

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 074 317 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.02.2005 Patentblatt 2005/07

(51) Int Cl.7: **B21B 37/26**, B21B 37/38

(21) Anmeldenummer: **00115953.2**

(22) Anmeldetag: **26.07.2000**

(54) **Verfahren zum flexiblen Walzen eines Metallbandes**

Method for flexibly rolling a metal strip

Procédé pour le laminage flexible d'une bande métallique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB IT NL

(30) Priorität: **06.08.1999 DE 19936522**
20.08.1999 DE 19939166

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.02.2001 Patentblatt 2001/06

(73) Patentinhaber: **Muhr und Bender KG**
57439 Attendorn (DE)

(72) Erfinder:
• **Hauger, Andreas, Dr.-Ing.**
57439 Attendorn (DE)
• **Kopp, Rainer, Prof. Dr.-Ing.**
52074 Aachen (DE)

(74) Vertreter: **Gesthuysen, von Rohr & Eggert**
Patentanwälte
Postfach 10 13 54
45013 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
FR-A- 2 695 049 **US-A- 4 116 029**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 010, no. 381 (M-547), 19. Dezember 1986 (1986-12-19) -& **JP 61 172603 A (SUMITOMO METAL IND LTD)**, 4. August 1986 (1986-08-04)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 015, no. 437 (M-1176), 7. November 1991 (1991-11-07) -& **JP 03 184612 A (SUMITOMO METAL IND LTD)**, 12. August 1991 (1991-08-12)

EP 1 074 317 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 dem Oberbegriff von Anspruch 1, ein Verfahren zum flexiblen Walzen eines Metallbandes, wobei das Metallband während des Walzprozesses durch einen zwischen zwei Arbeitswalzen gebildeten Walzspalt geführt und der Walzspalt während des Walzvorgangs gezielt verfahren wird, um über die Länge des Metallbandes unterschiedliche

[0002] Das flexible Walzen als Verfahren zur Herstellung von planen Metallbändern mit über ihre Länge definiert unterschiedlichen Banddicken ist bereits aus der Praxis bekannt. Das flexible Walzen ist dadurch gekennzeichnet, daß während des Walzprozesses der Walzspalt gezielt verfahren wird. Hierbei werden unterschiedlich lange Bandabschnitte mit unterschiedlichen Banddicken gewalzt, die über unterschiedliche Steigungen miteinander verbunden sein können. Das Ziel des flexiblen Walzens ist es, Walzprodukte mit belastungs- und gewichtsoptimierten Querschnittsformen herzustellen. Das Verfahren ist üblicherweise als Bandwalzen von Coil auf Coil ausgelegt. Hierbei unterstützt der über den Haspel aufgebrachte Bandzug den Walzprozeß und verbessert wesentlich die Geradheit des fertigen Bandprofils in Längsrichtung, also in Walzrichtung.

[0003] Beim Walzen im Rahmen des konventionellen Bandwalzprozesses sind zur Verformung des in der Einlaufzone zum Walzspalt befindlichen Walzgutes erhebliche Kräfte erforderlich, welche zu einer elastischen Durchbiegung der Walzen führen. Durch die Durchbiegung der an ihren beiden Enden gelagerten Walzen ergibt sich eine Biegelinie, die meist parabelförmig ist und der Mittelachse der Walze entspricht. Da die Durchbiegung eine Abweichung vom gleichmäßigen Spaltmaß bzw. vom idealen Spalt verursacht, sind Korrekturmaßnahmen erforderlich.

[0004] Eine Maßnahme, die Abweichung vom idealen Spalt - verursacht durch die Durchbiegung der Walzen - zu korrigieren, besteht im Bombieren der Walzenballen. Hierunter wird die tonnenförmige oder bauchige Ausführung der Walzenballen verstanden. Bei dieser Art der Korrektur ist es möglich, nur die Arbeitswalzen, nur die Stützwalzen oder aber auch sowohl die Arbeitswalzen als auch die Stützwalzen zu bombieren. Das Bombieren soll die Durchbiegung, welche durch die Walzkräfte und das Eigenwicht der Walzen verursacht wird, so ausgleichen, daß der Spalt zwischen den Walzen wieder gleichmäßig verläuft, d. h. über die Länge der Walzen konstant ist. In der Regel ist die Korrektur der Biegelinie jedoch nicht vollständig und gilt, da die Walzenform bzw. die Bombierung nicht veränderlich ist, nur für einen bestimmten Betriebsfall.

[0005] Eine weitere Korrekturmöglichkeit besteht darin, daß jeweils ein Walzenballen durch Drehung in der Horizontalen um den Mittelpunkt seiner Berührungslinie mit der korrespondierenden Walze schräg zu deren Achse gestellt wird. Durch diese Schrägstellung ändert

sich der Spalt an den Enden der Walzenballen, während er in der Mitte unverändert bleibt. Das Schrägstellen der Walzen gestattet durch die Variationsmöglichkeit zwar einen angenäherten Ausgleich der Durchbiegung für fast alle Betriebsfälle, ist aber hinsichtlich der erzielbaren Genauigkeit dem zuvor genannten Parabolschliff der Walzenballen gleichzusetzen.

[0006] Weiterhin ist es möglich, durch Aufbringen von Kräften auf die Lagerzapfen der Walzen ein Biegemoment zu erzeugen, welches den Biegemomenten beim Walzen entgegenwirkt. Dieses Vorspannen der Walzen gestattet ebenfalls wie die Schrägstellung einen angenäherten Ausgleich für fast alle Betriebsfälle. Nachteilig ist jedoch die wesentlich erhöhte Lagerbelastung. Hinsichtlich der erzielbaren Kompensation ist das Vorspannen mit dem Parabolschliff vergleichbar.

[0007] Schließlich besteht eine weitere Korrekturmöglichkeit in der Arbeitswalzenkühlung, bei der es sich um eine thermische Bombierung handelt.

[0008] Es versteht sich, daß die zuvor angesprochenen Korrekturmöglichkeiten zur Erzielung eines idealen Walzspalts in Walzwerken sowohl für sich als auch in Kombination miteinander angewendet werden können.

[0009] Im Gegensatz zum konventionellen Bandwalzprozeß ist es beim flexiblen Walzen besonders problematisch, daß während des Walzprozesses aufgrund der häufigen Dickenänderungen des Metallbandes ständig große Lastschwankungen am Walzgerüst auftreten, die zum einen zwar die erwünschte Banddickenänderung erbringen, zum anderen aber insbesondere für breitere Metallbänder eine erhebliche Änderung der Walzenbelastung über die Breite zur Folge haben. Hierdurch wird die Biegelinie der Arbeitswalzen, somit die geometrische Ausbildung des Walzenspalt und damit die Planheit beeinflusst, sofern keine Korrektur zur Erzielung eines gleichmäßigen Spaltmaßes erfolgt. Wird beim flexiblen Walzen der Walzenspalt entsprechend dem geforderten Bandprofil ohne Korrektur verfahren, so entsteht für diesen Lastwechsel ein charakteristisches unplanes Bandprofil über die Breite. Aufgrund dieser Unplanheit besteht die Gefahr von Randwellen bzw. Bandrissen, da die bezogene Höhenformänderung und dementsprechend bezogene Längenformänderung nicht konstant über die Breite ist. Aufgrund dessen ergeben sich unterschiedliche Dicken über die Breite und hieraus unterschiedliche Längen, die diese Bandfehler verursachen.

[0010] Die Planheit ist eine wesentliche Anforderung an ein Metallband. Sie ist wichtig, um für die Weiterverarbeitung gleiche Verhältnisse von Bandmitte zu Bandkante gewährleisten zu können. Bei nicht planen Bändern kann es zu unerwünschten Effekten beim Aufhaspeln kommen. Dies äußert sich in Reibspannungsspitzen an den Kontaktflächen im aufgehaspelten Coil entweder in der Bandmitte oder an der Bandkante in Abhängigkeit vom Bandprofil. Dies kann in Abhängigkeit vom Umschlingungswinkel und den auftretenden Reibungsbedingungen zu einem Kleben des aufgewickelten

Bandes führen, insbesondere, wenn im Anschluß an das Walzen eine Glühbehandlung durchgeführt wird.

[0011] Im konventionellen Bandwalzprozeß zur Herstellung von planen Metallbändern mit über ihre Länge gleichbleibender Dicke werden sowohl die Banddicke als auch die Planheit konstant eingestellt, über komplexe Regelkreise überwacht und bei auftretenden Abweichungen über entsprechende Stellglieder geregelt. Eine Regelungsvorrichtung zum Ausregeln der walzkraftbedingten Walzendurchbiegung im konventionellen Bandwalzprozeß ist beispielsweise aus der DE 22 64 333 C3 bekannt.

[0012] Problematisch ist, daß es bei der bekannten Regelung einer bestimmten Ansprechzeit und einer gewissen Regelzeit bedarf, bis die Regelung angesprochen hat und die Wirkung einer Störgrößenänderung durch die Wirkung der Regelung innerhalb der Meßgenauigkeit ausgeregelt ist. Dieses Problem des Ansprechens der Regelung und der erforderlichen Regelzeit spielt gerade beim flexiblen Walzen eine erhebliche Rolle, da zum Teil sehr kurze Bandabschnitte mit unterschiedlichen Dicken bei teilweise hohen Walzgeschwindigkeiten gewalzt werden müssen, und die Planheit letztlich über die gesamte Länge des flexibel gewalzten Bandes garantiert sein soll. Gerade für breitere Metallbänder ist dies ausgesprochen schwierig.

[0013] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum flexiblen Walzen eines Metallbandes zur Verfügung zu stellen, bei dem eine gute Planheit erzielt werden kann, und zwar auch bei relativ breiten Bändern.

[0014] Die zuvor hergeleitete und beschriebene Aufgabe ist bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß im wesentlichen dadurch gelöst, daß während jedes Einstellens des Walzspalts oder unmittelbar danach die Biegelinien der Arbeitswalzen in Abhängigkeit vom eingestellten Walzspalt zur Erzielung einer Planheit des Metallbandes gesteuert werden. Wesentlich bei der Erfindung ist also, daß die Beeinflussung der Biegelinien der Arbeitswalzen beim Einstellen des Walzspalts - jedenfalls zunächst - nicht über eine Regelung erfolgt, sondern über eine Steuerung, also einen Vorgang, bei welchem eine Größe - vorliegend die Biegelinien der Arbeitswalzen - von einer anderen Größe - vorliegend dem Walzspalt - in einem vorgegebenen, festen Zusammenhang beeinflusst wird.

[0015] Bei der Erfindung erfolgt die Kompensation der Biegelinienänderung aufgrund der Lastwechsel bei einer Walzspaltänderung durch die Kenntnis der Biegelinienabhängigkeit von den jeweiligen Walzspalten. Wird beispielsweise bei einem bestimmten Walzgut der Walzspalt von S_1 auf S_2 verstellt, so führt diese Verstellung des Walzspalts zu einer Veränderung der Durchbiegung der Arbeitswalzen. Diese Biegelinienänderung ist bekannt und bildet die Grundlage der gesteuerten Kompensation. Das Bekanntsein der Biegelinienänderung kann aus der vorgegebenen Geometrie folgen, kann aber insbesondere empirisch gewonnen werden, nämlich dadurch, daß entsprechende Meßgrößen wäh-

rend des Walzprozesses rückgeführt werden.

[0016] Die Biegelinie wird im Ergebnis direkt in Abhängigkeit von den jeweiligen Walzspalten durch Aufbringung, d. h. Erhöhung oder Verminderung bestimmter Rückbiegekräfte angepaßt, um ein gleichmäßiges Spaltmaß über die Länge des Walzspalts zu erhalten. Durch diesen steuernden Eingriff auf den Walzprozeß beim Einstellen des Walzspalts kann gezielt auf das Metallband eingewirkt werden, und zwar bevor eine mögliche nachfolgende Regelung überhaupt wirksam wird, um letztlich ein über seine gesamte Breite planes Metallband zur Verfügung zu stellen.

[0017] Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Planheit im Anschluß an die Steuerung und insbesondere unmittelbar nach der Einstellung des Walzspalts über wenigstens einen Regelkreis geregelt wird. Die Erfindung sieht also vor, daß zunächst, d. h. beim Einstellen des Walzspalts, lediglich eine Steuerung erfolgt. Äußere Störgrößen mit Ausnahme des sich ändernden Walzspalts können hierbei nicht berücksichtigt werden. Ist der steuernde Eingriff jedoch abgeschlossen, spricht die Regelung an, um die im Band verbliebene Unplanheit zu beseitigen und damit ein planes Metallband zu erzielen.

[0018] Während des flexiblen Walzens ist es aufgrund der vorgegebenen Dickenänderungen des Metallbandes mehrfach erforderlich, den Walzspalt zu verstellen. Daher ist erfindungsgemäß weiterhin vorgesehen, daß kurz vor oder während des erneuten Einstellens des Walzspalts die Regelung der Planheit unterbrochen wird und die Biegelinien der Arbeitswalzen in Abhängigkeit des neuen Walzspalts erneut gesteuert werden. Es ergibt sich also ein ständiger Wechsel zwischen Steuerung und Regelung in Abhängigkeit der vorbestimmten Dickenänderung des Metallbandes über seine Länge.

[0019] Zur Steuerung werden in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Walzspalten vorbestimmte Rückbiegekräfte auf die Arbeitswalzen und/oder die Stützwalzen aufgebracht, um eine Arbeitswalzenbiegung oder eine Stütz- und Arbeitswalzenbiegung zu erzielen. Korrespondierend hierzu werden zum Ausregeln einer Unplanheit des Metallbandes dem jeweiligen Belastungsfall angepaßte Rückbiegekräfte auf die Arbeitswalzen und/oder Stützwalzen aufgebracht, um ebenfalls eine Arbeitswalzenbiegung und/oder Stütz- und Arbeitswalzenbiegung zu erzielen. Die vorgenannte Steuerung bzw. Regelung läßt sich bevorzugt mit der erwähnten Arbeits- und/oder Stützwalzenbiegung umsetzen, da hier - der Verfahrensgeschwindigkeit des Walzspalts entsprechend - schnelle Änderungen realisiert werden können, was gerade beim flexiblen Walzen mit zum Teil sehr kurzen Bandabschnitten wichtig ist. Denkbar wären aber auch andere Möglichkeiten, die Planheit zu beeinflussen, z. B. durch das Verschieben von Zwischenwalzen beim Six-High-Mill-Gerüst, durch hydraulisch gestützte Walzen oder durch das Cross-Rolling. Ziel ist es aber in jedem Fall, ein planes, flexibel gewalztes Band herzustellen und gleichzeitig die Haspelfähig-

keit solcher Metallbänder zu verbessern bzw. zu optimieren.

[0020] Damit die Regelung im Anschluß an die Steuerung möglichst schnell anspricht, was, wie zuvor bereits ausgeführt worden ist, gerade beim flexiblen Walzen von erheblicher Bedeutung ist, empfiehlt es sich, daß die Messung der Planheit optisch vorgenommen wird. Die optische Messung der Planheit läßt sich unmittelbar hinter den Arbeitswalzen in einfacher Weise realisieren. Dabei wird die Planheit des Metallbandes bevorzugt über die gesamte Breite des Metallbandes hinter dem Walzspalt für jedes Längeninkrement gemessen.

[0021] Besonders bevorzugt im Zusammenhang mit der optischen Messung ist es, daß zur Messung der Planheit über die gesamte Breite des Metallbandes verteilte Laserdickenmeßstationen vorgesehen sind und daß die Laserdickenmessung über Triangulation erfolgt. Die Laserdickenmessung über die gesamte Breite des Metallbandes ermöglicht in einfacher Weise online eine Optimierung der Biegelinie der Arbeitswalzen. Die Laserdickenmessung über Triangulation ermöglicht durch den kleinen Meßfleck und die hohen Meßfrequenzen von 1 kHz und mehr auch bei kurzen Bandabschnitten von ca. 50 mm Länge das Bestimmen des Querprofils.

[0022] Es versteht sich, daß es grundsätzlich möglich ist, auch andere als optische Meßmittel zur Bestimmung einer nach der Steuerung im Band noch verbliebenen Unplanheit zu verwenden. So kann beispielsweise eine Stressometerrolle verwendet werden.

[0023] Im übrigen ist es von Vorteil, nicht nur die Planheit des Metallbandes zu regeln, sondern auch die Banddicke des Metallbandes in Längsrichtung. Dies kann in den Regelkreis zur Biegung der Arbeitswalzen integriert sein.

[0024] Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung nochmals erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Teils eines Walzgerüstes ohne Gegenbiegung,

Fig. 2 eine Ansicht des Walzgerüstes aus Fig. 1 mit Gegenbiegung und

Fig. 3 die Darstellung eines Regelkreises.

[0025] In den Fig. 1 und 2 ist ein Teil eines Walzgerüstes 1 einerseits ohne Gegenbiegung (Fig. 1) und andererseits mit Gegenbiegung (Fig. 2) dargestellt. Im einzelnen sind gezeigt eine zylindrische Arbeitswalze 2 mit Walzenballen 3 und Lagerzapfen 4, 5, die in Lagern 6, 7 gelagert sind. Oberhalb der Arbeitswalze 2 befindet sich eine Stützwalze 8 mit einem zylindrischen Stützwalzenballen 9 und Lagerzapfen 10, 11, die in Lagern 12, 13 gelagert sind. Bei der dargestellten Arbeitswalze 2 und der Stützwalze 8 handelt es sich um die oberen Walzen des Walzgerüstes 1. Nicht dargestellt sind die beiden unteren korrespondierenden Walzen,

nämlich eine untere Arbeitswalze und eine untere Stützwalze. Zwischen den beiden Arbeitswalzen befindet sich der Walzspalt S.

[0026] Es versteht sich, daß die Erfindung sowohl bei einem Quarto-Walzgerüst als auch bei einem Duo-Walzgerüst angewendet werden kann und daß statt zylindrischer Arbeitswalzen 2 und Stützwalzen 8 grundsätzlich auch bombierte Walzen eingesetzt werden können.

[0027] In Fig. 1 ist ein Anwendungsfall beim Walzen eines nicht gezeigten Metallbandes dargestellt, wobei auf die Arbeitswalze 2 eine Walzkraft F_W ausgeübt wird. Die Walzkraft F_W bewirkt eine elastische Durchbiegung der Arbeitswalze 2, so daß sich die Biegelinie B der Arbeitswalze 2 ergibt. Die Walzkraft F_W führt jedoch nicht nur zu einer Durchbiegung der Arbeitswalze 2, sondern auch zu einer Durchbiegung der Stützwalze 8, was jedoch im einzelnen nicht dargestellt ist.

[0028] In der Fig. 2 ist der Zustand der Walzen 2, 8 mit Gegenbiegung dargestellt. Der Walzspalt S hat im Gegensatz zum in Fig. 1 dargestellten Zustand ein konstantes, gleichmäßiges Spaltmaß, also einen zumindest im wesentlichen gleichbleibenden konstanten Abstand zwischen den beiden einander zugewandten Flächen der Arbeitswalzen. Im in Fig. 2 dargestellten Zustand ist die Arbeitswalze 2 nicht durchgebogen. Der Walzkraft F_W wirken über die Stützwalze 8 aufgebrachte Rückbiegekräfte F_B entgegen.

[0029] Bei der dargestellten Ausführungsform verläuft die Biegelinie B, die der Mittelachse der Arbeitswalze 2 entspricht, parallel zur Außenseite der Arbeitswalze 2. Bei einem bombierten Walzenballen 3 ist dies nicht der Fall. In diesem Falle ist bei einem über die Länge der Arbeitswalze konstanten Walzspalt im Gegensatz zu der Darstellung gemäß Fig. 2 die Arbeitswalze durchgebogen, obwohl die den Walzspalt begrenzende Linie bzw. Fläche der Arbeitswalze horizontal verläuft.

[0030] Das erfindungsgemäßen Verfahren zum flexiblen Walzen eines Metallbandes läuft nun so ab, daß der Walzspalt S während des Walzvorganges gezielt verfahren wird, um eine vorbestimmte Dickenänderung des Metallbandes über seine Länge zu erzielen. Wesentlich ist dabei zunächst, daß während des Einstellens des Walzspalts S oder unmittelbar danach die Biegelinien B der Arbeitswalzen 2 in Abhängigkeit vom eingestellten Walzspalt zur Erzielung einer Planheit des Metallbandes gesteuert werden. Dies ist durch die Kenntnis der Biegelinienabhängigkeit von den verschiedenen Walzspalten möglich. Hierdurch wird die aufgrund der verschiedenen Walzspalte verursachte Abweichung vom idealen Spalt kompensiert.

[0031] Im Anschluß an den zuvor beschriebenen steuernden Eingriff beim Einstellen des Walzspalts S wird die Planheit über den in Fig. 3 dargestellten Regelkreis geregelt. Hierdurch wird eine noch im Band nach dem steuernden Eingriff verbliebene Unplanheit ausgeglichen. Wird der Walzspalt S später wieder verstellt, wird die Regelung unterbrochen und in der zuvor erläuterten

Weise wieder gesteuert.

[0032] Zur Steuerung werden in Abhängigkeit von den verschiedenen Walzspalten vorbestimmte Rückbiegekräfte F_B auf die Stützwalzen 8 aufgebracht, um eine Arbeits- und Stützwalzenbiegung zu erzielen. Mit dem gleichen Ziel werden Rückbiegekräfte F_B auf die Arbeitswalzen 2 zum Ausregeln der Unplanheit aufgebracht.

[0033] Zur Regelung wird zunächst eine Meßwertfassung über entsprechende Meßmittel vorgenommen. Dabei wird sowohl das Längs- als auch das Querprofil vermessen. Anschließend erfolgt die Längsprofil- bzw. Querprofilerkennung, wobei die Regelabweichung zwischen Ist- und Sollwert der jeweiligen Regelgröße festgestellt wird. Die jeweiligen Korrekturwerte werden dann einem Regelkreis zugeführt. Bei der Längsprofilerkennung wird entsprechend dem vorgegebenen Sollwert die Änderung Δh der Dicke des Metallbandes auf den vorgegebenen Sollwert korrigiert. Hierzu ist eine entsprechende Änderung ΔS des Walzspalts erforderlich. Von der Änderung des Walzspalts S hängen schließlich wiederum die auf die jeweiligen Arbeitswalzen 2 aufzubringenden Rückbiegekräfte F_B ab.

Patentansprüche

1. Verfahren zum flexiblen Walzen eines Metallbandes, wobei das Metallband während des Walzprozesses durch einen zwischen zwei Arbeitswalzen (3) gebildeten Walzspalt S geführt und der Walzspalt S während des Walzvorgangs gezielt verfahren wird, um über die Länge des Metallbandes unterschiedliche Banddicken zu erzielen, **dadurch gekennzeichnet, daß** während jedes Einstellens des Walzspalts 5 oder unmittelbar danach die Biegelinien B der Arbeitswalzen (3) in Abhängigkeit vom eingestellten Walzspalt S zur Erzielung einer Planheit des Metallbandes gesteuert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Planheit im Anschluß an die Steuerung und insbesondere unmittelbar nach der Einstellung des Walzspalts S über wenigstens einen Regelkreis geregelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** kurz vor oder während des erneuten Einstellens des Walzspalts S die Regelung der Planheit unterbrochen wird und die Biegelinien B der Arbeitswalzen (3) in Abhängigkeit der erneuten Walzspaltanstellung für den neuen Walzfall zur Erzielung der Planheit erneut gesteuert werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Steuerung in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Walzspalten S vorbestimmte Rückbiegekräfte F_B auf die Arbeits-

und/oder Stützwalzen (3,9) aufgebracht werden, um eine Arbeitswalzenbiegung B oder eine Stütz- und Arbeitswalzenbiegung B zu erzielen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum Ausregeln einer Unplanheit des Metallbandes dem jeweiligen Belastungsfall angepaßte Rückbiegekräfte F_B auf die Arbeits- und/oder Stützwalzen (3,9) aufgebracht werden, um eine Arbeitswalzendurchbiegung und/oder Stütz- und Arbeitswalzenbiegung B zu erzielen.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Messung der Planheit berührungslos, z. B. optisch erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Planheit des Metallbandes über die gesamte Breite des Metallbandes hinter dem Walzspalt S für jedes Längeninkrement gemessen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Messung der Planheit über die gesamte Breite des Metallbandes verteilte Laserdickenmeßstationen vorgesehen sind und daß die Laserdickenmessung über Triangulation erfolgt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Messung der Planheit berührend, z. B. über eine Stressometerrolle erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Banddicke des Metallbandes in Längsrichtung geregelt wird.

40 Claims

1. 1. Method for the flexible rolling of a metallic strip, wherein, during the rolling procedure, the metallic strip is lead through a roll gap (S) which is formed between two working rolls (3) and, during the rolling operation, the roll gap (S) is deliberately changed in order to obtain different strip thicknesses over the length of the metallic strip, **characterized in that** during the setting of the roll gap (S) or immediately thereafter, the deflection curve bending line (B) of the working roll (3) is controlled depending on the setting of the roll gap (S) for the achievement of planeness of the metallic strip.
2. Method according to claim 1, **characterized in that** the planeness is regulated, i.e. feedback controlled via at least one control loop after the first control and especially, immediately after the setting of the

roll gap (S).

3. Method according to claim 2, **characterized in that** shortly before or during the renewed setting of the roll gap (S), the regulation for planeness is interrupted and the deflection curve bending line (B) of the working rolls (3) is controlled again for the achievement of planeness for the new rolling instance depending on the new roll gap setting. 5
4. Method according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** in a control, default counteracting bending forces (F_B) on the working rolls (3) and/or on the back-up rolls (9) dependent on the different roll gaps (S) are applied in order to obtain a bending (B) of the working rolls (3) or of the back-up and working rolls (3, 9). 10
5. Method according to any one of claims 2 to 4, **characterized in that** to feedback control non-planeness of the metallic strip, the counteracting bending force (F_B) adjusted to each load instance is applied to the working rolls (3) and/or a back-up roll(s) (9) in order to obtain a bending (B) of the working roll (3) and/or a bending (B) of the back-up and working rolls (3, 9). 15
6. Method according to any one of claims 2 to 5, **characterized in that** the measurement of the planeness is done without contact, e.g. optically. 20
7. Method according to any one of claims 2 to 6, **characterized in that** the planeness of the metallic strip is preferably measured over the entire width of the metallic band behind the roll gap (S) for each increment of length. 25
8. Method according to claims 6 or 7, **characterized in that** thickness measuring laser stations are provided over the entire width of the metallic band and that the laser thickness measurement results via triangulation. 30
9. Method according to any of claims 2 to 5, **characterized in that** the measurement of planeness is done with contact, e.g. via a stress-metering roller. 35
10. Method according to any one of claims 1 to 9, **characterized in that** the thickness of the metallic strip is feedback controlled in a longitudinal direction. 40

Revendications

1. Procédé pour le laminage flexible d'une bande métallique, du type selon lequel la bande métallique est, pendant le processus de laminage, guidée à travers une fente de laminage (S) formée entre 45

deux cylindres de travail (3) et selon lequel on agit de manière ciblée sur la fente de laminage (S) pendant la phase de laminage afin d'obtenir des épaisseurs de bande différentes sur la longueur de la bande métallique, **caractérisé en ce que** pendant chaque réglage de la fente de laminage (S) ou immédiatement après, les lignes de courbure (B) des cylindres de travail (3) sont commandées en fonction de la fente de laminage (S) ainsi réglée en vue de l'obtention d'une planéité de la bande métallique.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la planéité est régulée en relation avec la commande et en particulier immédiatement après le réglage de la fente de laminage (S) par le biais d'au moins un circuit de régulation.
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** peu de temps avant ou pendant le nouveau réglage de la fente de laminage (S), la régulation de la planéité est interrompue et **en ce que** les lignes de courbure (B) des cylindres de travail (3) sont à nouveau commandées en fonction de la nouvelle fente de laminage (S), pour la nouvelle phase de laminage en vue de l'obtention de la planéité.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'en** vue de la commande, des forces prédéterminées de réaction à la flexion (F_B) sont, en fonction des différentes fentes de laminage (S), appliquées sur les cylindres de travail et/ou les cylindres d'appui (3, 9), afin d'obtenir une flexion (B) des cylindres de travail ou une flexion (B) des cylindres d'appui et de travail.
5. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** pour éliminer par régulation une non planéité de la bande métallique, des forces de réaction à la flexion (F_B) adaptées au cas considéré de contraintes sont appliquées sur les cylindres de travail et/ou les cylindres d'appui (3, 9), afin d'obtenir une flexion (B) des cylindres de travail et/ou une flexion des cylindres de travail et d'appui.
6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** la mesure de la planéité intervient sans contact, par exemple selon un procédé optique.
7. Procédé selon l'une des revendications 2 à 6, **caractérisé en ce que** la planéité de la bande métallique est mesurée sur la totalité de la largeur de la bande métallique en aval de la fente de laminage (S) pour chaque incrément de longueur.
8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce qu'en** vue de la mesure de la planéité sur la totalité de la largeur de la bande métallique, des

postes répartis de mesure d'épaisseur par laser sont prévus et **en ce que** la mesure d'épaisseur par laser intervient par triahgulation.

9. Procédé selon l'une des revendications 2 à 5, **ca-** 5
ractérisé en ce que la mesure de la planéité inter-
vient avec contact, par exemple par le biais d'un
rouleau mesureur de contraintes.
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, **ca-** 10
ractérisé en ce que l'épaisseur de bande de la ban-
de métallique est réglée dans le sens longitudinal.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

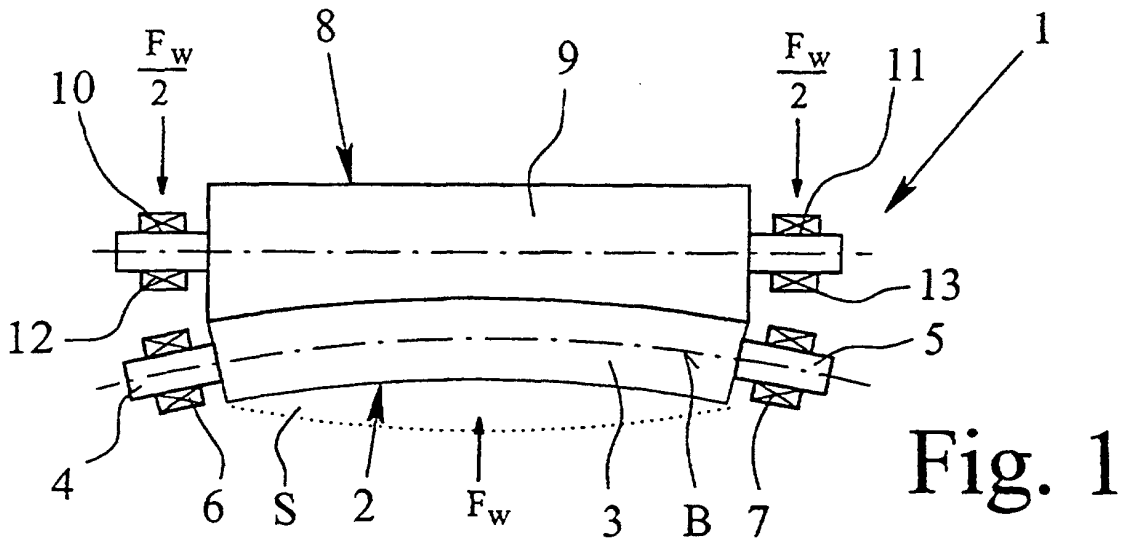


Fig. 1

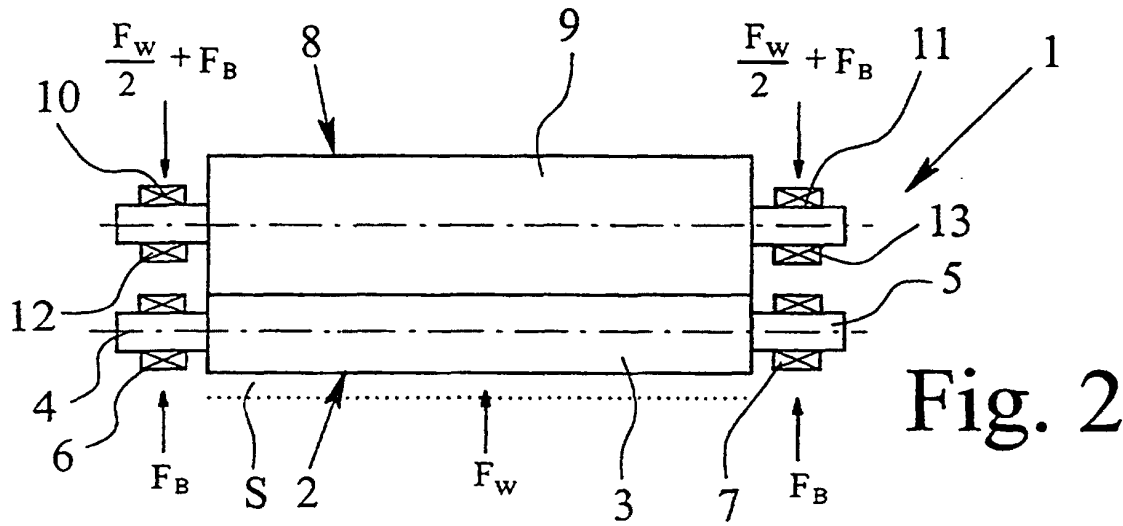


Fig. 2

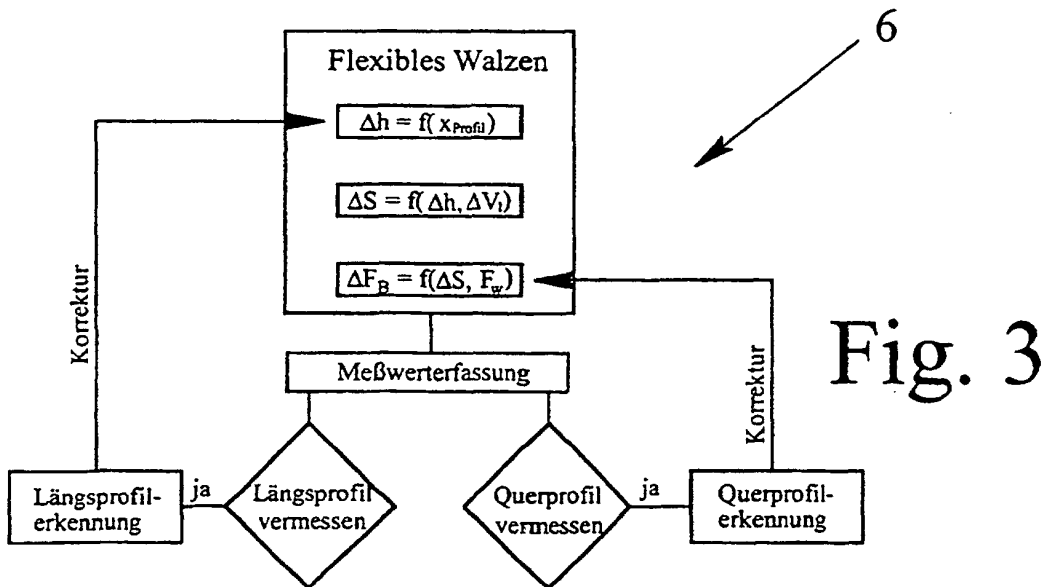


Fig. 3