



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 138 639 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
24.03.2021 Patentblatt 2021/12

(51) Int Cl.:
B21B 1/46 (2006.01)

B21B 38/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16186621.5**

(22) Anmeldetag: **31.08.2016**

(54) VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES METALLISCHEN BANDES DURCH ENDLOSWALZEN

METHOD FOR MANUFACTURING A METALLIC BELT BY MEANS OF ENDLESS ROLLING
PROCEDE DE PRODUCTION D'UNE BANDE METALLIQUE PAR LAMINAGE EN CONTINU

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

(30) Priorität: **03.09.2015 DE 102015216930
27.11.2015 DE 102015223600**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.03.2017 Patentblatt 2017/10

(72) Erfinder:
• **Die Erfinder haben auf ihr Recht verzichtet, als
solche bekannt gemacht zu werden.**

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

(73) Patentinhaber: **SMS group GmbH
40237 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 2 258 492 WO-A1-2006/042606
DE-A1-102007 053 523 US-A1- 2002 080 851**

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 Verfahren zum Herstellen eines metallischen Bandes durch Endloswalzen, bei dem zunächst in einer Gießanlage das Band gegossen und dieses anschließend kontinuierlich in einer Walzstraße mit mindestens einem Walzgerüst zum fertigen Band gewalzt wird, wobei in Förderrichtung des Bandes hinter dem letzten Walzgerüst eine Förderstrecke für das Band vorliegt, die bis zu einem Scherentreiber und/oder einem Haspeltreiber reicht, oder wobei zwischen zwei Walzgerüsten der Walzstraße eine Förderstrecke vorliegt, wobei hinter dem Scherentreiber und/oder dem Haspeltreiber ein Haspel zum Aufwickeln des fertigen Bandes angeordnet ist, wobei zumindest zeitweise in der Förderstrecke eine Nominal-Zugspannung im Band aufrecht erhalten wird.

[0002] Eine Planheitsmessung und -regelung für Warmband hinter einer Warmbandstraße ist bekannt. Bei einer sogenannten Batch-Walzung (Walzen von einzelnen Bändern hintereinander) wird die Unplanheit optisch am zuglosen Bandkopfbereich erfasst und in der Regel mit Hilfe des dynamischen Profilstellgliedes einer Arbeitswalzenbiegung beseitigt. Bei Messung von Mittenwellen wird die Arbeitswalzenbiegung vermindert und bei Randwellen erhöht. Ein hierbei typischerweise zum Einsatz kommendes optisches Planheitsmessgerät offenbart die DE 197 09 992 C1.

[0003] Beim sogenannten Endloswalzen - gemäß dem gattungsgemäßem Verfahren - sind eine Gießanlage und eine Walzstraße miteinander verbunden. Hier werden einzelne Coils durch Trennen des Endlosbandes mit einer Schere erst kurz vor dem Haspel erzeugt. Ein Endlos-Gieß-Walzvorgang kann dabei mehrere Stunden dauern. Da das Band zwischen der Walzstraße und dem Haspel unter Zug steht, zeigt hierbei in der Regel ein optisches Planheitsmessgerät kein brauchbares Ergebnis an.

[0004] Um bei dieser langen Zeit die Bandqualität sicherzustellen, wird nach einer bekannten Methode mit einer Planheitsmessrolle die Planheit erfasst, indem mit einer Messrolle die Zugspannungsverteilung gemessen und so indirekt die Planheit bestimmt wird. Eine derartige Planheitsmessrolle für den Anwendungsfall des Endloswalzens offenbart beispielsweise die DE 37 21 746 A1. Andere Lösungen sind in der DE 198 43 899 C1, in der EP 2 258 492 A1, in der JP 6319 8809 A und in der US 7 963 136 B2 beschrieben. Die WO 2006/042606 A1 offenbart ein Verfahren, bei dem zwar verschiedene grundsätzliche Möglichkeiten für die Messung der Planheit des Bandes erwähnt werden, wobei allerdings konkret auch im Heißbereich für den Heißeinsatz adaptierte Planheitsmessrollen eingesetzt werden. Die WO 2006/042606 A1 offenbart insbesondere ein Verfahren zur Herstellung eines metallischen Bandes bei dem folgender Messzyklus zur Bestimmung der Planheit des Bandes gefahren wird: a) Verminderung der Zugspannung in dem sich in der Förderstrecke befindlichen Band

von der Nominal-Zugspannung auf einen verminderten Zugspannungs-Wert b) Nach der Durchführung von Schritt a): Messung des Planheitsgrades des Bandes mittels eines optischen Planheits-Messgeräts; c) Nach der Durchführung von Schritt b): Erhöhung der Zugspannung in dem sich in der Förderstrecke befindliche Band von dem verminderten Zugspannungs-Wert auf die Nominal-Zugspannung. Ein ähnliches Verfahren offenbart auch die US 2002/080851 A1. Die Planheit des Bandes wird auch bei der DE 10 2007 053 523 A1 gemessen.

[0005] Die Planheitsmessrolle ist jedoch ein kostenaufwändiges und wartungsintensives Messgerät. Wenn eine Anlage im Batch- und Endlosmodus betrieben wird, wird häufig zusätzlich ein optisches Planheitsmessgerät gewünscht.

[0006] Dies liefert beim Endloswalzen allerdings aufgrund des oben dargestellten Sachverhalts kein brauchbares Ergebnis.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren so weiterzuentwickeln, dass mit geringem Aufwand eine kostengünstige Planheitsmessung und anschließende Planheitsregelung auch beim Endloswalzen erfolgen kann.

[0008] Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass zu definierten Zeitpunkten folgender Messzyklus zur Bestimmung der Planheit des Bandes gefahren wird:

a) Verminderung der Zugspannung in dem sich in der Förderstrecke befindlichen Band von der Nominal-Zugspannung auf einen verminderten Zugspannungs-Wert;

b) Nach der Durchführung von Schritt a): Messung des Planheitsgrades des Bandes mittels eines optischen Planheits-Messgeräts;

c) Nach der Durchführung von Schritt b): Erhöhung der Zugspannung in dem sich in der Förderstrecke befindliche Band von dem verminderten Zugspannungs-Wert auf die Nominal-Zugspannung,

wobei innerhalb des Messzyklus eine Durchführung der Planheitsverbesserung von parabolischen oder symmetrischen Planheitsanteilen durch Einsatz der Arbeitswalzenbiegung an mindestens einem Walzgerüst und/oder durch Einsatz einer Schwenkregelung und Verbesserung der asymmetrischen Planheitsanteile durch Veränderung der Anstellpositionen an mindestens einem Walzgerüst erfolgt,

wobei der Messzyklus periodisch während der Durchführung des Verfahrens alle 2 min bis 10 min wiederholt wird und

wobei die Durchführung der Schritte a) bis c) während eines Zeitraums zwischen 1 sec und 20 sec erfolgt.

[0009] Es ist dabei bevorzugt vorgesehen, dass der Messzyklus während der Durchführung des Verfahrens alle 4 min bis 6 min wiederholt wird.

[0010] Der Messzyklus kann auch vor einer Änderung der Walzdicke des Bandes durchgeführt werden.

[0011] Weiterhin kann der Messzyklus nach einer Änderung der Walzdicke des Bandes durchgeführt werden.

[0012] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass der Messzyklus während der Durchführung eines Scherenschnitts im Bereich des Haspels erfolgt.

[0013] Schließlich kann auch vorgesehen sein, dass der Messzyklus anlassbedingt vom Bedienpersonal der Fertigungsanlage zur Herstellung des Bandes ausgelöst wird.

[0014] Dabei kann weiter vorgesehen werden, dass der Messzeitraum unter Berücksichtigung von Prozessbedingungen und Anlagengrenzen minimiert wird.

[0015] Die Nominal-Zugspannung im Band wird dabei, abhängig von der Materialfestigkeit des Bandes, bevorzugt zwischen 10 N/mm^2 und 50 N/mm^2 gehalten; indes ist bevorzugt vorgesehen, dass der verminderte Zugspannungs-Wert zwischen 0 N/mm^2 und 15 N/mm^2 (speziell: 0 N/mm^2 bis 9 N/mm^2) liegt, besonders bevorzugt zwischen 0 N/mm^2 und 5 N/mm^2 . Vorzugsweise wird die Nominal-Zugspannung im Band während des Messzyklus um 40 % bis 100 % reduziert.

[0016] Die Bandzüge in der Förderstrecke mit der Planheitsmessung bleiben während des Planheitsmesszyklus in den benachbarten Bereichen - also innerhalb der Walzstraße und/oder zwischen Scheren- bzw. Haspeltreiber und/oder Haspel - bevorzugt unverändert.

[0017] Weiterhin kann ein Prozess- und/oder Regelmödell und/oder eine Steuerung eingesetzt werden, um den Messzyklus auszulösen, um die Messlänge festzulegen, um die nominellen und reduzierten Bandzugspannungen während des Messzyklus abhängig von der Warmbanddicke und/oder vom Bandmaterial und/oder der Endwalztemperatur einzustellen und um den Prozess unter Beachtung vorgegebener Prozessgrenzen zu überwachen. In diesem Falle ist bevorzugt vorgesehen, dass die vorgegebenen Prozessgrenzen (Prozesslimits) maximal zulässige Planheitsgrenze (Randwellen, Mittenwellen, maximal erfasste Wellen) und/oder maximal zulässige Bandmittenabweichung und/oder maximale Bandmittenabweichungsänderung, erfasst durch ein Messgerät, beachtet werden und daraus eine Bandzug-niveauveränderung, insbesondere eine Bandzugerhöhung, während des Planheitsmesszyklus veranlasst wird.

[0018] Zwischen den Messzeiträumen kann das (hochdynamische) Profilstellglied möglichst in die Nähe der Mitte seines Stellbereichs gebracht werden, insbesondere durch Ablösung des Effektes mittels CVC-Verziehung oder Veränderung des thermischen Crowns.

[0019] Der nach der vorliegenden Erfindung vorgesehene Einsatz einer optischen Planheitsmessung in der oben definierten Förderstrecke ist eine vorteilhafte und kostengünstige Möglichkeit zur genauen und einfachen Erfassung des Planheitszustandes des Bandes. Um beim Endloswalzen die Bandplanheit erfassen zu können, wird vorteilhafterweise der Bandzug zwischen der

Warmwalzstraße und dem Haspeltreiber bzw. Scherenstreiber für eine bestimmte Messzeit dosiert abgesenkt.

[0020] Es kann sich bei der Warmwalzstraße um eine mindestens eingerüstige Walzstraße bzw. um eine mehrgerüstige Walzstraße handeln, wie es beispielsweise in der EP 0 889 762 B1 offenbart wird. Beim normalen Endlos-Walzvorgang steht das Band zwischen dem letzten aktiven Walzgerüst und dem Schere- bzw. Haspeltreiber unter Zug, um ein stabiles Walzen zu gewährleisten.

5 **[0021]** Nach einer bestimmten Walzzeit ist jedoch nunmehr gemäß der Erfindung vorgesehen, den Bandzug für einen vorgebbaren Messzeitraum zu reduzieren. Der Planheitsmesszyklus mit reduziertem Zug kann dabei nach einer vorgebbaren Zeit oder eines speziellen Anlasses (Event) gefahren werden, er kann vor einer Dickenänderung in der Walzstraße gefahren werden, er kann nach einer Dickenänderung in der Walzstraße gefahren werden oder er kann auch während der Durchführung des Scherenschnitts am Haspel gefahren werden.

10 **[0022]** Im erfindungsgemäß vorgesehenen Messzyklus wird bevorzugt der komplette Planheitszustand über der Bandbreite erfasst bzw. gemessen. Zur Weiterverarbeitung werden diese Signale gefiltert und in symmetrische und asymmetrische Anteile zerlegt. Die asymmetrischen Anteile werden bevorzugt zum automatischen oder (durch den Bediener) manuellen Schwenken der Anstellung des letzten aktiven Walz-Gerüsts herangezogen. Die symmetrischen oder parabolischen Anteile werden in Form von Mitten- oder Randwellen für die Planheitsregelung am Auslaufgerüst verwendet. Zur Vorgehensweise der Planheitsregelung finden sich unten nähere Angaben. Die Verarbeitung der asymmetrischen Anteile oder die Ansteuerung der Schwenkregelung bzw. Anstellung erfolgt in an sich bekannter Weise analog.

15 **[0023]** Die Geschwindigkeit der Bandzugveränderung (Erhöhung bzw. Verminderung) wird so bemessen, dass die Planheitsmess- und -regelkreise reagieren können und dass die Dickenregelung nicht gestört wird bzw. die Dicke Toleranz selbst nicht negativ beeinträchtigt wird.

20 **[0024]** Auch der Einfluss der Zugspannungsänderung auf die Bandbreite muss berücksichtigt werden und die Breite im zulässigen Bereich liegen.

25 **[0025]** Das einzustellende mittlere minimal zulässige Bandzugspannungsniveau zwischen letztem aktiven Fertigerüst und der Schere bzw. dem Haspeltreiber wird vorzugsweise abhängig von der Warmbanddicke, dem Bandmaterial und der Endwalztemperatur gewählt und automatisch vom Prozessrechner berücksichtigt.

30 **[0026]** Für den Messzeitraum werden weiterhin bevorzugt eine maximal zulässige (positive) Randwelligkeit und eine (negative) Mittenwelligkeit oder/und die maximal erfasste Unplanheit über der Breite (also auch die asymmetrischen Anteile) berücksichtigt, die von verschiedenen Prozessparametern abhängig sind. Dabei erfolgt vorteilhaft der Einsatz von möglichst hochdynamischen Profilstellgliedern, wie z. B. der Arbeitswalzenbiegung, um die entsprechend gemessenen Unplanheiten im Messzeitraum in an sich bekannter Weise zu kor-

35 **[0027]** Die Geschwindigkeit der Bandzugveränderung (Erhöhung bzw. Verminderung) wird so bemessen, dass die Planheitsmess- und -regelkreise reagieren können und dass die Dickenregelung nicht gestört wird bzw. die Dicke Toleranz selbst nicht negativ beeinträchtigt wird.

40 **[0028]** Auch der Einfluss der Zugspannungsänderung auf die Bandbreite muss berücksichtigt werden und die Breite im zulässigen Bereich liegen.

[0029] Das einzustellende mittlere minimal zulässige Bandzugspannungsniveau zwischen letztem aktiven Fertigerüst und der Schere bzw. dem Haspeltreiber wird vorzugsweise abhängig von der Warmbanddicke, dem Bandmaterial und der Endwalztemperatur gewählt und automatisch vom Prozessrechner berücksichtigt.

[0030] Für den Messzeitraum werden weiterhin bevorzugt eine maximal zulässige (positive) Randwelligkeit und eine (negative) Mittenwelligkeit oder/und die maximal erfasste Unplanheit über der Breite (also auch die asymmetrischen Anteile) berücksichtigt, die von verschiedenen Prozessparametern abhängig sind. Dabei erfolgt vorteilhaft der Einsatz von möglichst hochdynamischen Profilstellgliedern, wie z. B. der Arbeitswalzenbiegung, um die entsprechend gemessenen Unplanheiten im Messzeitraum in an sich bekannter Weise zu kor-

45 **[0031]** Die Geschwindigkeit der Bandzugveränderung (Erhöhung bzw. Verminderung) wird so bemessen, dass die Planheitsmess- und -regelkreise reagieren können und dass die Dickenregelung nicht gestört wird bzw. die Dicke Toleranz selbst nicht negativ beeinträchtigt wird.

50 **[0032]** Auch der Einfluss der Zugspannungsänderung auf die Bandbreite muss berücksichtigt werden und die Breite im zulässigen Bereich liegen.

55 **[0033]** Das einzustellende mittlere minimal zulässige Bandzugspannungsniveau zwischen letztem aktiven Fertigerüst und der Schere bzw. dem Haspeltreiber wird vorzugsweise abhängig von der Warmbanddicke, dem Bandmaterial und der Endwalztemperatur gewählt und automatisch vom Prozessrechner berücksichtigt.

rigieren.

[0025] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 (oben) schematisch den Verlauf einer Bandzugspannung in einem fertig gewalzten Band über der Zeit sowie (unten) den Verlauf der Bandplanheit über der Zeit und

Fig. 2 einen Ausschnitt aus einer Gieß-Walz-Anlage zur Herstellung eines metallischen Bandes, wobei der Bereich zwischen einem letzten aktiven Walzgerüst und einem Haspel sowie die Wirkungsweise eines Prozessmodells dargestellt ist.

[0026] In den Figuren ist schematisch dargestellt, wie ein Band 1 im Endlos-Walzverfahren in einer nicht dargestellten Gießmaschine gegossen und anschließend in einer ebenfalls nicht dargestellten Walzstraße zum fertigen Band gewalzt wird. Von der Walzstraße ist nur das letzte aktive Walzgerüst 2 dargestellt. Hinter dem Walzgerüst 2 folgt in Fördererrichtung F ein Scherentreiber 3 sowie ein Haspeltreiber 4. In Fördererrichtung F hinter dem Haspeltreiber 4 ist ein Haspel 5 angeordnet. Zwischen dem Scherentreiber 3 und dem Haspeltreiber 4 ist eine Schere 7 platziert, mit der das Band 1 durchgetrennt werden kann.

[0027] Hinter dem letzten Walzgerüst 2 und dem Scherentreiber 3 liegt eine Förderstrecke für das Band 1 vor, in der das Band 1 zumindest zeitweise unter einer Nominal-Zugspannung gehalten wird. In besagter Förderstrecke kann auch eine Bandkühlung 8 angeordnet sein.

[0028] Im Bereich der Förderstrecke ist weiterhin ein optisches Planheits-Messgerät 6 angeordnet, mit dem die Planheit des Bandes 1 gemessen werden kann.

[0029] Wesentlich ist, dass zu definierten Zeitpunkten ein spezieller Messzyklus gefahren wird, mit dem anhand des optischen Planheits-Messgeräts 6 die Planheit des Bandes 1 bestimmt wird.

[0030] Bei diesem Messzyklus wird zunächst die Zugspannung des Bandes 1 von der Nominal-Zugspannung auf einen verminderten Zugspannungs-Wert vermindert.

[0031] Anschließend erfolgt die Messung des Planheitsgrades des Bandes 1 mittels des optischen Planheits-Messgeräts 6.

[0032] Ist dies erfolgt, findet wieder eine Erhöhung der Zugspannung vom verminderten Zugspannungs-Wert auf die Nominal-Zugspannung statt.

[0033] Diese Vorgehensweise ist exemplarisch in Figur 1 für eine Planheitsregelung dargestellt. In dieser Figur kann gesehen werden, dass jeweils nach Ablauf eines Messtriggerzyklus (von beispielsweise 5 Minuten) eine Planheitsmessung gestartet wird. Hierbei wird - wie erläutert - die Bandzugspannung zwischen der Walzstraße und dem Scheren- bzw. dem Haspeltreiber mit einer vorgebbaren Rate vom nominellen Zugspannungsniveau von vorzugsweise zwischen 5 und 50 N/mm² auf eine niedrigere Bandzugspannung von vorzugsweise 0

bis 10 N/mm² vermindert. Diese niedrige Bandzugspannung wird eine bestimmte Zeit vorgegeben, um hier eine Planheitsmessung und -regelung für einen vorgebbaren Zeitraum zu ermöglichen. Der Messzeitraum sollte dabei möglichst kurz sein. Er beträgt bevorzugt zwischen 1 sec und weniger als oder maximal 20 sec. Es wird ein minimaler Messzeitraum angestrebt. Zum Beenden des Messzeitraums wird die Zugspannung wieder auf das nominelle Zugspannungsniveau mit einer ebenfalls vorgebbaren Rate angehoben.

[0034] Die Bandzughöhe und die Bandzugabsenkung können unterschiedlich schnell erfolgen. Das Niveau des Zuges zwischen Haspeltreiber und Haspel bleibt dabei bevorzugt konstant.

[0035] Wird die maximal positive oder negative Planheitsgrenze oder die asymmetrische oder maximale Planheitsgrenze erreicht, wird automatisch die Zugabsenkung unterbrochen, wie es in Figur 1 im Messzeitraum B exemplarisch darstellt ist (der sich zeitlich hinter einem Messzeitraum A befindet). Es kann auch in anderen Fällen der Zug wieder etwas angehoben werden. Da eine Unplanheit ansteht, verändert der Planheitsregler weiterhin die Arbeitswalzenbiegung (nicht dargestellt) entsprechend. Löst sich die gemessene Unplanheit von ihrer Grenze, kann die Bandzugspannung weiter abgesenkt werden.

[0036] Stellt sich im vorgesehenen Messzeitraum (siehe beispielsweise den Messzeitraum A in Figur 1) ein planes Band ein, so wird bevorzugt vorzeitig wieder das nominelle Zugniveau angefahren (siehe hierzu die durchgezogene Linie in Figur 1, oben), um den aktiven Messzeitraum zu minimieren. In jedem Falle wird spätestens am Ende des Messzeitraums A die Zugspannung im Band wieder auf den Nominalwert erhöht (siehe gestrichelte Linie in Figur 1, oben).

[0037] Bei Erreichung des Stell-Limits des Profilstellgliedes (beispielsweise der Arbeitswalzenbiegung) kann die Planheit in der entsprechenden Richtung nicht mehr verbessert werden. Dann wird die Verminderung des Zugniveaus unterbrochen bzw. das Zugniveau wieder auf das nominelle Zugniveau angehoben, um ebenfalls den aktiven Messzeitraum zu minimieren.

[0038] Zwischen den Messzeiträumen ist vorgesehen, dass das hochdynamische Profilstellglied (z. B. die Arbeitswalzenbiegung) möglichst weit von seinen Stellgrenzen entfernt eingestellt bzw. in die Mitte ihres Stellbereichs gebracht wird, um für den nächsten Messzeitraum optimal in beide Richtungen agieren zu können. Hierzu wird beispielsweise der Walzspalteffekt der Arbeitswalzenbiegung durch eine langsame Veränderung der CVC-Verschiebung (Änderung des Arbeitswalzen-crowns) oder durch Änderung der thermischen Crownform durch Änderung des Wassercrowns, Wasserzonenkühlung oder Wasserniveaus ersetzt (= Ablöseschaltung). Das Prozessmodell (PCFC-Modell) erfasst in dieser Umstellungsphase durch zyklische Berechnungen die Bedingungen im Walzspalt, steuert diese Ablöseschaltung und stellt so die Qualität der Bandkontur, Plan-

heit und Planheit höher Ordnung etc. sicher.

[0039] Sicherheitshalber wird auch das Signal der Bandmittenabweichung hinter der Fertigstraße während des Messzeitraums überwacht. Das bedeutet, dass bei Überschreitung der maximal zulässigen Bandmittenabweichung, erfasst mit einem Messgerät 10, in positiver oder negativer Richtung oder bei Überschreitung des zulässigen Betrages der Bandmittenabweichungsänderung das Zugniveau zwischen Fertigstraße und Scheren- bzw. Haspeltreiber wieder auf das nominelle Bandzugspannungs niveau angehoben wird.

[0040] Die entsprechend teilweise oben bereits genannten Abhängigkeiten, Abläufe, Limits, Minima und Maxima für die Werte sowie die Prozessparameter Planheit, Dicke, Breite, Dickenabweichung etc. werden von einem Prozessmodell gesetzt, gesteuert oder/und geregelt. Die wichtigsten oben erwähnten Komponenten bzw. Einflussgrößen sind aus der Darstellung gemäß Figur 2 ersichtlich, wo ein Prozessmodell 9 zur Steuerung der Bandzugspannungen zwecks Planheitsregelung und/oder Schwenkregelung für den Endlosmodus schematisch dargestellt ist, wobei die relevanten Einflussgrößen angedeutet sind.

[0041] Die obigen Erläuterungen beziehen sich auf die Planheits- und Schwenkregelung und gezielte Zugniveauberänderung zwischen einem aktiven Walzgerüst (und zwar dem letzten aktiven Walzgerüst der Walzstraße) und einem Treiber. Generell gilt, dass diese Vorgehensweise jedoch auch zwischen zwei Fertigerüsten innerhalb der Warmbandstraße anwendbar ist. Hierzu würde zwischen den Gerüsten ein optisches Planheitsmessgerät installiert.

[0042] Alternativ erfolgt die Planheitserfassung zwischen den Gerüsten visuell durch die Bediener, die die Arbeitswalzenbiegung und den Schwenkbetrag der Dickenanstellung manuell steuern, nachdem die Zugspannungsverminderung dem Bediener mitgeteilt wurde (eine manuelle Fahrweise wäre generell auch hinter der Fertigstraße möglich).

[0043] Bevorzugt ist die Planheitsmessung möglichst dicht hinter der Walzstraße angeordnet. Es ist jedoch auch möglich, bei der Anwendung des oben beschriebenen Verfahrens die Planheitsmessung hinter der Walzstraße oder/und vor dem Scherentreiber - d. h. hinter der Kühlstrecke - anzuordnen und hiermit eine Planheitsregelung bzw. Planheitskontrolle durchzuführen.

Bezugszeichenliste:

[0044]

- 1 Band
- 2 Walzgerüst
- 3 Scherentreiber
- 4 Haspeltreiber
- 5 Haspel
- 6 optisches Planheits-Messgerät
- 7 Schere

- 8 Bandkühlung
- 9 Prozessmodell / Regelmodell
- 10 Messgerät zur Erfassung der Bandmittenabweichung

- 5 F Förderrichtung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines metallischen Bandes (1) durch Endloswalzen, bei dem zunächst in einer Gießanlage das Band gegossen und dieses anschließend kontinuierlich in einer Walzstraße mit mindestens einem Walzgerüst (2) zum fertigen Band gewalzt wird, wobei in Förderrichtung (F) des Bandes (1) hinter dem letzten Walzgerüst (2) eine Förderstrecke für das Band (1) vorliegt, die bis zu einem Scherentreiber (3) und/oder einem Haspeltreiber (4) reicht, wobei hinter dem Scherentreiber (3) und/oder dem Haspeltreiber (4) ein Haspel (5) zum Aufwickeln des fertigen Bandes (1) angeordnet ist, oder wobei zwischen zwei Walzgerüsten der Walzstraße eine Förderstrecke vorliegt, wobei hinter der Walzstraße ein Haspel (5) zum Aufwickeln des fertigen Bandes (1) angeordnet ist, wobei zumindest zeitweise in der Förderstrecke eine Nominal-Zugspannung im Band (1) aufrecht erhalten wird, wobei zu definierten Zeitpunkten folgender Messzyklus zur Bestimmung der Planheit des Bandes (1) gefahren wird:

- a) Verminderung der Zugspannung in dem sich in der Förderstrecke befindlichen Band (1) von der Nominal-Zugspannung auf einen verminderten Zugspannungs-Wert;
- b) Nach der Durchführung von Schritt a): Messung des Planheitsgrades des Bandes (1) mittels eines optischen Planheits-Messgeräts (6);
- c) Nach der Durchführung von Schritt b): Erhöhung der Zugspannung in dem sich in der Förderstrecke befindliche Band (1) von dem verminderten Zugspannungs-Wert auf die Nominal-Zugspannung,

wobei innerhalb des Messzyklus eine Durchführung der Planheitsverbesserung von parabolischen oder symmetrischen Planheitsanteilen durch Einsatz der Arbeitswalzenbiegung an mindestens einem Walzgerüst und/oder durch Einsatz einer Schwenkregelung und Verbesserung der asymmetrischen Planheitsanteile durch Veränderung der Anstellpositionen an mindestens einem Walzgerüst erfolgt, wobei der Messzyklus periodisch während der Durchführung des Verfahrens alle 2 min bis 10 min wiederholt wird und wobei die Durchführung der Schritte a) bis c) wäh-

- rend eines Zeitraums zwischen 1 sec und 20 sec erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messzyklus während der Durchführung des Verfahrens alle 4 min bis 6 min wiederholt wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messzyklus vor einer Änderung der Walzdicke des Bandes durchgeführt wird. 10
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messzyklus nach einer Änderung der Walzdicke des Bandes durchgeführt wird. 15
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messzyklus während der Durchführung eines Scherenschnitts im Bereich des Haspels (5) erfolgt. 20
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messzyklus anlassbedingt vom Bedienpersonal der Fertigungsanlage zur Herstellung des Bandes ausgelöst wird. 25
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messzeitraum unter Berücksichtigung von Prozessbedingungen und Anlagengrenzen minimiert wird. 30
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nominal-Zugspannung im Band (1) zwischen 10 N/mm² und 50 N/mm² gehalten wird. 35
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der verminderte Zugspannungs-Wert zwischen 0 N/mm² und 15 N/mm² liegt, bevorzugt zwischen 0 N/mm² und 9 N/mm². 40
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nominal-Zugspannung im Band während des Messzyklus um 40 % bis 100 % reduziert wird. 45
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandzüge in den der Förderstrecke mit der Planheitsmessung benachbarten Bereichen während des Planheitsmesszyklus unverändert bleiben. 50
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Prozess- und/oder Regelmodell (9) und/oder eine Steuerung eingesetzt wird, um den Messzyklus auszulösen, um die Messlänge festzulegen, um die nominellen und reduzierten Bandzugspannungen während des 55
- Messzyklus abhängig von der Warmbanddicke und/oder vom Bandmaterial und/oder der Endwalztemperatur einzustellen und um den Prozess unter Beachtung vorgegebener Prozessgrenzen zu überwachen.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgegebenen Prozessgrenzen maximal zulässige Planheitsgrenze und/oder maximal zulässige Bandmittenabweichung und/oder maximale Bandmittenabweichungsänderung, erfasst durch ein Messgerät (10), beachtet werden und daraus eine Bandzugniveauperänderung, insbesondere eine Bandzugerhöhung, während des Planheitsmesszyklus veranlasst wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Messzeiträumen das Profilstellglied möglichst in die Nähe der Mitte seines Stellbereichs gebracht wird, insbesondere durch Ablösung des Effektes mittels CVC-Verschiebung oder Veränderung des thermischen Crowns.

Claims

- Method of producing a metallic strip (1) by endless rolling, in which initially the strip is cast in a casting plant and this strip is subsequently continuously rolled to the finished strip in a roll train with at least one roll stand (2), wherein a conveying path, which extends up to a shears driver (3) and/or a coiler driver (4), for the strip (1) is present behind the last roll stand (2) in conveying direction (F) of the strip (1), wherein a coiler (5) for winding up the finished strip (1) is arranged behind the shears driver (3) and/or the coiler driver (4) or wherein a conveying path is present between two roll stands of the roll train, wherein a coiler (5) for winding up the finished strip (1) is arranged behind the roll train, wherein a nominal tensile stress is maintained in the strip (1) in the conveying path at least temporarily, wherein the following measuring cycle for determination of the planarity of the strip (1) is operated at defined points in time:
 - reducing the tensile stress in the strip (1), which is present in the conveying path, from the nominal tensile stress to a reduced tensile stress value;
 - after performance of step a): measuring the degree of planarity of the strip (1) by means of optical planarity measuring apparatus (6);
 - after performance of step b): increasing the tensile stress in the strip (1), which is present in the conveying path, from the reduced tensile

- stress value to the nominal tensile stress,
- wherein within the measuring cycle a performance of the planarity improvement of parabolic or symmetrical planarity components by use of working roll bending at at least one roll stand and/or by use of pivot regulation and improvement of the asymmetrical planarity components by changing the adjustment positions at at least one roll stand is carried out, wherein the measuring cycle is periodically repeated every 2 minutes to 10 minutes during performance of the method and
- wherein performance of the steps a) to c) is carried out during a time period between 1 second and 20 seconds.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the measuring cycle is repeated every 4 minutes to 6 minutes during performance of the method.
3. Method according to claim 1, **characterised in that** the measuring cycle is performed before a change in the rolling thickness of the strip.
4. Method according to claim 1, **characterised in that** the measuring cycle is performed after a change in the rolling thickness of the strip.
5. Method according to claim 1, **characterised in that** the measuring cycle is carried out during performance of a shears cut in the region of the coiler (5).
6. Method according to claim 1, **characterised in that** the measuring cycle is triggered as occasion requires by the operator of the production plant for producing the strip.
7. Method according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the measuring time period is minimised with consideration of process conditions and plant limitations.
8. Method according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the nominal tensile stress in the strip (1) is kept between 10 N/mm² and 50 N/mm².
9. Method according to any one of claims 1 to 8, **characterised in** the reduced tensile stress value lies between 0 N/mm² and 15 N/mm², preferably between 0 N/mm² and 9 N/mm².
10. Method according to any one of claims 1 to 9, **characterised in that** the nominal tensile stress in the strip is reduced during the measuring cycle by 40% to 100%.
11. Method according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** the strip tensions in the regions adjacent to the conveying path with the planarity measurement remain unchanged during the planarity measuring cycle.
- 5 12. Method according to any one of claims 1 to 11, **characterised in that** a process model and/or regulation model (9) and/or a control is or are used in order to trigger the measuring cycle, to ascertain the measuring length, to set the nominal and reduced strip tensile stresses during the measuring cycle in dependence on the hot strip thickness and/or the strip material and/or the final rolling temperature and to monitor the process with observation of predetermined process limits.
- 15 13. Method according to claim 12, **characterised in that** the predetermined process limits of maximum permissible planarity limit and/or maximum permissible strip centre deviation and/or maximum strip centre deviation change, as detected by measuring apparatus (10), are observed and a strip tension level change, particularly a strip tension increase, during the planarity measuring cycle is undertaken on the basis thereof.
- 20 14. Method according to any one of claims 1 to 13, **characterised in that** between the measuring time periods the profile setting element is brought as close as possible to the middle of its setting range, in particular by removing the effect by means of CVC displacement or change of the thermal crown.
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

Revendications

1. Procédé destiné à la production d'une bande métallique (1) par l'intermédiaire d'un laminage sans fin, dans lequel on coule d'abord la bande dans une installation de coulée et on la soumet ensuite à un laminage en continu dans un train de laminoir qui comprend au moins une cage de laminoir (2) afin d'obtenir la bande prête à l'emploi ; dans lequel on prévoit, dans la direction de transport (F) de la bande (1), derrière la dernière cage de laminoir (2), un tronçon de transport pour la bande (1) qui s'étend jusqu'à un dispositif de commande de cisaillement (3) et/ou jusqu'à un dispositif de commande de bobinage (4) ; dans lequel, derrière le dispositif de commande de cisaillement (3) et/ou derrière le dispositif de commande de bobinage (4), est disposée une bobineuse (5) destinée à l'enroulement de la bande (1) prête à l'emploi ; ou dans lequel on prévoit, entre deux cages de laminoir du train de laminoir, un tronçon de transport ; dans lequel, derrière le train de laminoir, est disposée une bobineuse (5) qui est destinée à l'enroulement de la bande (1) prête à l'emploi ; dans lequel on maintient au moins pendant un cer-

tain temps, dans le tronçon de transport, une tension de traction nominale constante dans la bande (1) ; dans lequel à des moments définis, on met en place le cycle de mesure suivant afin de déterminer la planéité de la bande (1), qui comprend :

- a) une diminution de la tension de traction en vigueur dans la bande (1) qui se trouve dans le tronçon de transport, en passant de la tension de traction nominale à une valeur de tension de traction diminuée ;
- b) après la mise en œuvre de l'étape (a), une mesure de degré de planéité de la bande (1) au moyen d'un appareil de mesure de la planéité (6) de type optique ;
- c) après la mise en œuvre de l'étape b), une augmentation de la tension de traction en vigueur dans la bande (1) qui se trouve dans le tronçon de transport, en passant de la valeur de la tension de traction diminuée à la valeur de tension de traction nominale ;

dans lequel, au sein du cycle de mesure, on met en œuvre une amélioration de la planéité de fractions paraboliques ou symétriques par la mise en place de la flexion du cylindre de travail dans au moins une cage de laminoir et/ou par la mise en place d'un réglage du pivotement et d'une amélioration des fractions de planéité asymétriques par l'intermédiaire d'une modification des positions de placement dans au moins une cage de laminoir ;
dans lequel on répète le cycle de mesure de manière périodique au cours de la mise en œuvre du procédé, toutes les 2 minutes à 10 minutes ; et
dans lequel la mise en œuvre des étapes a) à c) a lieu au cours d'un laps de temps qui se situe entre 1 seconde et 20 secondes.

- 2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on répète le cycle de mesure au cours de la mise en œuvre du procédé toutes les 4 minutes à 6 minutes.
- 3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on met en œuvre le cycle de mesure avant une modification de l'épaisseur de laminage de la bande.
- 4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on met en œuvre le cycle de mesure après une modification de l'épaisseur de laminage de la bande.
- 5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le cycle de mesure a lieu au cours de la mise en œuvre d'un coup de cisaille dans la zone de la bobineuse (5).
- 6. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce**

que le cycle de mesure est déclenché en fonction des événements par l'opérateur de l'installation de production qui est destinée à la production de la bande.

- 5
- 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'on minimise le laps de temps consacré à la mesure en prenant en compte les conditions du processus ainsi que les limites de l'installation.
- 10
- 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'on maintient la tension de traction nominale dans la bande (1) entre 10 N/mm² et 50 N/mm².
- 15
- 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la valeur diminuée de la tension de traction se situe entre 0 N/mm² et 15 N/mm², de préférence entre 0 N/mm² et 9 N/mm².
- 20
- 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** l'on réduit la tension de traction nominale dans la bande au cours du cycle de mesure à raison de 40 % à 100 %.
- 25
- 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** les tractions de la bande dans les zones qui avoisinent le tronçon de transport comprenant la mesure de la planéité restent inchangées au cours du cycle de mesure de la planéité.
- 30
- 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'on met en œuvre un modèle de processus et/ou de réglage (9) et/ou une commande pour déclencher le cycle de mesure, pour déterminer la durée de la mesure, pour régler les tensions nominales et réduites de la traction de la bande au cours du cycle de mesure en fonction de l'épaisseur de la bande chaude et/ou de la matière de la bande et/ou de la température du train finisseur, et pour surveiller le processus en prenant en compte des limites de processus qui ont été prédéfinies.
- 35
- 13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'on respecte les limites de processus qui ont été prédéfinies, à savoir la limite de planéité maximale admissible et/ou la déviation maximale admissible en ce qui concerne le milieu de la bande et/ou la modification maximale de la déviation en ce qui concerne le milieu de la bande, qui sont enregistrées par l'intermédiaire d'un appareil de mesure (10), et, à partir de là, on met en place une modification du niveau de traction de la bande, en particulier, une augmentation de la traction de la bande au cours du cycle de mesure de la planéité.
- 40
- 45
- 50
- 55

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que**, entre les laps de temps réservés à la mesure, on amène l'organe de réglage du profil dans la mesure du possible à proximité du milieu de sa zone de réglage, en particulier en déclenchant l'effet au moyen d'un déplacement CVC ou en modifiant le bombement thermique. 5

10

15

20

25

30

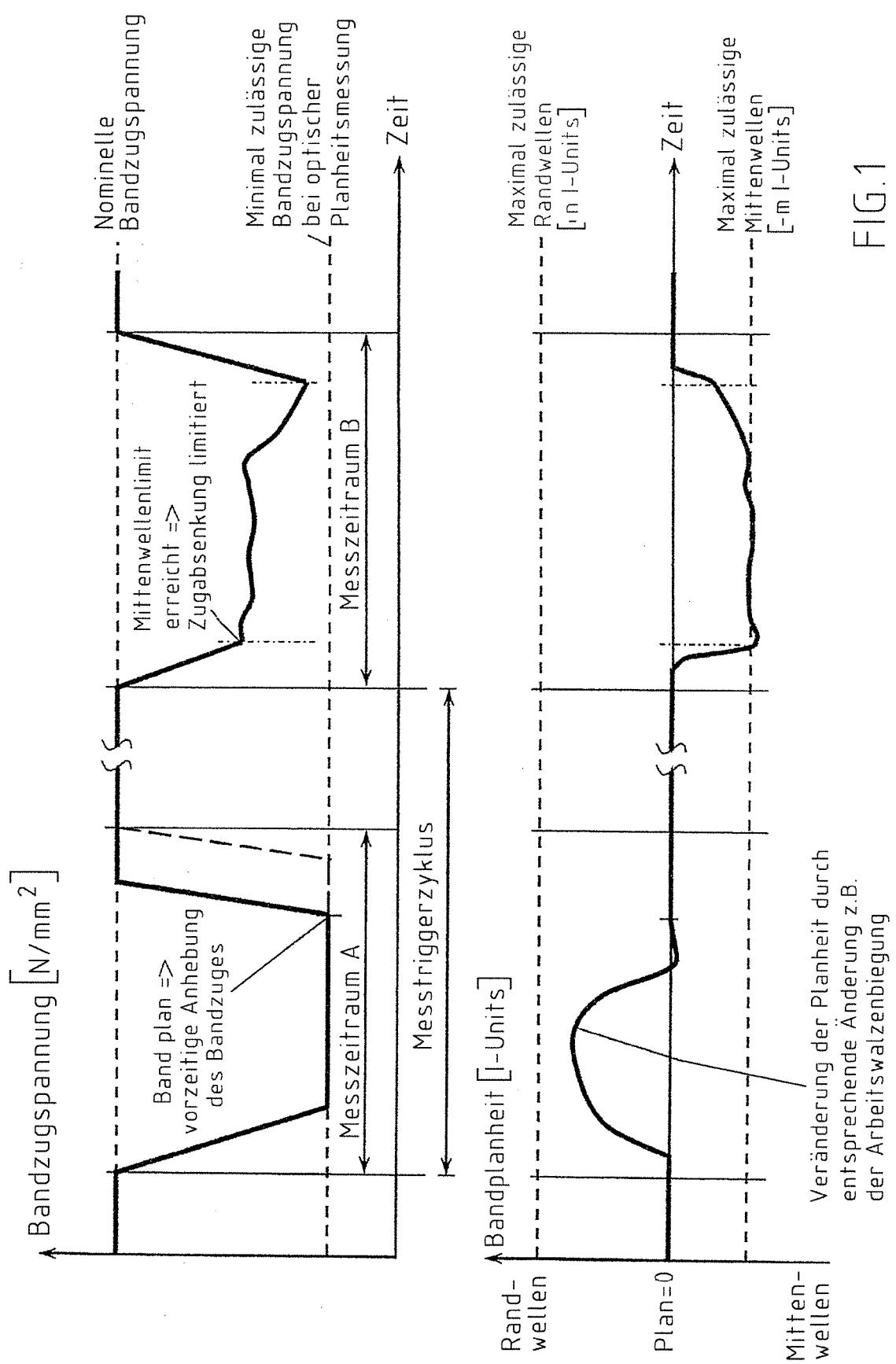
35

40

45

50

55



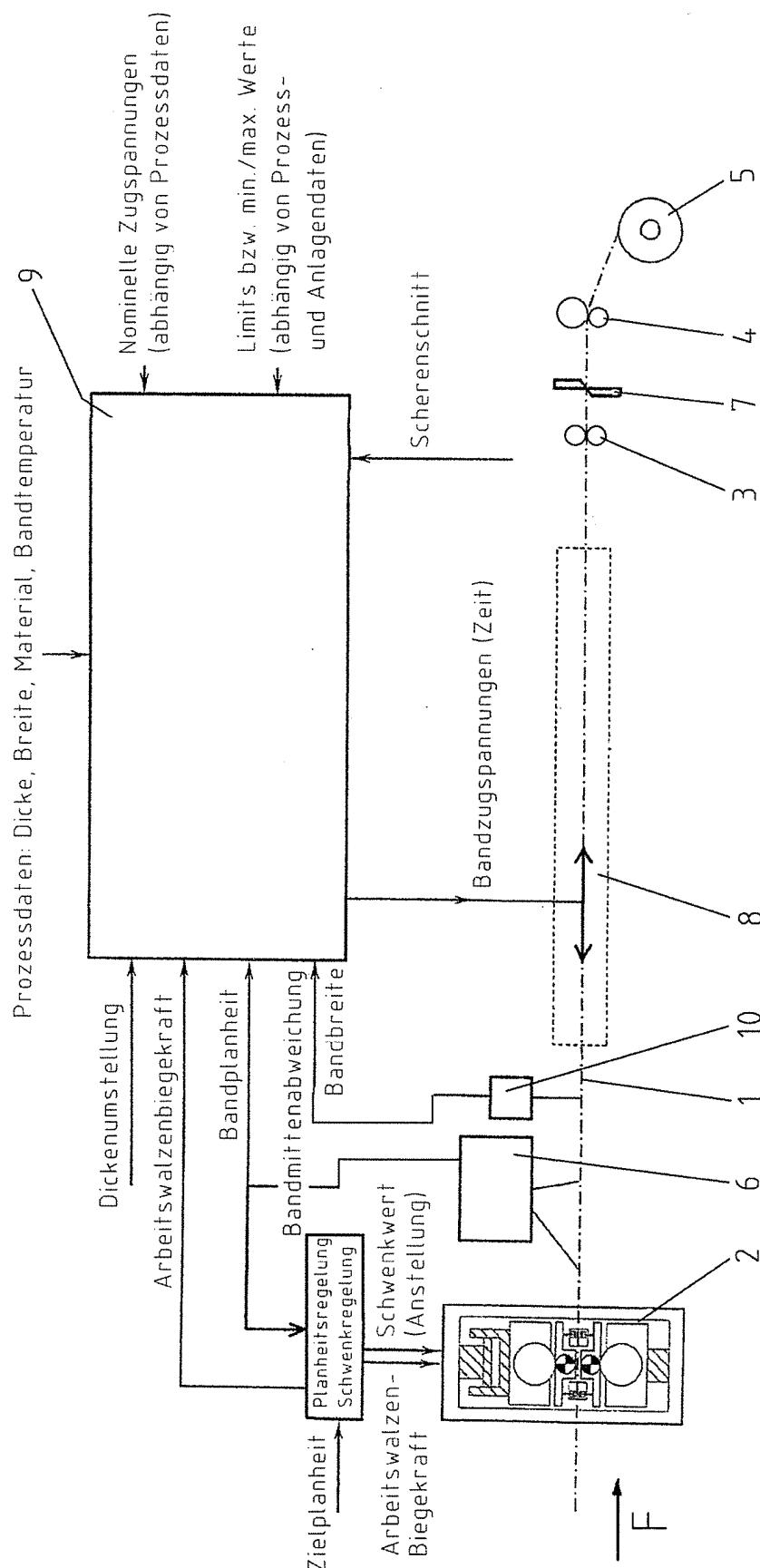


FIG. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19709992 C1 **[0002]**
- DE 3721746 A1 **[0004]**
- DE 19843899 C1 **[0004]**
- EP 2258492 A1 **[0004]**
- JP 63198809 A **[0004]**
- US 7963136 B2 **[0004]**
- WO 2006042606 A1 **[0004]**
- US 2002080851 A1 **[0004]**
- DE 102007053523 A1 **[0004]**
- EP 0889762 B1 **[0020]**