzugregelung zur Aufrechterhaltung eines konstanten Bandzugs. Aufgrund der Massenflußkompensation kann der Einlaufzug weiterhin beruhigt werden. Zusätzlich werden die Werte für den Soll-Banddickenverlauf einem Dickenregler aufgegeben, der mit Hilfe von Ist-Banddickenwerten, die einlauf- und auslaufseitig abgegriffen werden, Korrekturwerte für die Banddicke berechnet und diese Korrekturwerte an einen Positionsregler weitergibt, der die Walzspalteinstellung im Kaltwalzgerüst regelt.

Patentansprüche

1. Kaltwalzwerk zum Kaltwalzen von metallischem Band (8), insbesondere aus Stahl, mit einem Walzgerüst (1) mit Mitteln zum Einstellen eines Walzspaltes sowie mit einer dem Kaltwalzgerüst vorgeordneten Haspeleinrichtung (9) zum Abhaspeln des Bandes (8) und mit einer dem Kaltwalzgerüst (1) nachgeordneten Haspeleinrichtung (10) zum Aufhaspeln des Bandes (8), ,
dadurch gekennzeichnet,
daß zwischen der vorgeordneten Haspeleinrichtung (9) und dem Walzeinzelgerüst (1) ein Bandspeicher (2) für eine Massenflußregelung und eine Bandzugregelung des Walzprozesses, insbesondere beim flexiblen Walzen, angeordnet ist.
2. Kaltwalzwerk nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß zusätzlich zu dem ersten, zwischen der vorgeordneten Haspeleinrichtung (9) und dem Einzelgerüst (1) angeordneten, Bandspeicher (2) ein zweiter Bandspeicher (3) zwischen dem Einzelgerüst (1) und der nachgeordneten Haspeleinrichtung (10) angeordnet ist.

3. Verfahren zum Kaltwalzen eines metallischen Bandes (8), insbesondere aus Stahl, in einem Kaltwalzwerk mit einem Walzgerüst (1) mit Mitteln zum Einstellen eines Walzspaltes zum Kaltwalzen des Bandes sowie mit einer dem Walzgerüst (1) vorgeordneten Haspeleinrichtung (9) zum Abhaspeln des Bandes (8) und mit einer dem Walzgerüst (1) nachgeordneten Haspeleinrichtung (10) zum Aufhaspeln des Bandes (8),
dadurch gekennzeichnet,
daß mittels des Walzeinzigerüsts (1) ein Walzen, insbesondere ein flexibles Walzen, durchgeführt wird, bei dem die Banddicke während des Walzens ständig nach einer bestimmten Vorgabe geändert wird, und
daß mittels eines Bandspeichers (2), der zwischen der vorgeordneten Haspeleinrichtung (9) und dem Einzelgerüst (1) angeordnet ist, eine Massenflußregelung und eine Bandzugregelung des Walzprozesses stattfindet.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Haspeleinrichtungen (9, 10) drehzahlregelt sind.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß in einem Regelkreis für die Regelung der Anstellung des Bandspeichers (2, 3), insbesondere einer Tänzerrolle (6, 7), ein mittels eines Kraftreglers berechneter Kraftkorrektur-Wert aus einem an der Anstellungseinheit (18) abgegriffenen Istkraft-Wert und einem Sollkraft-Wert ermittelt wird, wobei der Sollkraft-Wert aus dem an der Tänzerrolle abgegriffenen Istwinkel-Wert und einem vorgegebenen Sollzug-Wert berechnet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Bandspeicher (2, 3) in Abhängigkeit der bekannten Änderung des Banddickenverlaufs vorgesteuert wird.

Claims

1. Cold rolling mill for cold rolling of metallic strip (8), particularly of steel, with a roll stand (1) with means for setting a rolling gap as well as with a reeling device (9), which is arranged upstream of the cold roll stand, for unreeling the strip (8) and with a reeling device (10), which is arranged downstream of the cold roll stand (1), for reeling-up the strip (8), **characterised in that** a strip store (2) for mass flow regulation and a strip tension regulation of the rolling process, particularly in the case of flexible rolls, is arranged between the upstream reeling device (9)

and the roll single stand (1).

2. Cold rolling mill according to claim 1, **characterised in that** in addition to the first strip store (2) arranged between the upstream reeling device (9) and the single stand (1) a second strip store (3) is arranged between the single stand (1) and the downstream reeling device (10).
3. Method of cold rolling a metallic strip (8), particularly of steel, in a cold rolling mill with a roll stand (1) with means for setting a rolling gap for cold rolling of the strip as well as with a reeling device (9), which is arranged upstream of the roll stand (1), for unreeling the strip (8) and with a reeling device (10), which is arranged downstream of the roll stand (1), for reeling-up the strip (8), **characterised in that** a rolling, particularly a flexible rolling, is carried out by means of the roll single stand (1) in which the strip thickness is constantly changed in accordance with a specific preset during the rolling and that by means of a strip store (2) arranged between the upstream reeling device (9) and the single stand (1) a mass flow regulation and a strip tension regulation of the rolling process takes place.
4. Method according to claim 3, **characterised in that** the reeling devices (9, 10) are regulated in rotational speed.
5. Method according to claim 3 or 4, **characterised in that** in a regulating circuit for regulation of the adjustment of the strip store (2, 3), particularly a dancing roller (6, 7), a force correction value calculated by means of a force regulator is determined from an actual force value, which is derived from the adjusting unit (18), and a target force value, wherein the target force value is calculated from the actual angle value, which is derived from the dancing roller, and a predetermined target tension value.
6. Method according to one of claims 3 to 5, **characterised in that** the strip store (2, 3) is pre-controlled in dependence on the known change in the course of strip thickness.

Revendications

1. Laminoir à froid pour le laminage à froid d'une bande métallique (8), en particulier en acier, comportant une cage de laminoir (1) avec des moyens pour régler une emprise ainsi qu'un dispositif dévidoir (9) agencé en amont de la cage de laminoir à froid et destiné à dévider la bande (8), et un dispositif d'enroulement (10) agencé en aval de la cage de laminoir à froid (1) et destiné à enrouler la bande (8), **caractérisé en ce que**

il est prévu, entre le dispositif dévidoir (9) agencé en amont et la cage de laminoir individuelle (1), un accumulateur de bande (2) pour une régulation du flux massique et pour une régulation de traction de bande pour le processus de laminage, en particulier lors du laminage flexible. 5

2. Laminoir à froid selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** est prévu, en supplément au premier accumulateur de bande (2) agencé entre le dispositif dévidoir (9) disposé en amont et la cage individuelle (1), un second accumulateur (3) agencé entre la cage individuelle (1) et le dispositif d'enroulement (10) disposé en aval. 10

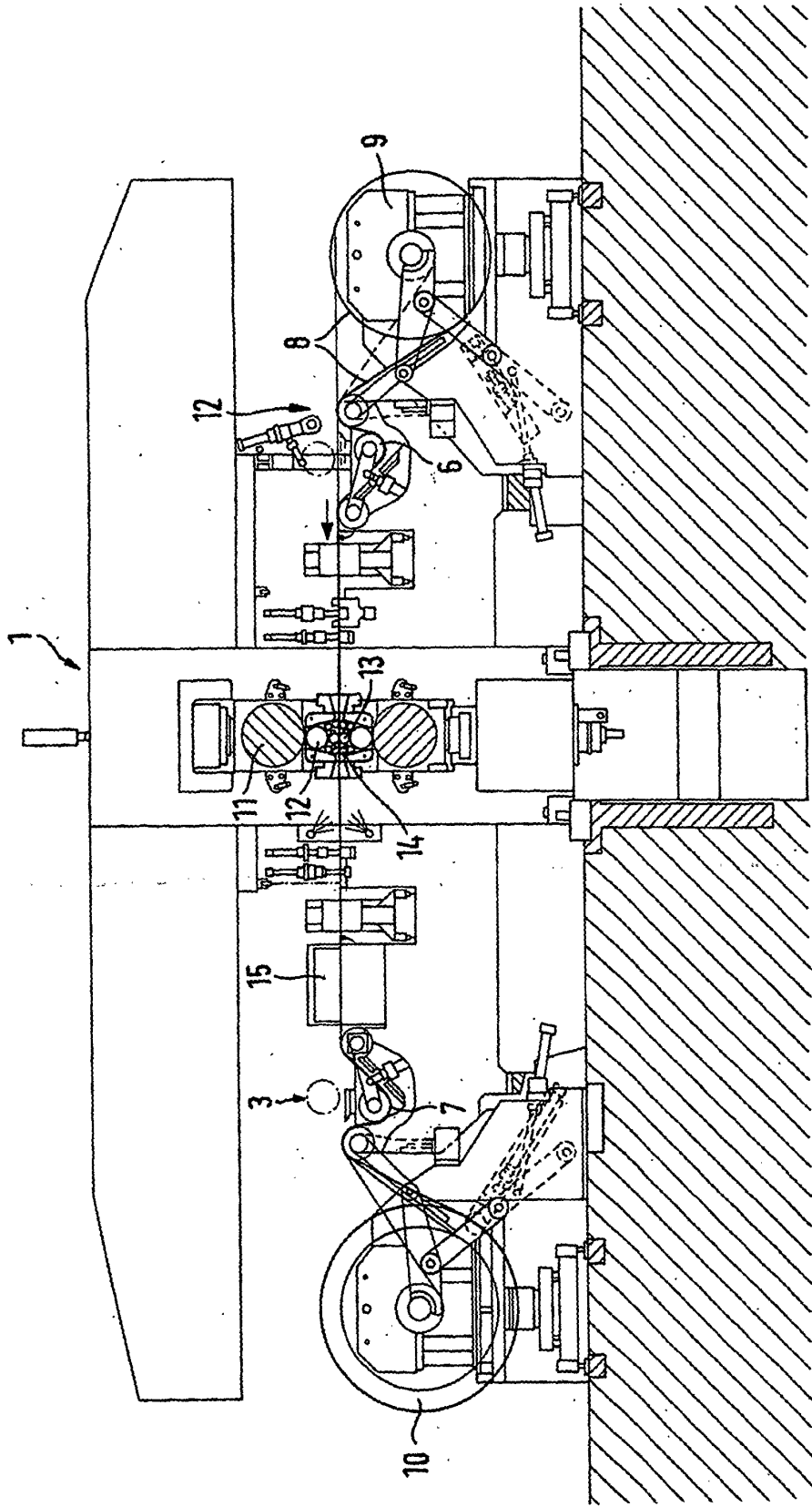
3. Procédé de laminage à froid d'une bande métallique (8), en particulier en acier, dans un laminoir à froid comportant une cage de laminoir (1) avec des moyens pour régler une emprise pour le laminage à froid de la bande ainsi qu'un dispositif dévidoir (9) agencé en amont de la cage de laminoir (1) et destiné à dévider la bande (8), et un dispositif d'enroulement (10) agencé en aval de la cage de laminoir (1) et destiné à enrouler la bande (8), 15

caractérisé en ce que 25
 au moyen de la cage de laminoir individuelle (1), on procède à un laminage, en particulier à un laminage flexible dans lequel l'épaisseur de bande est modifiée en permanence suivant une consigne prédéterminée pendant le laminage, et 30
en ce qu'au moyen d'un accumulateur de bande (2) agencé entre le dispositif dévidoir (9) disposé en amont et la cage individuelle (1), il se produit une régulation du flux massique et une régulation de traction de bande pour le processus de laminage. 35

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les dispositifs dévidoir/enroulement (9, 10) sont régulés quant à la vitesse de rotation. 40

5. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications 3 et 4, **caractérisé en ce que** dans un circuit de régulation pour réguler l'approche de l'accumulateur de bande (2, 3), en particulier d'un rouleau fou (6, 7), on détermine une valeur de correction de force, calculée au moyen d'un régulateur de force, à partir d'une valeur de force réelle palpée au niveau de l'unité d'approche et à partir d'une valeur de force de consigne, la valeur de force de consigne étant calculée à partir de la valeur d'angle réel palpée au niveau du rouleau fou et d'une valeur de traction de consigne prédéterminée. 45 50

6. Procédé selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** l'accumulateur de bande (2, 3) est commandé préalablement en fonction de la modification connue de l'évolution de l'épaisseur de bande. 55



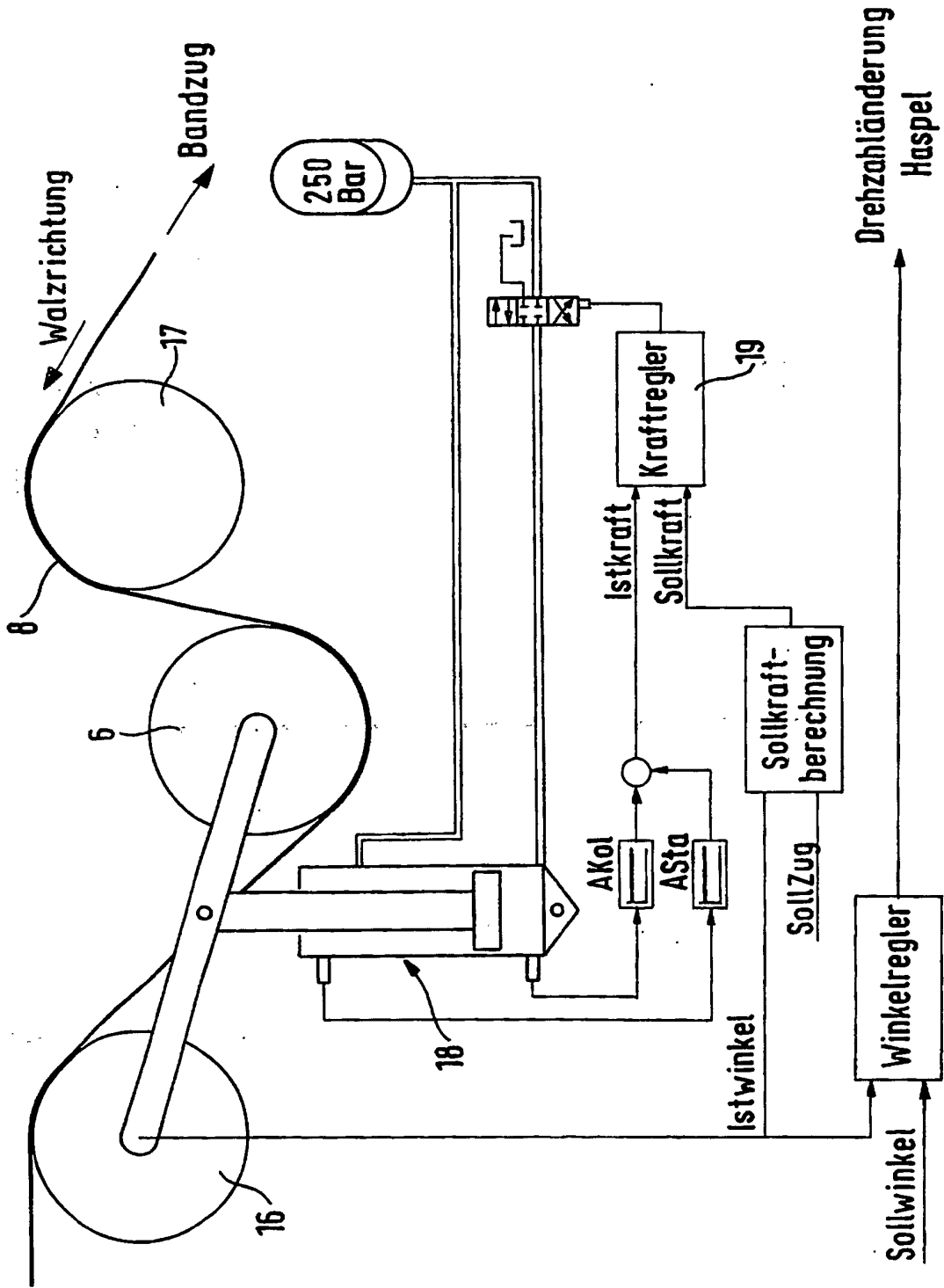
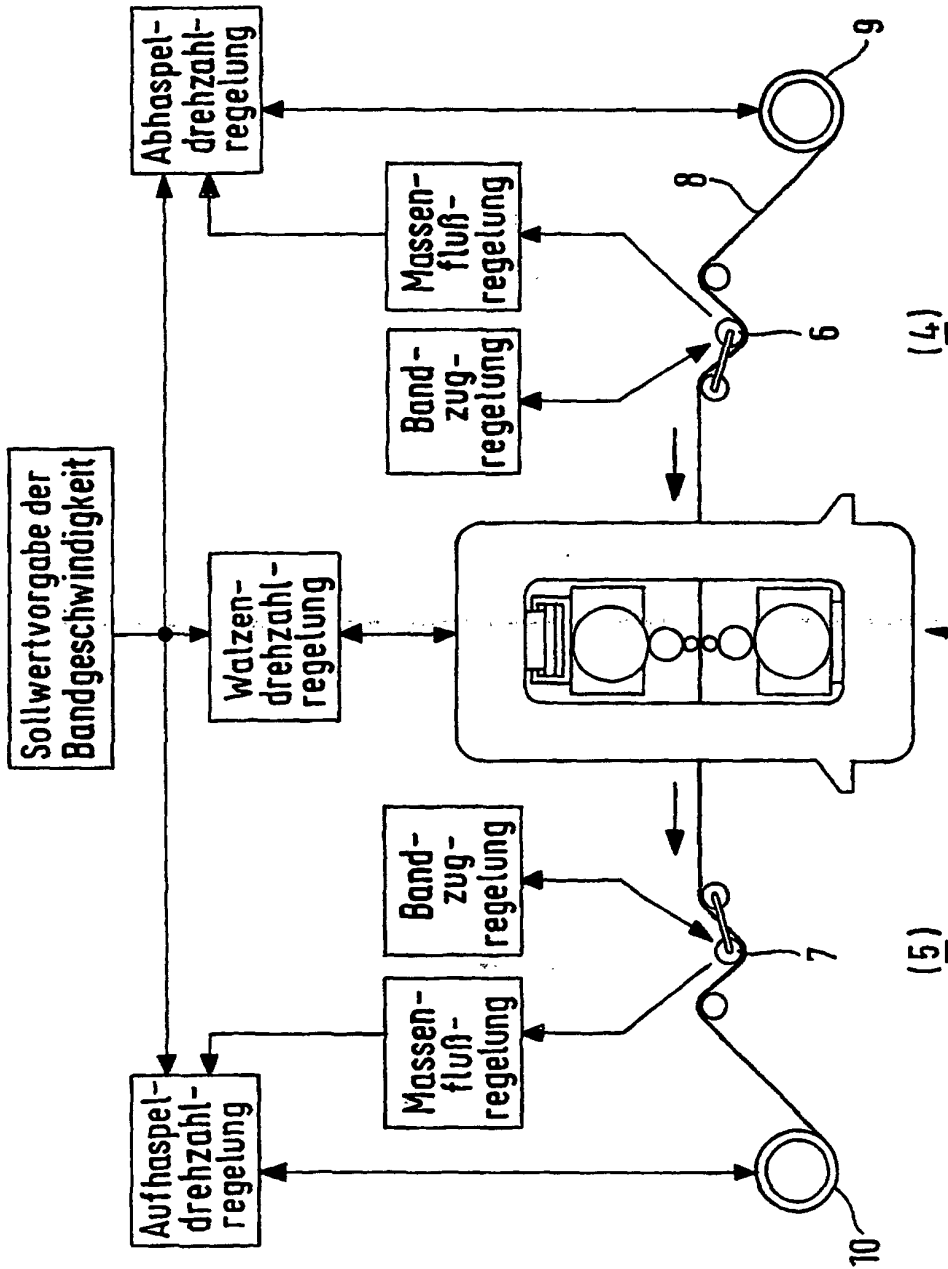


FIG. 2



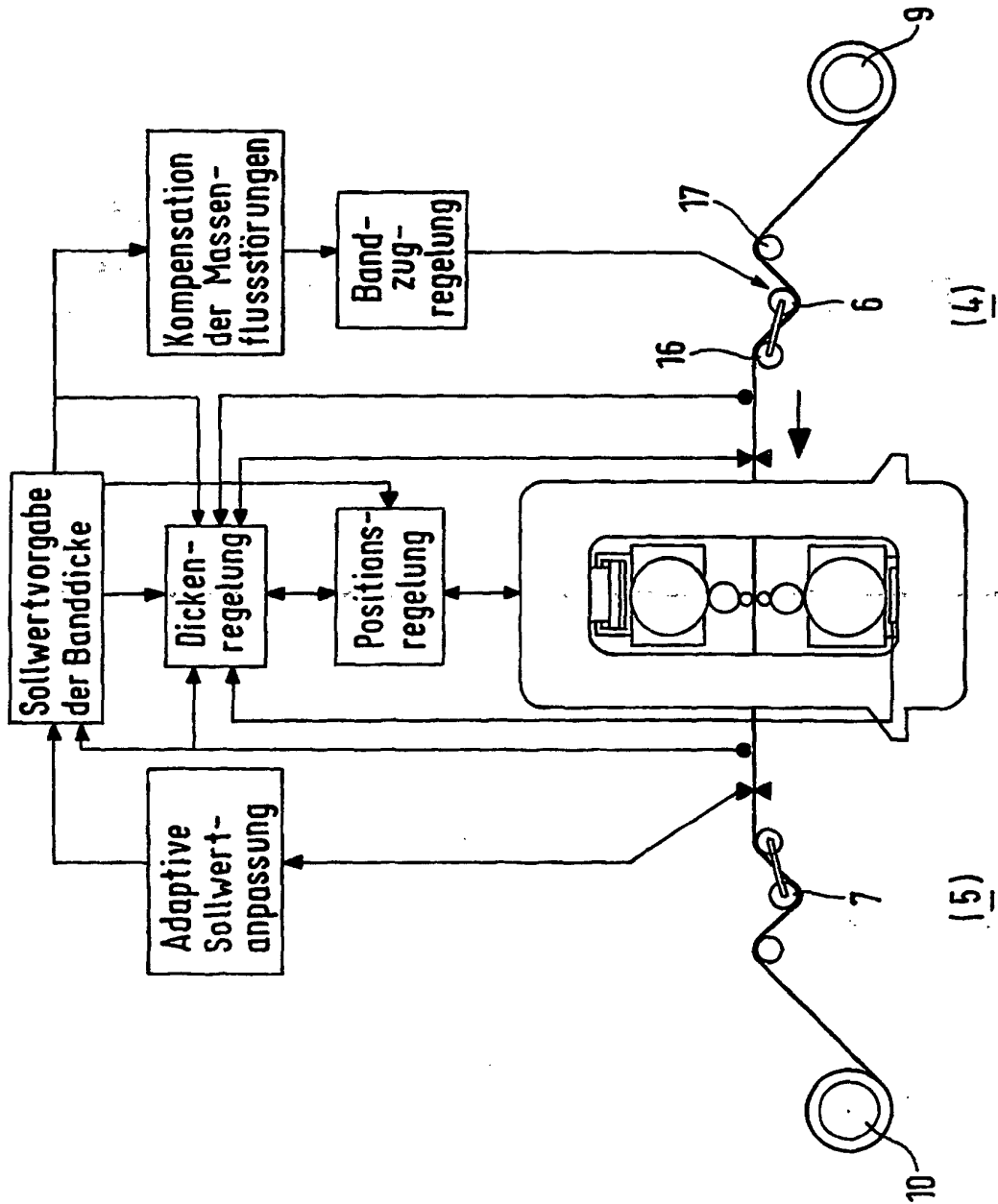


FIG. 4